

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

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

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGIES

Том 20, №4, 2024

MAYKOP STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

NEW TECHNOLOGIES / NOVYE TEHNOLOGII

Vol. 20, No.4, 2024

История издания журнала:	Журнал издается с 2005 года
Наименование:	Новые технологии/New Technologies Том 20 № 4 2024
Периодичность:	4 выпуска в год
Префикс DOI:	10.47370
ISSN: eISSN:	ISSN 2072-0920 (Print) ISSN 2713-0029 (Online)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации:	Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ №ФС77-79835 от 31 декабря 2020
Условия распространения материалов:	Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License
Подписка на журнал «Новые технологии / New Technologies»:	Подписку на журнал «Новые технологии / New Technologies» можно оформить на сайте Объединённого каталога «Пресса России» www.pressa-rf.ru по индексу Э65035, в электронном каталоге Почты России по индексу ПК400, а также по индексу 65035 в электронном каталоге УРАЛ-ПРЕСС https://www.ural-press.ru/
Учредитель / издатель:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191
Редакция:	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: nov_teh@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
Типография:	Индивидуальный предприниматель Кучеренко Вячеслав Олегович 385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, дом 403, офис 33 e-mail: slv01@yandex.ru
Дата выхода:	25.12.2024
Тираж:	500 экз.
Стоимость одного выпуска:	Цена свободная

Journal publishing history:	The journal has been published since 2005
Title:	New technologies / Novye tehnologii Volume 20 No.4, 2024
Frequency:	4 issues a year
DOI prefix:	10.47370
ISSN: eISSN:	2072-0920 (Print) 2713-0029 (Online)
Mass media registration certificate:	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
Content distribution terms:	Content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License
Subscription to New technologies / Novye tehnologii journal:	Subscription to the «New Technologies» journal E65035 on the website of the «Press of Russia» United Catalog www.pressa-rf.ru 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.
Founder/Publisher:	Maykop State Technological University 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str.
Editorial office:	Maykop State Technological University 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str. tel.: 8(8772)52 30 03 e-mail: nov_teh@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
Printing house:	Kucherenko Vyacheslav Olegovich sole proprietorship 385008, Maikop, 403 Pionerskaya str., office 33 e-mail: slv01@yandex.ru
Publication date:	25.12.2024
Circulation:	500 copies
The cost of one issue:	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:

Саида Казбековна Куижева, доктор экономических наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, 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)

Маркارت 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 Балзано, Милан, Италия)

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

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

Анзаур Адамович Схляхов, 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)

Асхад Хазретович Шеуджен, академик РАН, доктор биологических наук, профессор (ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», 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:

Saida K. Kuizheva, Dr. Sci. (Econ.), Assoc. Prof., Rector of MSTU (Maikop, 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)

Askhad Kh. Sheudzhen, Dr. Sci. (Biol.), Prof. (Kuban State Agrarian University, 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

Буховец В.А., Картавенко О.В., Тюрин П.О., Стырев Г.В., Твердохлебова Д.А. Оптимизация рецептуры методом регрессионного анализа	11
Дунец Е.Г., Джум Т.А., Журавлев Р.А., Тамова М.Ю. Технология производства кексов с низкой гликемической нагрузкой для расширения ассортимента мучных кондитерских изделий для лиц, страдающих сахарным диабетом	22
Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Тверской В.Р. Динамика биологически активных соединений и антиоксидантной активности кофе при экстрагировании холодным способом при разных температурах	35
Патиева А.М., Патиева С.В., Хатко З.Н., Колотий Т.Б., Широкова А.С. Исследование технологических показателей мяса цесарки, мускусной утки и индейки для производства кулинарной продукции по технологии су-вид	45
Ражина Е.В., Смирнова Е.С., Лопаева Н.Л., Хайрова И.М., Стахеева Л.М., Синько В.Н., Шиловцев А.В., Галушина П.С. Разработка рецептуры йогурта с использованием клитории тройчатой	61
Стерехова Н.В., Гонежук С.Ю., Меретуков З.А., Щербаков М.В. Моделирование процесса и режимов работы для эффективной селективной дезинтеграции при измельчении семян кориандра	72
Шехадех М.В.М. Свойства и активные вещества бобовой пасты хумус на основе нутового пюре.....	82

Сельскохозяйственные науки

Артемова О.Ю., Сумина Е.В., Белецкий С.В. Формирование урожайности надземной массы эхинацеи пурпурной в зависимости от микробиологического удобрения «Биогор»	90
Джабиев У.Ю., Темиров В.Э., Царикаев З.А., Басиев С.С. Направленная селекция картофеля для условий Центрального Кавказа	99
Сатибалов А.В., Бакуев Ж.Х. Продуктивность интенсивных садов яблони при вертикальной зональности в условиях Северного Кавказа.....	107

Contents

Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

Bukhovets V.A., Kartavenko O.V., Tyurin P.O., Styrev G.V., Tverdokhlebova D.A. Recipe optimization using regression analysis method.....	11
Dunets E.G., Dzhum T.A., Zhuravlev R.A., Tamova M.Yu. Low-glycemic load muffin production process for flour confectionery products expansion for people suffering from diabetes mellitus	22
Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Tverskoy V.R. Dynamics of biologically active compounds and antioxidant activity of coffee during cold extraction at different temperatures	35
Patieva A.M., Patieva S.V., Khatko Z.N., Kolotiy T.B., Shirokova A.S. Investigation of technological parameters of guinea fowl, muscovy duck and turkey meat for the production of culinary products using sous-vide technology	45
Razhina E.V., Smirnova E.S., Lopaeva N.L., Stakheeva L.M., Khairova I.M., Sinko V.N., Shilovtsev A.V., Galushina P.S. Development of a yogurt recipe using <i>Clitoria ternatea</i>	61
Sterekhova N.V., Gonezhuk S.Y., Meretukov Z.A., Shcherbakov M.V. Modeling of process and operating modes for efficient selective disintegration in coriander seed grinding.	72
Shehadeh M.V.M. Properties and active substances of hummus bean paste based on chickpea puree	82

Agricultural sciences

Artemova O.Yu., Sumina E.V., Beletsky S.V. Formation of the top yield of purple echinacea depending on the “Biogor” microbiological fertilizer.....	90
Jabiev U.Yu., Temirov V.E., Tsarikaev Z.A., Basiev S.S. Controlled potato breeding zoned for the conditions of the Central Caucasus.....	99
Satibalov A.V., Bakuev Zh.Kh. Productivity of intensive apple orchards in the context of vertical zonality in the North Caucasus.....	107

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/10.47370/2072-0920-2024-20-4-11-21>

УДК [664.661:641.55]:519.233.5



Оптимизация рецептуры методом регрессионного анализа

В.А. Буховец✉, О.В. Картавенко, П.О. Тюрин,
Г.В. Стырев, Д.А. Твердохлебова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; Саратов, Российская Федерация,
✉vbuhovets@yandex.ru*

Аннотация. Введение. Математическое моделирование в технологии пищевых продуктов играет ключевую роль в решении множества теоретических и практических задач. На этапе создания новых рецептов оно становится одним из эффективных методов, позволяющих уменьшить время и затраты на разработку, сократить объем испытаний, гарантировать необходимое качество готового изделия и повысить конкурентоспособность продукции. **Предметом исследования** была рецептура хлебобулочного изделия с внесением цельнозерновой муки из сорго. Зерновое сорго сорта «Бакалавр» районировано в Саратовской области. Имеет высокую урожайность 2,5-3,5 т/га. Хорошо переносит высокие температуры и недостатки влаги, устойчиво к болезням и вредителям. Питательная ценность обусловлена большим содержанием протеина и крахмала. **Целью работы** была разработка соотношения рецептурных компонентов в хлебобулочном изделии с внесением цельнозерновой муки из зернового сорго. **Исследования проводились последовательно.** 1. Изучали спрос на обогащенные хлебобулочные изделия потребителей Саратовской области, методом анкетирования. 2. Моделировали рецептуру хлебобулочных изделий с цельнозерновой мукой из зернового сорго методом регрессионного анализа. Данный метод позволил строго определить регрессионную зависимость, изучить свойства оценок параметров при предложении о вероятных характеристиках фактов и случайных ошибок модели. С помощью линейной регрессии нашли линейную функцию пористости, удельного объема, массовой доли влаги, содержания витамина Р. **Результатом исследования** стало решение задачи моделирования отношений между выбранными переменными и прогнозированием значений зависимой переменной на основе модели, что позволило составить матрицу исследований обогащенных хлебобулочных изделий с цельнозерновой мукой из зернового сорго.

Ключевые слова: сорго, респонденты, матрица, линейный анализ, пористость, удельный объем, хлебобулочные изделия, исследования, фактор

Для цитирования: Буховец В.А., Картавенко О.В., Тюрин П.О., Стырев Г.В., Твердохлебова Д.А. Оптимизация рецептуры методом регрессионного анализа. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):11-21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-11-21>

Recipe optimization using regression analysis method

Valentina A. Bukhovets✉, Olga V. Kartavenko, Pavel O. Tyurin,
Gleb V. Styrev, Diana A. Tverdokhlebova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after
N.I. Vavilov; Saratov, the Russian Federation,
✉vbukhovets@yandex.ru

Abstract. Introduction. Mathematical modeling in food technology plays a key role in solving many theoretical and practical problems. At the stage of creating new recipes, it becomes one of the effective methods that allows reducing the time and costs of development, reducing the scope of testing, guaranteeing the required quality of the finished product and increasing the competitiveness of products. **The research focuses** on the bakery product recipe with the addition of whole grain sorghum flour. Grain sorghum of the *Bachelor* variety is zoned in the Saratov region. It has a high yield of 2.5-3.5 t / ha. It tolerates high temperatures and moisture deficiencies well, and it is resistant to diseases and pests. The nutritional value is due to the high content of protein and starch. **The goal of the research** was to develop the ratio of recipe components in a bakery product with the addition of whole-grain flour from grain sorghum. The studies were conducted sequentially. 1. The demand for fortified bakery products of consumers in the Saratov region using a questionnaire was studied. 2. The recipe for bakery products with whole-grain flour from grain sorghum using regression analysis was developed. This method made it possible to determine the regression dependence, study the properties of parameter estimates when proposing probable characteristics of facts and random errors of the model. Using linear regression, a linear function of porosity, specific volume, mass fraction of moisture, and vitamin P content was found. **The result of the research** was the solution to the problem of modeling the relationships between the selected variables and predicting the values of the dependent variable based on the model, which made it possible to compile a matrix of studies of fortified bakery products with whole grain flour from grain sorghum.

Keywords: sorghum, respondents, matrix, linear analysis, porosity, specific volume, bakery products, research, factor

For citation: Bukhovets V.A., Kartavenko O.V., Tyurin P.O., Styrev G.V., Tverdokhlebova D.A. Recipe optimization using regression analysis method. *New technologies / Novye Tehnologii*. 2024;20(4):11-21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-11-21>

Введение. Питание играет одну из ключевых ролей в жизни каждого человека. Значение питания в причинно-следственных связях между организмом и окружающей средой невероятно велико, поскольку известно, что продукты питания поставляют в организм различные вещества, которые выполняют широкий спектр функций.

Цель исследований. Оптимизировать рецептуру изделий методом регрессионного анализа.

Материалы и методы. Исследования проведены в ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова».

В качестве контроля была выбрана рецептура хлеба пшеничного из муки высшего сорта (ГОСТ Р 58233-2018). С помощью размолла на лабораторной мельнице цельного зерна сорго сорта «Бакалавр» получали цельнозерновую муку. Цельнозерновая мука отличается от муки пшеничной внешним видом, вкусом, особенностями в приготовлении и полезными свойствами.

Часть муки пшеничной в рецептуре исследуемых образцов заменяли цельнозерновой мукой из сорго сорта «Бакалавр». Способ тестоведения безопарный. После выпечки изделия охлаждали 4 часа и проводили органолептические и физико-хими-

ческие анализы. Методом регрессионного анализа моделировали рецептуру хлебобулочных изделий с различной дозировкой цельнозерновой муки сорго.

Результаты и их обсуждения. С целью определения предпочтений, а также степени информированности населения о наличии профилактических и функциональных видов хлебобулочных изделий в Саратовской области были проведены маркетинговые исследования.

Оценка проводилась среди респондентов мужского пола – 32%, и женского пола-68 %.

Возрастной состав большинства опрошенных составил 18-29 лет (рис. 1).

Определяли количество приемов потребляемых хлебобулочных изделий дали ответ несколько раз в день 63% (рис. 2).

Наибольшее внимание респонденты обращали при покупке на свежесть изделий - 42%, на содержание обогащающих ингредиентов лишь 11% респондентов (рис. 3).

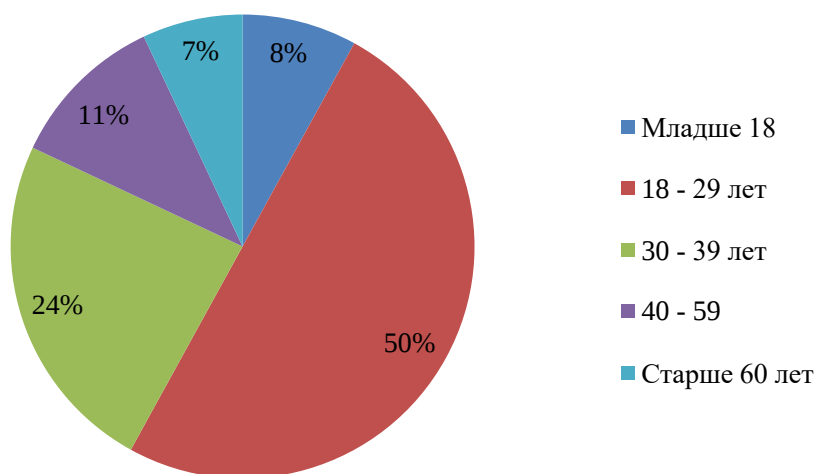


Рис. 1. Возраст респондентов

Fig. 1. Age of respondents

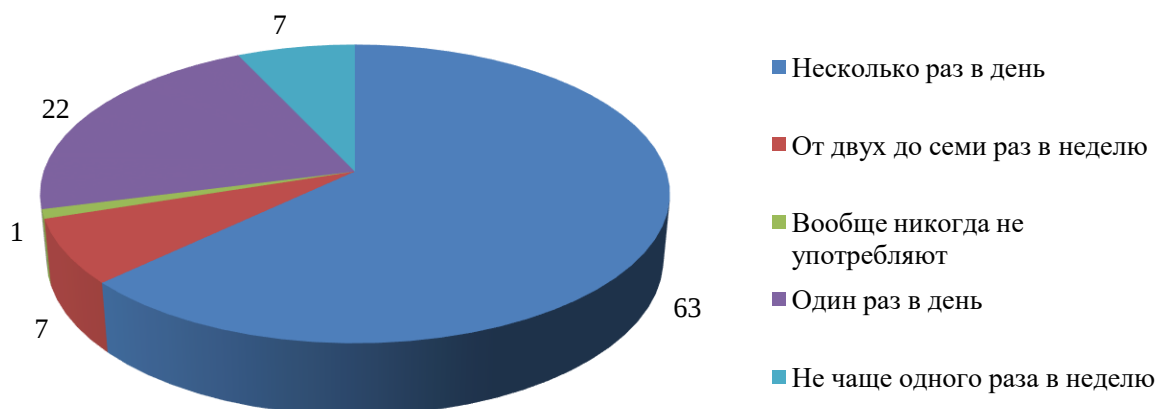


Рис. 2. Структура потребления хлеба

Fig. 2. Structure of bread consumption

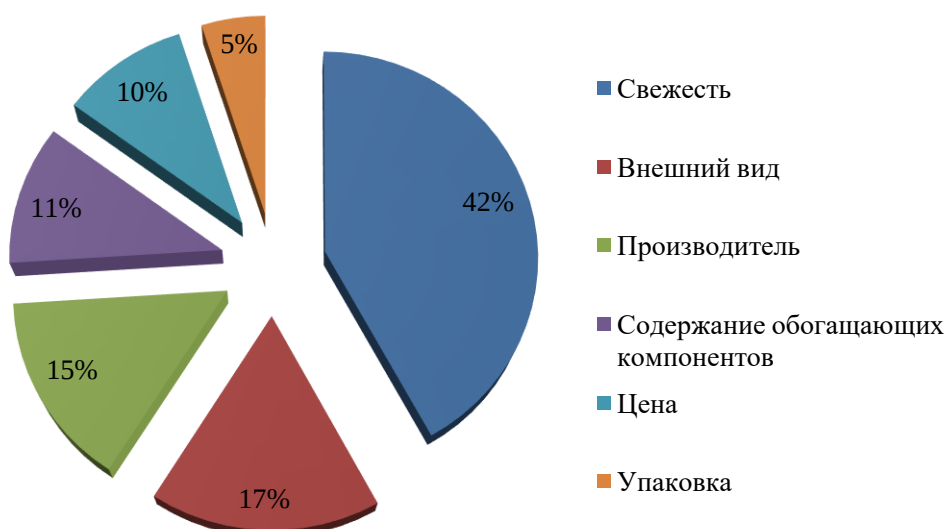


Рис. 3. Распределение значимых факторов при покупке хлебобулочных изделий

Fig. 3. Distribution of significant factors when purchasing bakery products

Наиболее популярными видами хлебобулочных изделий в Саратовской области являлись: хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки -39%; хлеб из ржаной муки -14%; хлеб из пшеничной муки -34%; батоны-13%.

Исследования показали, что простые хлебобулочные изделия являются наиболее популярными среди всех групп населения. Однако их питательная ценность довольно невысока. Для обогащения хлебобулочных изделий использовали цельнозерновую муку из зернового сорго.

Сорго классифицируется на четыре основные группы в зависимости от его применения: зерновое, сахарное, веничное и травянистое. Зерновое сорго, выращиваемое для получения зерна, включает несколько ботанических видов, из которых наибольшее распространение на территории нашей страны получило хлебное сорго. Плод сорго представлен зерновкой, которая может иметь овальную, яйцевидную, грушевидную или удлиненную форму, и быть пленчатой или голой. Цвет зерновки варьируется от белого до черного, а ее диаметр составляет от 4 до 8 мм. Масса тысячи зерен изменяется в пределах от 6 до 70

граммов. Зерновка состоит из оболочки, эндосперма (запасющей ткани) и зародыша, который находится в дорсальной и нижней частях зерна. Зародыш насыщен липидами (до 28% с ненасыщенными жирными кислотами), витаминами группы В, низкомолекулярными белками (до 19%) и минералами (до 10%).

Эндосперм составляет 75-85 % от общего объема зерна, являясь тканью, которая окружает и питает зародыш. Слой алейрона богат белками (включая белковые тела и ферменты), минералами (такими как фитин) и липидами (сферосомами). В периферическом, стекловидном и мучнистом эндоспермах содержится крахмал, который составляет 70-85 %, а также белки. Оболочки зерновки составляют всего 4-8 % от ее массы. Химический состав зерна сорго схож с кукурузным, но при этом в сорго меньше жира и больше белка.

В таблице 1 приведены морфометрические характеристики и семенная продуктивность, зернового сорго сорта «Бакалавр».

Питательная ценность сорго зависит от сортовых вариаций и климатических условий, в которых оно выращивается (рис. 4, табл. 2).

Таблица 1. Морфометрические характеристики и показатели элементов структуры урожая зернового сорго

Table 1. Morphometric characteristics and indicators of the elements of the grain sorghum crop structure

Признаки	Бакалавр	НСР ₀₅
Высота растений, см	115,4	5,48
Длина соцветия, см	28,1	1,33
Выдвинутость ножки соцветия, см	5,0	0,74
Продуктивная кустистость, шт.	1,00	0,16
Масса 1000 зерен, г	30,6	1,83
Урожайность зерна, т/га	4,24	0,26

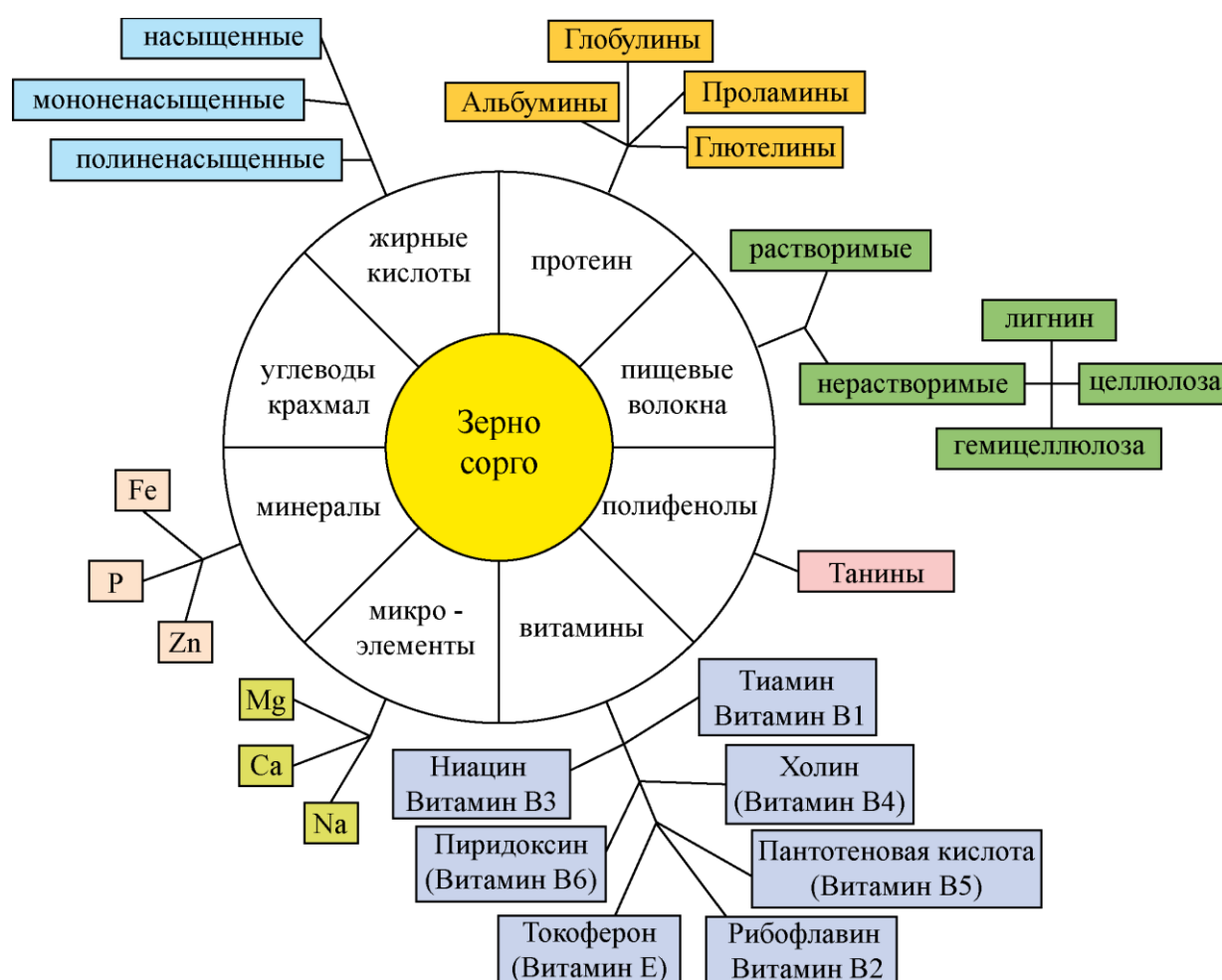


Рис. 4. Биохимический состав зерна сорго

Fig. 4. Biochemical composition of sorghum grain

Содержание белка в сорго превышает содержание в кукурузе на 2,5%, уровень сырой клейковины — на 0,2%, а безазоти-

стых экстрактивных веществ - на 2,5%. Разнообразие химического состава этих культур определяет их различное применение.

Оптимальное содержание цельнозерновой муки из сорго в готовых продуктах было установлено эмпирически. Ключевой задачей было максимально увеличить пористость, а также содержание витаминов и микроэлементов в образцах, не вызывая существенных изменений в их структурных, механических и органолептических характеристиках.

Для этого использовался метод регрессионного анализа, с помощью которого рассчитывалась модель смесей и определялась тен-

денция изменчивости показателей. Для характеристики качества хлебобулочных изделий с добавлением муки из цельнозернового сорго выбраны следующие показатели: y_1 – пористость, %; y_2 – удельный объем, м^3 ; y_3 – массовая доля влаги, %; y_4 – содержание витамина Р, мг. Независимыми факторами являются: x_1 – содержание муки высшего сорта, %; x_2 – содержание муки из цельнозернового сорго, %. Изменение соотношения компонентов производилось с шагом в 5% (табл. 3, 4).

Таблица 2. Биохимический состав зерна кукурузы и сорго, % на сухое вещество

Table 2. Biochemical composition of corn and sorghum grain, % per dry matter

Культура	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Жир	Клетчатка	Зола	Вода
Кукуруза	10,6	69,2	4,3	2,0	1,4	12,5
Сорго	12,7	71,7	3,2	1,5	1,6	9,3

Таблица 3. Матрица планирования и результаты эксперимента

Table 3. Planning matrix and experimental results

Номер опыта	Экспериментальные данные					
	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4
1	100,0	0,0	88,6	1,65	43,2	197,00
2	95,0	5,0	88,5	1,73	42,5	201,40
3	90,0	10,0	88,8	1,88	41,7	206,20
4	85,0	15,0	88,3	1,76	38,4	211,60
5	80,0	20,0	88,2	1,62	39,8	215,40
6	75,0	25,0	87,1	1,60	34,4	219,90
7	70,0	30,0	86,5	1,58	31,2	224,60
8	65,0	35,0	85,9	1,56	30,8	230,50
9	60,0	40,0	84,4	1,53	28,7	238,60
10	55,0	45,0	83,8	1,49	26,4	242,70

Таблица 4. Результаты линейного регрессионного анализа

Table 4. Results of linear regression analysis

Функция отклика	Коэффициент корреляции (R)	Коэффициент детерминации (R^2)	Критерий Фишера (F)
Пористость, %	-0,939190	0,8649	21,5*
Удельный объем, м^3	-0,772953	0,5929	5,04*
Массовая доля влаги, %	-0,977321	0,9409	54,83*
Содержание витамина Р, мг	0,9967786	0,9801	171,5*

* Критический уровень $F_{\text{табл}}$ находим с помощью таблицы (F – распределение: критические значения F с ν_1 и ν_2 степенями свободы, уровень значимости в 5 %): $F_{\text{табл}}=4,26$.

3D Surface Plot of Пористость against Мука из цельнозернового сорго and Удельный объем
Sorgo.sta 10v*10c
Пористость = Distance Weighted Least Squares

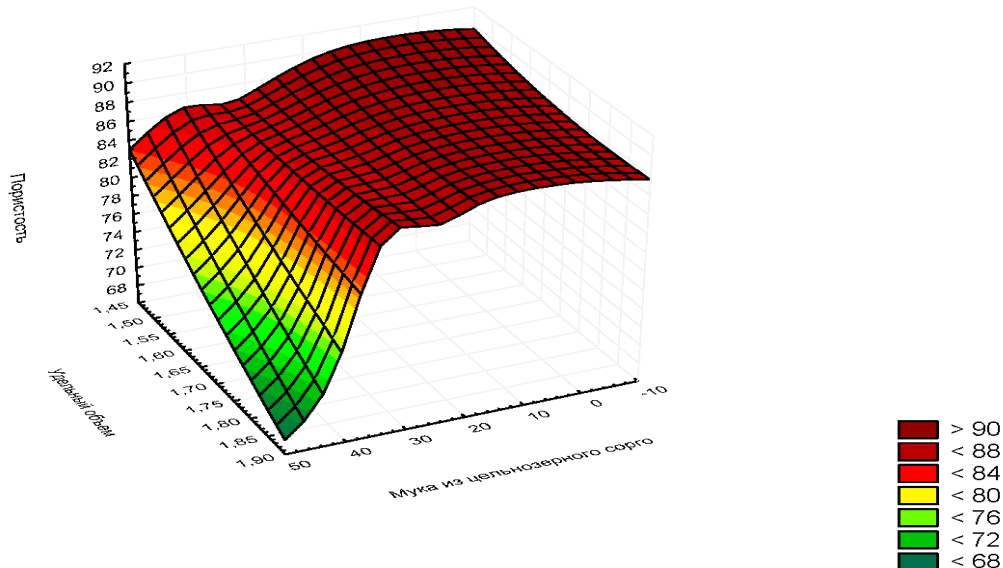


Рис. 5. Влияние цельнозерновой муки из сорго на пористость и удельный объем
Fig. 5. Effect of whole grain sorghum flour on porosity and specific volume

3D Surface Plot of Содержание витамина Р against Мука из цельнозернового сорго and Массовая доля влаги
Sorgo.sta 10v*10c
Содержание витамина Р = Spline

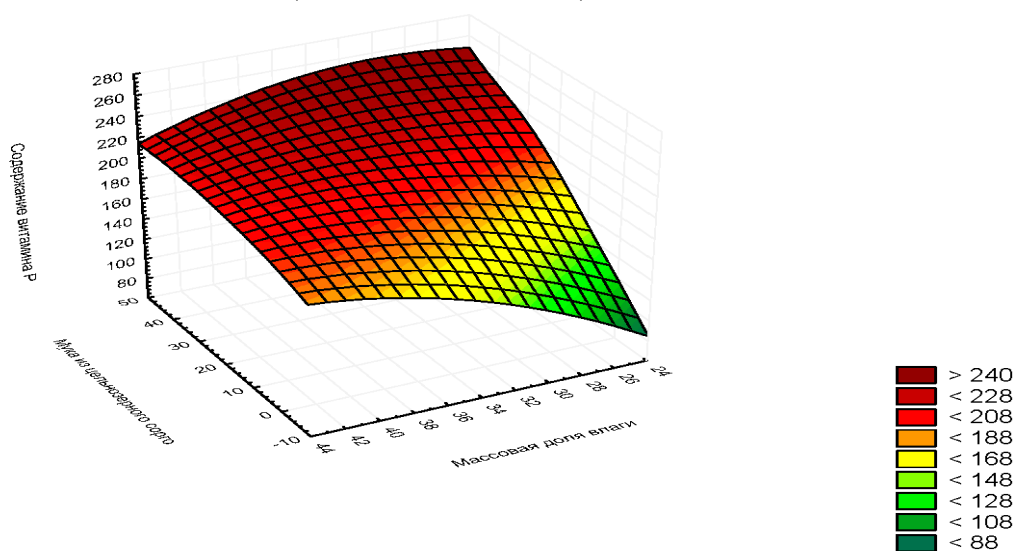


Рис 6. Влияние цельнозерновой муки из сорго на массовую долю влаги и содержание витамина Р
Fig. 6. Effect of whole grain sorghum flour on moisture content and vitamin P content

Изменение свойств в зависимости от концентрации ингредиентов в рецептурах имеет линейный характер. Для нахождения

оптимальных соотношений компонентов проводился анализ функции y_1 , y_2 , y_3 , y_4 на основе полученных уравнений

регрессии. Процесс определения оптимальных соотношений ингредиентов в составах осуществлялся с использованием программного пакета Mathcad. Минимальные и максимальные значения концентраций компонентов x_1 и x_2 определялись с учетом органолептических характеристик.

$$70 \leq x_1 \leq 100$$

$$30 \leq x_2 \leq 10$$

Пределы функций y_1, y_2, y_3, y_4 задавались исходя из определенных физико-химических характеристик:

$$83,8 \leq y_1 \leq 88,8$$

$$1,49 \leq y_2 \leq 1,88$$

$$38,4 \leq y_3 \leq 41,7$$

$$197 \leq y_4 \leq 242,70$$

Результаты оптимизации представлены в таблице 5.

Таблица 5. Оптимальные концентрации компонентов в композициях

Table 5. Optimum concentrations of components in compositions

Поиск минимума функций y_n	Оптимальные концентрации компонентов, %		Значение функции $y(x_1, x_2, x_3, x_4)$
	Мука пшеничная высшего сорта x_1 , %	Мука из цельнозернового сорго x_2 , %	
y_1	70,0	30,0	86,53
y_2	85,0	15,0	1,75
y_3	90,0	10,0	40,21
y_4	60,0	40,0	239,50
Среднее значение x	76,25	23,75	-

Заключение. Регрессионный анализ позволил составить матрицу эксперимента и определить оптимальную замену

пшеничной муки на цельнозерновую муку зернового сорго в количестве 23,75%.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка новых сортов сорго зернового при использовании в хлебопечении / Алабушев А.В. [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (54). С. 144-150.
2. Цуприков А.А., Якименко К.Ю. Влияние количества экспериментальных данных на достоверность результатов измерений // Информатика, телекоммуникации и управление. 2009. № 1 (72).
3. Резун А.А. Факторный анализ эффективности использования основных средств в сельскохозяйственных организациях // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 75.
4. Управление качеством и безопасностью на хлебопекарных предприятиях / В.А. Буховец [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2023. № 2. С. 29-38.
5. Буховец В.А., Короткова Л.А. Исследование влияния светлозерной ржи «Памяти Бамбышева» на качество ржано-пшеничных изделий // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий: материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Меж-

дународного научно-практического форума, посвященного 75-летию образования Волгоградского государственного аграрного университета (Волгоград, 30 янв. - 01 февр. 2019 г.). Т. 2. Волгоград: ВолгГАУ, 2019. С. 104-109.

6. Власенко А.В., Жданов А.А. Обобщение алгоритма прогнозирования временных рядов производственных систем // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2019. № 1 (236).

7. Оценка засухоустойчивости ЦМС-линий сорго на основе различных источников стерильности / Кибальник О.П. [и др.] // Труды по ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182 (4). С. 9-17.

8. Орлова Т.В., Кудинов П.И. Работа рецептуры и технологии производства хлеба на основе безглютеновых мучных смесей // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 50-57. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.010

9. Мохова В.И., Вихрова Е.А., Никонорова Ю.Ю. Оценка качества выпечки пшеничного хлеба с добавлением примеси муки зернового сорго // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского Государственного Аграрного Университета. 2019. № 151. С. 193-199.

10. Макушин А.Н. Перспективы использования новых сортов зерна нетрадиционных мукомольных культур при производстве безглютеновых хлебобулочных изделий / Макушин А.Н. [и др.] // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник статей. Пенза: РИО ПГСХА, 2020. С. 58-61.

11. Пашкова Е.Ю., Волкова А.В. Влияние применения муки из зерна сорго на качество хлеба из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта // Инновационные достижения науки и техники АПК: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Самара, 2018. С. 208-212.

12. Матвиенко Е.В. Сорго как пищевая культура // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63, № 3. С. 12.

13. Никонорова Ю.Ю., Волкова А.В. Влияние применения муки из зерна амаранта, сорго и проса на процессы брожения и созревания теста // Евразийский союз ученых. 2020. № 7/8 (76). С. 31-35.

14. Гамагер Б.Р., Бугусу В.А. Обзор: протеин из сорго и качество еды [Электронный ресурс]. URL: <http://www.afripo.org.uk/papers/Paper08>.

15. Use of secondary raw material of animal products in the technology of production of bakery products based on wheat-amaranth mixture / A.N. Shishkina [et al.] // Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology. Food Industry. 2019. Vol. 20, No. 2. P. 303-311.

REFERENCES

1. Evaluation of new varieties of grain sorghum for use in bakery / Alabushev A.V. [et al.] // Bulletin of Voronezh State Agrarian University. 2017. No. 3 (54). P. 144-150. (In Russ.).

2. Tsuprikov A.A., Yakimenko K.Yu. Influence of the amount of experimental data on the reliability of measurement results // Computer science, telecommunications and management. 2009. No. 1 (72). (In Russ.).

3. Rezun A.A. Factor analysis of the efficiency of using fixed assets in agricultural organizations // Scientific journal of KubSAU. 2012. Iss. 75. (In Russ.)

4. Bukhovets V.A. Quality and safety management at bakeries / V.A. Bukhovets [et al.] // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. 2023. No. 2. P. 29-38. (In Russ.).

5. Bukhovets V.A., Korotkova L.A. Studying the influence of «In memory of Bambyshev» light-grain rye on the quality of rye-wheat products // Development of the agro-industrial complex based on the principles of rational nature management and the use of convergent technologies: Proceedings of the International scientific and practical conference held within the framework of the International scientific and practical forum dedicated to the 75th anniversary of the Volgograd State Agrarian University (Volgograd, January 30 - January 01, 2019). Vol. 2. Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2019. P. 104-109. (In Russ.).
6. Vlasenko A.V., Zhdanov A.A. Generalization of the algorithm for forecasting time series of production systems // Bulletin of Adyghe State University. Series 4: Natural, mathematical and technical sciences. 2019. No. 1 (236). (In Russ.).
7. Kibalnik O.P. Evaluation of drought resistance of sorghum CMS -lines based on various sources of sterility / Kibalnik O.P. [et al.] // Works on Botany, Genetics and Breeding. 2021. No. 182 (4). P. 9-17 (In Russ.).
8. Orlova T.V., Kudinov P.I. Development of a recipe and technology for the production of bread based on gluten-free flour mixtures // Polzunovsky Vestnik. 2020. No. 2. P. 50-57. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.010 (In Russ.).
9. Mokhova V.I., Vikhrova E.A., Nikonorova Yu.Yu. Evaluation of the baking quality of wheat bread with the addition of grain sorghum flour // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2019. No. 151. P. 193-199. (In Russ.).
10. Makushin A.N. Prospects for the use of new varieties of non-traditional flour crops in the production of gluten-free bakery products / Makushin A.N. [et al.] // Food technologies of the future: innovations in the production and processing of agricultural products: a collection of articles. Penza: RIO PGSKhA, 2020. P. 58-61. (In Russ.).
11. Pashkova E.Yu., Volkova A.V. The effect of the use of sorghum flour on the quality of bread from premium wheat flour // Innovative achievements of science and technology in the agro-industrial complex: collection of scientific papers of the International scientific and practical conference. Samara, 2018. P. 208-212. (In Russ.).
12. Matvienko E.V. Sorghum as a food crop // International Agricultural Journal. 2020. Vol. 63, No. 3. P. 12. (In Russ.).
13. Nikonorova Yu.Yu., Volkova A.V. Effect of using amaranth, sorghum and millet flour on the fermentation and ripening processes of dough // Eurasian Union of Scientists. 2020. No. 7/8 (76). P. 31-35. (In Russ.).
14. Gamager B.R., V.A. Bugusu Review: Sorghum Protein and Food Quality [Electronic resource]. URL: <http://www.afripo.org.uk/papers/Paper08>. (In Russ.).
15. Use of secondary raw material of animal products in the technology of production of bakery products based on wheat-amaranth mixture / A.N. Shishkina [et al.] // Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology. Food Industry. 2019. Vol. 20, No. 2. P. 303-311.

Информация об авторах / Information about the authors

Буховец Валентина Алексеевна, доцент кафедры Технологии продуктов питания, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, e-mail: vbuhovets@yandex.ru

Картавенко Ольга Валерьевна, магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, e-mail: kartavenkoolya@yandex.ru

Тюрин Павел Олегович, магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, e-mail: tyurin.tula@mail.ru

Стырев Глеб Вадимович, магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, e-mail: gstyrev@bk.ru

Твердохлебова Диана Алексеевна, магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, e-mail: mukhitdinova.dianka@mail.ru

Valentina A. Bukhovets, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Food Technology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bld. 4, building 3, e-mail: vbuhovets@yandex.ru

Olga V. Kartavenko, Master student, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bld. 4, p. 3, e-mail: kartavenkoolya@yandex.ru

Pavel O. Tyurin, Master student, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bld. 4, p. 3, e-mail: tyurin.tula@mail.ru

Gleb V. Styrev, Master student, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bld. 4, p. 3, e-mail: gstyrev@bk.ru

Diana A. Tverdokhlebova, Master student, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bld. 4, p. 3, e-mail: mukhitdinova.dianka@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Буховец Валентина Алексеевна – 40%, Картавенко Ольга Валерьевна – 10%, Тюрин Павел Олегович – 10%, Стырев Глеб Вадимович – 30%, Твердохлебова Диана Алексеевна – 10%.

Claimed contribution of authors

Valentina A. Bukhovets – 40%, Olga V. Kartavenko – 10%, Pavel O. Tyurin -10%, Gleb V. Styrev – 30%, Diana A. Tverdokhlebova – 10%.

Поступила в редакцию 19.08.2024
Поступила после рецензирования 02.10.2024
Принята к публикации 07.10.2024

Received 19.08.2024
Revised 02.10.2024
Accepted 07.10.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-21-34>

УДК 664.683.61:616.379-008.64



Технология производства кексов с низкой гликемической нагрузкой для расширения ассортимента мучных кондитерских изделий для лиц, страдающих сахарным диабетом

Е.Г. Дунец, Т.А. Джум, Р.А. Журавлев, М.Ю. Тамова✉

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 ограниченным ассортиментом специализированной продукции с низкой гликемической нагрузкой для одного из распространенных заболеваний – сахарного диабета. В век ускоренных темпов жизни неправильное питание, перекусы «на ходу», включающие продукцию с легкоусвояемыми углеводами, приводят к повышению сахара в крови, нарушению обмена веществ, избыточному весу и как результату к сахарному диабету. **Цель исследования.** В ходе исследования была поставлена цель разработать рецептуры и технологию кексов с низкой гликемической нагрузкой, так как ассортимент мучных кондитерских изделий из нетрадиционных видов сырья представлен недостаточно. В качестве объектов исследования использовано растительное сырье – разные виды муки с низким гликемическим индексом: цикорий, пектин, фруктоза, а также кексы. Несмотря на ограничение потребления мучных кондитерских изделий, данная ассортиментная группа популярна и востребована. В ходе исследования авторами изучены характеристики сырья для обоснования выбора рецептурных ингредиентов, их оптимальные соотношения для максимально возможного значения органолептики, сбалансированности нутриентов и минимальной гликемической нагрузки. **Методы.** Исследования проведены с использованием лабораторной базы ФГБОУ ВО «КубГТУ» по проведению общепринятых инструментальных методов оценки качества и безопасности сырья и готовой продукции, а также методов регрессионного анализа и математического программирования, ориентируясь на принципы пищевой комбинаторики. **Результаты.** В ходе экспериментальных исследований авторами разработаны рецептуры кексов с низкой гликемической нагрузкой: овсяного «Азалия», овсяно-амарантовых «Алтея» и «Анемона», – пищевая ценность которых выше контрольного образца за счет увеличения содержания основных функциональных ингредиентов. Разработанные образцы соответствуют требованиям нормативных документов по результатам физико-химических исследований, проведенных авторами. Определены допустимые сроки хранения на основе микробиологических исследований. **Заключение.** Разработанные рецептуры и технология позволяют получить кексы с повышенной пищевой ценностью, низкими калорийностью и гликемической нагрузкой, что определяет возможность их рекомендовать в рацион питания диабетиков.

Ключевые слова: кексы, рецептура, технология, низкая гликемическая нагрузка, сахарный диабет, овсяная, амарантовая мука, водопоглотительная способность, пектин, цикорий, показатели качества

Для цитирования: Дунец Е.Г., Джум Т.А., Журавлев Р.А., Тамова М.Ю. Технология производства кексов с низкой гликемической нагрузкой для расширения ассортимента мучных кондитерских изделий для лиц, страдающих сахарным диабетом. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):21-34. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-21-34>

Low-glycemic load muffin production process for flour confectionery products expansion for people suffering from diabetes mellitus

E.G. Dunets, T.A. Dzhum, R.A. Zhuravlev, M.Yu. Tamova✉

Kuban State Technological University; Krasnodar, the Russian Federation,

✉tamova_maya@mail.ru

Abstract. Introduction. The relevance of the article is associated with the limited assortment of specialized products with low glycemic load for one of the common diseases, i.e. diabetes mellitus. In the age of accelerated pace of life, unhealthy diet, quick snacks, including products with easily digestible carbohydrates, lead to increased blood sugar, metabolic disorders, excess weight and, as a result, diabetes mellitus. **The goal of the research.** The goal was to develop recipes and technology for low-glycemic load muffins, since the range of flour confectionery products made from non-traditional raw materials was insufficiently represented. Plant-based raw materials - different types of flour with a low glycemic index, chicory, pectin, fructose, and muffins were the objects of the research. Despite the limited consumption of flour confectionery products, this product group is popular and demanded. During the research, the authors studied the characteristics of raw materials to justify the choice of recipe ingredients, their optimal ratios for the maximum possible organoleptic value, nutrient balance and minimum glycemic load. **The Methods.** The studies were conducted using the laboratory base of the KubSTU for conducting generally accepted instrumental methods for assessing the quality and safety of raw materials and finished products, as well as regression analysis and mathematical programming methods, focusing on the principles of food combinatorics. **The Results.** During the experimental studies, the authors developed recipes for muffins with a low glycemic load - oatmeal "Azalea", oatmeal-amaranth "Althea" and "Anemone", the nutritional value of which was higher than the control sample due to the increased content of the main functional ingredients. The developed samples meet the requirements of regulatory documents based on the results of physicochemical studies conducted by the authors. Permissible shelf life is determined based on microbiological studies. **The Conclusion.** The developed recipes and technology allow obtaining muffins with increased nutritional value, low calorie content and glycemic load, which determines the possibility of recommending them in the diet of patients with diabetics.

Keywords: muffins, recipe, technology, low glycemic load, diabetes mellitus, oatmeal, amaranth flour, water absorption capacity, pectin, chicory, quality indicators

For citation: Dunets E.G., Dzhum T.A., Zhuravlev R.A., Tamova M.Yu. Low-glycemic load muffin production process for flour confectionery products expansion for people suffering from diabetes mellitus. *New technologies / Novye Tehnologii*. 2024;20(4):21-34. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-21-34>

Введение. Нарушение обмена веществ, поражение сосудов, нервной системы и, как итог, сахарный диабет является распространенным заболеванием среди населения. Согласно статистике, данным видом заболевания страдает более 8 % населения планеты, и с каждым годом число заболевших увеличивается. Это может быть связано с наследственной предрасположенностью, систематическим переизбытком, избыточным употреблением продуктов, содержащих легкоусвояемые углеводы, к которым относятся мучные кондитерские изделия [3,8].

Основная цель лечения направлена на нормализацию обменных процессов в организме, что связано со снижением уровня сахара в крови, влияющим на уменьшение жажды и повышение работоспособности. Этому способствуют не только прием соответствующих лекарств, но и рацион питания, для которого необходим ассортимент специализированных продуктов [1]. К сожалению, их рынок недостаточно развит, хотя имеет высокую социально-экономическую значимость.

Цель исследования. Несмотря на ограничение потребления мучных кондитерских

изделий, данная группа продукции пользуется большим спросом, особенно востребованы рулеты, кексы, печенье, пряники. Это мотивировало постановку цели исследования, связанной с разработкой технологии на базе новых рецептур кексов с низкой гликемической нагрузкой для диабетиков.

При разработке рецептур для диабетиков большое значение имеет подбор соответствующих продуктов, которые после употребления не оказывают сильного влияния на уровень сахара в крови, что отражает их гликемический индекс [9]. С учетом этого различают продукты с пониженным гликемическим индексом (55 единиц и ниже), наиболее подходящие для рациона питания больных сахарным диабетом, так как медленно усваиваются, поддерживая уровень сахара в крови на определенном уровне и насыщение в течение продолжительного времени; со средним гликемическим индексом (56-69 единиц) и высоким его значением (70 единиц и выше), которые являются причиной резкого подъема сахара из-за содержания быстроусвояемых углеводов [4, 7, 9]. Основопологающим принципом организации питания лиц, страдающих сахарным диабетом, является контроль суточной гликемической нагрузки. Для диабетиков она должна быть не выше 80 единиц, для здоровых людей – не выше 100 единиц. При разработке рецептуры учитывается способность продуктов влиять друг на друга, что может приводить к понижению общей гликемической нагрузки готовой продукции. Так, анализируя рецептуры диетических блюд, входящих в рацион питания лиц, страдающих сахарным диабетом, выявлено широкое использование цикория, топинамбура, стевиозида, растительного масла, свежего плодово-ягодного сырья, содержащего клетчатку, что способствует получению ассортиментных позиций, которые имеют низкую гликемическую нагрузку [2, 14, 16].

Среди задач в разрезе цели исследования необходимо изучить характеристики

сырья для выбора рецептурных ингредиентов, обосновать их оптимальные соотношения, разработать алгоритм технологического процесса, рассчитать гликемическую нагрузку новых мучных кондитерских изделий, оценить показатели качества и безопасности.

В качестве объектов исследования выбраны мука овсяная (ГОСТ 3034), мука амарантовая (ТУ 9146-017-70834238), цикорий растворимый натуральный (ГОСТ Р 55512), пектин (ГОСТ 29186).

Исследования проводились на базе лаборатории ФГБОУ ВО «КубГТУ», а также в лаборатории отдела контроля качества «Краснодарского завода инфузионных растворов СТЕРИТЕК» по определению физико-химических и микробиологических показателей разработанных мучных кондитерских изделий: кексов овсяного «Азалия», овсяно-амарантовых «Алтея» и «Анемона».

Методы исследования. Экспериментальная часть исследования связана с обоснованием выбора сырья, оценкой показателей качества и безопасности, моделирования рецептуры и исследования физико-химических показателей модельных систем. Технологическая часть связана с разработкой рецептур и технологии приготовления кексов с низкой гликемической нагрузкой («Азалия», «Алтея», «Анемона») и исследованием потребительских свойств (ГОСТ 5904, ГОСТ 5897) и физико-химических показателей (массовой доли влаги по ГОСТу 5900, массовой доли жира по ГОСТу 31902, массовой доли фруктозы по методу Бертрона (ГОСТ Р 54607.6), плотности по ГОСТ 15810).

Методами регрессионного анализа и математического программирования моделировалась продукция, связанная с выбором и оптимальным соотношением входящих в рецептуру ингредиентов с низкими гликемическими индексами, которая демонстрировала максимально возможное значение органолептики, сбалансированность по

нутриентному составу и минимальную гликемическую нагрузку [5, 6, 10].

На основе ТТК с использованием таблиц химического состава пищевых продуктов произведен расчет теоретических показателей по определению пищевой и энергетической ценности готовой продукции.

Установление сроков безопасного хранения на основе микробиологических исследований, связанных с определением массовой доли токсичных элементов (свинца, мышьяка, ртути и кадмия), бактерий рода *Salmonella*, бактерий рода *St.aureus*

проведено в соответствии с методиками по ГОСТ 26930, ГОСТ 26927, ГОСТ 26932, ГОСТ 26933, ГОСТ 26929.

Объем лабораторных испытаний и их оценка регламентируется ТР ТС 021/2011.

Результаты. Стандартная рецептура № 82 кекса «Столичного» сборника [13] являлась базой и контрольным образцом при разработке новых раскладок кексов с низкой гликемической нагрузкой. Выбор муки для производства выпечки для диабетиков обосновывается величиной гликемического индекса, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Величина гликемического индекса муки разных видов
Table 1. Glycemic index of different types of flour

Вид муки	Величина гликемического индекса
Пшеничная мука	85
Ржаная мука	40
Гречневая мука	50
Овсяная мука	45
Рисовая мука	95
Амарантовая мука	25

Из таблицы 1 видно, что наименьшим гликемическим индексом обладают амарантовая, ржаная и овсяная мука. Поэтому эти виды муки использованы для экспериментальной проработки [11]. В рецептуре № 82 [13], принятой за контрольный образец, пшеничная мука высшего сорта заменялась овсяной мукой (кекс «Азалия»), а также прорабатывались соотношения в ходе пробных лабораторных выпечек овсяной и амарантовой муки [11]. Наиболее оптимальными композициями как по органолептике, так и по сбалансированности химического состава стали смеси овсяной и амарантовой муки с соотношениями 80:20 (кекс «Алтея») и 50:50 (кекс «Анемона») [10]. Проработки с ржаной мукой показали, что изделия из неё не соответствуют требованиям ГОСТ 15052 из-за плотного и влажного мякиша за счет высокой водопоглотительной способности, связанной с содержанием слизей, хорошо набухающих и поглощающих большое количество воды. В связи с этим рецептуры составлены с

использованием овсяной муки, амарантовой, фруктозы, заменяющей сахар и изюм, пектина для повышения содержания пищевых волокон и цикория, который является неотъемлемой частью рациона для диабетиков и используется для обогащения инулином (природным полисахаридом), нормализующим уровень сахара в крови. Расчеты проводились в MathCAD.

Кексовое тесто характеризуется кратковременностью замеса с мукой сбитой массы. При этом уменьшается набухание клейковины, увеличивается её упругость, что отражается на плотной структуре изделий. Тесто, приготовленное с использованием овсяной муки, обладает высокой способностью поглощать воду. Это свойство обусловлено наличием в овсе обширного количества некрахмальных полисахаридов и способностью овсяного крахмала удерживать значительные объемы воды. Такие характеристики способствуют увеличению объема производства конечной продукции. Время образования теста из овсяной муки

больше по сравнению со стандартной рецептурой за счет высокой вязкости водных растворов β -D-глюкана (водорастворимых пищевых волокон), стимулирующих работу поджелудочной железы и способствующих выведению из организма холестерина. Но в то же время малое количество клейковинных белков и присутствие (1-3), (1-4) - β -D-глюкана препятствует образованию сильной клейковины и ослабленной консистенции теста.

Амарантовая мука отличается высоким содержанием водорастворимых компонентов, превышающим аналогичный показатель пшеничной муки вдвое, если рассматривать их количество относительно сухой массы. Благодаря значительному содержанию пищевых волокон отличается высокой влагоудерживающей способностью. Ис-

пользование амарантовой муки в производстве кексов улучшает их потребительские качества, обогащая продукт белками, пищевыми волокнами и микроэлементами, что делает кексы не только вкусными, но и более питательными и полезными для здоровья. Это может быть особенно важно для людей, следящих за своим питанием или имеющих определённые диетические ограничения [11].

Тесто для кексов рассматривается как дисперсная система, состоящая из твердой, жидкой и газообразной фаз. Газообразная фаза отвечает за пористость и легкость продукта, твердая фаза обеспечивает структуру, а жидкая фаза связывает все ингредиенты вместе, придавая тесту необходимую вязкость [6]. Данные о качестве модельных систем представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели качества модельных систем
Table 2. Quality indicators of model systems

Наименование показателя	Кекс «Столичный» (контроль)	Кексы с низкой гликемической нагрузкой		
		«Азалия»	«Алтея»	«Анемона»
Влажность теста, %	24,60	26,70	27,10	27,80
Намокаемость, %	164,00	172,00	181,00	184,00
Плотность выпеченного кекса, г/см ³	0,33	0,38	0,40	0,44

Как видно из таблицы 2, влажность мучных кондитерских изделий с низкой гликемической нагрузкой сравнительно выше, чем в контрольном образце, из-за высокой влажности выбранных видов муки. Тем не менее, влажность этих образцов соответствует допустимому значению для кексов. Намокаемость данных видов кексов, как и их плотность, выше по сравнению с контрольным образцом, что обусловлено высокой водопоглотительной способностью вносимых видов муки. Исследование вязкости теста для кексов с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2» позволяет точно определить, как

тесто будет реагировать на различные скорости сдвига. При скоростях сдвига от 0,167 до 4,5 с⁻¹ важно наблюдать за структурой теста, так как при более высоких значениях скорости сдвига возможно разрушение структуры, что негативно скажется на качестве готовых кексов. Измерения вязкости, проведенные при комнатной температуре (+25 °C), помогают установить оптимальные параметры замеса для достижения желаемой текстуры и пористости кексов [6, 12, 14]. Это важный шаг в процессе разработки рецептуры, который влияет на конечное качество выпечки. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели качества кексового теста
Table 3. Muffin dough quality indicators

Наименование показателя	Кекс «Столичный» (контроль)	Кексы с низкой гликемической нагрузкой		
		«Азалия»	«Алтея»	«Анемона»
Эффективная вязкость, Па·с при $\dot{\gamma}=0,9 \text{ с}^{-1}$	168,78	167,65	163,97	161,21
Плотность теста, г/см ³	1,68	1,78	1,82	1,86

Анализируя данные таблицы 3, можно отметить, что из мучных кондитерских изделий с низкой гликемической нагрузкой наибольшая вязкость характерна для кекса «Азалия», которая приближена к вязкости контрольного образца. Овсяная мука обладает высокой водопоглотительной способностью, что делает её особенно полезной в выпечке. Это свойство позволяет тесту удерживать больше влаги, что может способствовать улучшению текстуры и вкуса готовых изделий. Кроме того, овсяная мука богата пищевыми волокнами, которые не только улучшают структуру выпечки, но и делают её полезной для здоровья [6].

Снижение вязкости и повышение плотности образцов теста (табл. 3) связаны с уменьшением содержания воздуха и увеличением количества твердых частиц, которые адсорбируют поверхностно-активные вещества, снижая их концентрацию в жидкой фазе. Экспериментальные исследования подтвердили, что для получения мучных кондитерских изделий высокого качества вязкость и плотность теста должны быть сопоставимы или иметь минимальные отличия от стандартного образца. Установлено, что кекс «Азалия» демонстрирует значения вязкости и плотности, наиболее приближенные к контрольному образцу. Разработанная рецептура кекса «Азалия» способствует формированию продукта с оптимальной структурой и пищевой ценностью, что важно для достижения желаемого качества продукции. Поддержание этих параметров важно для обеспечения однородности и качества конечного продукта. В новые рецептуры

теста входит пектин, характеризующийся высокой способностью к набуханию и связыванию влаги, применяемый в качестве эмульгатора и стабилизатора, имеющий склонность к сгущению (увеличению вязкости) для обогащения пищевыми волокнами, что позволяет уменьшить суммарную гликемическую нагрузку готовых изделий. Терапевтическое действие пектина обусловлено его уникальной химической структурой. Полимерная цепь полигалактуроновой кислоты в сочетании с активными карбоксильными группами и гидроксилами способствует формированию стойких хелатных комплексов с ионами металлов, что способствует их эффективному удалению из организма. Эти свойства делают пектин ценным компонентом в диетах, направленных на детоксикацию и улучшение пищеварения [6].

Исследования, направленные на определение оптимального состава проектируемого кондитерского изделия и изучение влияния рецептурных компонентов на характеристики теста и конечного продукта, позволили создать рецептуры и технологии производства кексов, которые обладают низкой гликемической нагрузкой и оптимальными технологическими свойствами (табл. 4).

Основные операции, составляющие технологический процесс, представлены подготовкой сырья, приготовлением теста, формовкой тестовых заготовок, выпечкой, охлаждением и упаковкой.

При подготовке сырья учтены рекомендации действующих сборников рецептур [13, 15]. Входящие ингредиенты освобождаются от упаковки, дозируются, мука просеивается.

вается. Масло сливочное зачищается от штаффа, в размяченном виде взбивается 12–15 минут с постепенным добавлением яичной массы, предварительно процеженной.

Дозированный цикорий заваривается и охлаждается.

Замачивается и доводится до кипения смесь пектина с фруктозой с последующим охлаждением.

Во взбитую массу вводятся полученные охлажденные растворы, аммоний, соль с последующим перемешиванием.

При замесе теста для кекса «Азалия» добавляется овсяная мука.

При замесе теста для кексов «Алтея», «Анемона» – смесь из двух видов муки: овсяной и амарантовой – в разных соотношениях согласно раскладке.

Полученные виды теста порционируются по формочкам и выпекаются 45 – 50 минут при температуре 180 °С. Влажность готовых изделий составляет 13,0±3 %. Выпечка охлаждается до температуры 25 °С.

Величина гликемической нагрузки является основным показателем ассортиментных позиций для диабетиков, которая рассчитывается как сумма произведений гликемического индекса на количество содержащихся углеводов, выраженных в единицах, по каждому ингредиенту, входящему в состав данной ассортиментной позиции.

Для кекса «Столичного» гликемическая нагрузка составляет 34,65 единиц. Согласно проведенному расчету определена гликемическая нагрузка разработанных мучных кондитерских изделий. Так, для кекса «Азалия» она составила 13,47 единиц, кекса «Алтея» – 13,01 единицы, кекса «Анемона» – 12,42 единицы. Как показали расчеты, гликемическая нагрузка разработанных изделий уменьшилась в 2,5–2,8 раза [4].

Органолептические показатели разработанных кексов с низкой гликемической нагрузкой в сравнении с контрольным образцом (кекс «Столичный») представлены в таблице 5.

Таблица 4. Рецептуры кексов с низкой гликемической нагрузкой
Table 4. Low glycemic load muffin recipes

Наименование сырья	Расход сырья на 1 шт. готового изделия, г			
	Кекс «Столичный» (контроль)	Кексы с низкой гликемической нагрузкой		
		«Азалия»	«Алтея»	«Анемона»
Мука пшеничная высшего сорта	23,39	-	-	-
Мука овсяная	-	24,00	19,20	12,00
Мука амарантовая	-	-	4,80	12,00
Сахар-песок	17,55	-	-	-
Фруктоза	-	9,00	10,00	12,00
Масло сливочное	17,54	17,50	17,50	17,50
Яйца	14,04	14,00	14,00	14,00
Соль	0,07	0,10	0,10	0,10
Аммоний углекислый	0,07	1,00	1,00	1,00
Изюм	17,54	-	-	-
Пудра рафинадная	0,82	-	-	-
Эссенция	0,07	-	-	-
Цикорий	-	25,00	25,00	25,00
Пектин	-	0,25	0,25	0,25
Выход	75	75	75	75

Таблица 5. Органолептические показатели кексов
Table 5. Organoleptic characteristics of muffins

Наименование показателя	Характеристика показателя			
	Кекс «Столичный» (контроль)	Кексы с низкой гликемической нагрузкой		
		«Азалия»	«Алтея»	«Анемона»
Внешний вид	Форма круглая или прямоугольная, присыпанная рафинадной пудрой с равномерным распределением изюма на разрезе	Выпуклые, с небольшим количеством трещин		
Цвет	желтый	темно-бежевый	темно-коричневый	
Запах	свежевыпеченного теста, приятный	аромат цикория и овсяной муки, без посторонних запахов	аромат цикория и амарантовой муки, без посторонних запахов	
Консистенция	мякиш плотный	мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений		
Вкус	сладкий	сдобный		

В ходе дегустации оценивались стандартные показатели качества, представленные в таблице 5. В дегустации участвовали двадцать студентов и преподавателей ФГБОУ ВО «КубГТУ», возрастной диапазон которых 20–55 лет. Результаты проведенной дегустации представлены на рисунке 1.

Согласно данным, представленным на рисунке 1, выделен по вкусу и цвету кекс «Анемона», по внешнему виду и запаху – кекс «Алтея», а по консистенции – кекс «Азалия». Анализ пищевой и энергетической ценности показал, что по количеству белков и жиров в химическом составе разработанные кексы опережают контрольный образец. Если в кексе «Столичном» белков содержится 4,81 г, жиров – 14,72 г, то в кексах с низкой гликемической нагрузкой – белков от 5,39 г (кекс «Алтея») до 6,26 г (кекс «Анемона»), жиров от 15,98 г до 16,23 г.

По углеводам ситуация обратная: контрольный образец содержит 47,13 г, а в новинках – от 29,13 г до 31,76 г.

По остальным нутриентам: пищевые волокна, минеральные вещества, витамины – содержание в пределах норматива. Из минеральных веществ по содержанию магния и фосфора преимущество у новых изделий. Так, в контрольном образце магния содержится 19,44 мг, фосфора – 81,8 мг, а в новинках содержание магния колеблется в пределах 28,94–47,42 мг, а фосфора – 116,96–167,6 мг. Новые рецептуры отличаются и пониженной калорийностью. Так, в контрольном образце энергетическая ценность составляет 338,19 ккал, а в новых разработках от 276,85 до 289,93 ккал. Данные результаты показывают, что разработанные новинки по пищевой и энергетической ценности можно рекомендовать для включения в рацион питания диабетиков.

По физико-химическим показателям не отмечено особых отклонений от норматива, задаваемого контрольным образцом, что представлено в таблице 6.

Изменение качественных показателей в течение времени оказывает влияние на со-

храняемость продукции, что может привести к микробиологической порче и черствению [8, 9, 12].

Результаты микробиологических лабораторных исследований представлены в таблице 7.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что микробиологические показатели новинок не превышают допустимого уровня. Поэтому кексы с низкой гликемической нагрузкой имеют стандартные сроки хранения – 7 суток.

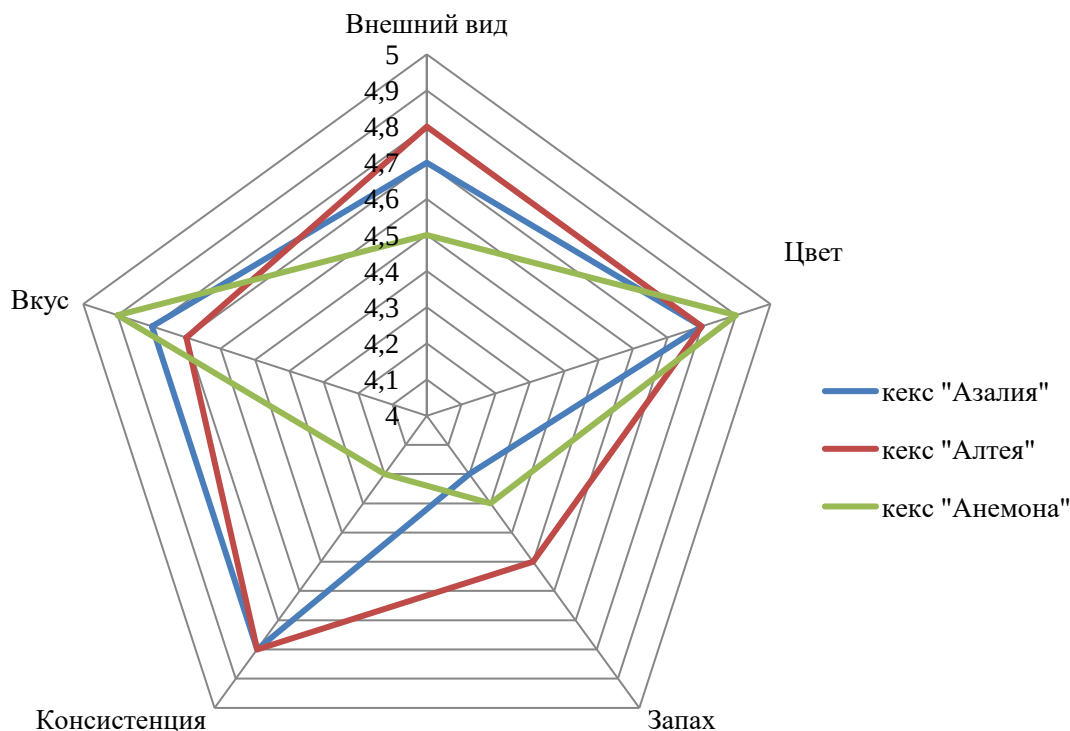


Рис. 1. Результаты дегустации кексов с низкой гликемической нагрузкой
Fig. 1. The results of tasting low glycemic load muffins

Таблица 6. Физико-химические показатели кексов
Table 6. Physicochemical properties of muffins

Наименование показателя	Значение показателя			
	кекс «Столичный» (контроль)	кексы с низкой гликемической нагрузкой		
		«Азалия»	«Алтея»	«Анемона»
Массовая доля сухих веществ, %	76,80	78,40	79,30	72,10
Массовая доля жира, %	11,90	13,20	13,80	13,90
Минеральные примеси	отсутствуют			
Посторонние примеси	отсутствуют			

Таблица 7. Микробиологические показатели кексов с низкой гликемической нагрузкой
Table 7. Microbiological parameters of low glycemic load muffins

Наименование показателей	Результаты испытаний			Нормативное значение показателя
	кекс «Азалия»	кекс «Алтея»	кекс «Анемона»	
S.aureus	не обнаружено в 0,1 г			не допускается в 0,1 г
БГКП	не обнаружено в 0,1 г			не допускается в 0,1 г
Дрожжи, КОЕ/г	менее $1,0 \times 10^1$			не более 50
КМАФАнМ, КОЕ/г	$0,7 \times 10^1$	$0,9 \times 10^1$		не более 5×10^3
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	не обнаружено в 25,0 г			не допускается в 25 г
Плесени, КОЕ/г	менее $1,0 \times 10^1$			не более 50

Закключение. С учетом поставленной цели исследования проведен анализ сырья с низким гликемическим индексом для обоснования его выбора при разработки новых рецептур кексов: «Азалия», «Алтея» и «Анемона», гликемическая нагрузка которых от 12,42 до 13,47 единиц. Ориентиром являлась рецептура кекса «Столичный» (по нормативному сборнику рецептур для предприятий общественного питания), но с заменой ингредиентов, входящих в сырьевой набор. Пшеничная мука заменена овсяной мукой и смесями овсяной и амарантовой, сахар-песок и изюм – фруктозой. В рецептуры введены пектин для повышения содержания пищевых волокон и цикорий для насыщения изделий инулином. Проведена оценка потребительских свойств, показывающая, что разработанная продукция характеризуется приятным внешним видом, хорошим вкусом,

цветом, запахом и консистенцией. Исследован химический состав, который продемонстрировал более высокую пищевую ценность новинок из-за увеличения содержания основных функциональных ингредиентов. Результаты исследований, проведенные авторами, показали, что физико-химические показатели в разработанных мучных кондитерских изделиях не превышают допустимого уровня и соответствуют требованиям ГОСТ 15052. На основании микробиологических исследований определены допустимые сроки хранения, которые составляют 7 суток, что является стандартным для данной группы продукции. С учетом представленных материалов исследований данную продукцию можно рекомендовать для расширения ассортимента специализированных продуктов питания для лиц, страдающих сахарным диабетом.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляет об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкиева А.И., Соболев И.В. Разработка функциональных продуктов для людей, страдающих сахарным диабетом // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. Краснодар, 2017. С. 898-899.

Новые технологии / New Technologies, 2024; 20 (4)

2. Барашкина Е.В., Костенко М.И., Агафонова Е.В. Разработка рецептуры десерта, обогащенного пищевыми волокнами // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017. № 1. С. 54-57.
3. Богомолов М.В. Сахарный диабет у детей и подростков. М.: Эксмо, 2015. 288 с.
4. Гликемический индекс и гликемическая нагрузка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.med39.ru/pitanie/gi.html>, свободный. MED39/. Яз. рус.
5. Джум Т.А., Тамова М.Ю. Инновации в индустрии питания: учебное 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. Каганов Б.С. Лечебное питание. Как ускорить выздоровление при хронических болезнях. М.: Эксмо, 2015. 224 с.
9. Красина И.Б., Тарасенко Н.А., Карачанская Т.А. Мучные кондитерские изделия для нутрициальной коррекции при сахарном диабете: монография. Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2010. 69 с.
10. Квалиметрические аспекты оптимизации многокомпонентных продуктов для детского питания / Р.И. Шаззо [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 9. С. 44.
11. Матвеева И.В., Смирнов С.О. Амарантовая мука в качестве сырья для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий // Хлебопродукты. Наука. Техника. Производство. 2012. № 11. С. 48-50.
12. Могильный М.П., Шленская Т.В., Лежина Е.А. Контроль качества продукции общественного питания: учебник. М.: ДеЛи плюс, 2016.
13. Павлов А.В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий. СПб: Гидрометеиздат, 2009. 294 с.
14. Способ приготовления теста для производства кекса: патент 2659082 Рос. Федерация, МПК А21D 13/04 / Иванова К.С., Гартованная Е.А.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»; № 2017126001; заявл. 19.07.2017; опубл. 28.06.2018.
15. Ханина К.С., Дунец Е.Г., Корнева О.А. Разработка рецептур и технологии мучных кондитерских изделий с низкой гликемической нагрузкой для питания больных, страдающих сахарным диабетом // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воздействий: сборник статей по материалам VIII Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию технологического факультета ВГУИТ. Воронеж, 2019. С. 341-345.
16. Чурикова С.Ю., Манжесов В.И., Бабенкова М.С. Цикорий корнеплодный как сырье для производства продуктов питания профилактического действия // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 1. С. 105-112.

REFERENCES

1. Averkieva A.I., Sobol I.V. Development of functional products for people suffering from diabetes // Scientific support of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the XI All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University and the 80th anniversary of the formation of the Krasnodar Territory. Krasnodar, 2017. P. 898-899. (In Russ.).

2. Barashkina E.V., Kostenko M.I., Agafonova E.V. Development of a recipe for a dessert enriched with dietary fiber // News of higher educational institutions. Food technology. 2017. No. 1. P. 54-57. (In Russ.).
3. Bogomolov M.V. Diabetes mellitus in children and adolescents. Moscow: Eksmo, 2015. 288 p. (In Russ.).
4. Glycemic index and glycemic load [Electronic resource]. Access mode: <https://www.med39.ru/pitanie/gi.html>, free. MED39/. (In Russ.).
5. Dzhum T.A., Tamova M.Yu. Innovations in the food industry: a tutorial. Krasnodar: KubSTU, 2023. (In Russ.).
6. Dzhum T.A., Dunets E.G. Physicochemical foundations of public catering technology: a tutorial. 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. Kaganov B.S. Therapeutic nutrition. How to speed up recovery from chronic diseases. Moscow: Eksmo, 2015. 224 p. (In Russ.).
9. Krasina I.B., Tarasenko N.A., Karachanskaya T.A. Flour confectionery products for nutritional correction in diabetes mellitus: a monograph. Krasnodar: Izdatelskiy Dom-Yug, 2010. 69 p. (In Russ.).
10. Qualimetric aspects of optimization of multicomponent products for baby food / R.I. Shazzo [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. 2010. No. 9. P. 44. (In Russ.).
11. Matveeva I.V., Smirnov S.O. Amaranth flour as a raw material for the production of gluten-free flour confectionery products // Bread products. Science. Technology. Production. 2012. No. 11. P. 48-50. (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. Pavlov A.V. Collection of recipes for flour confectionery and bakery products. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2009. 294 p. (In Russ.).
14. Method for preparing dough for cake production: patent 2659082 the Russian Federation, IPC A21D 13/04 / Ivanova K.S., Gartovannaya E.A.; patent holder: The Far Eastern State Agrarian University; No. 2017126001; declared 19.07.2017; published 28.06.2018. (In Russ.).
15. Khanina K.S., Dunets E.G., Korneva O.A. Development of recipes and technology for flour confectionery products with a low glycemic load for the nutrition of patients with diabetes mellitus // New in the technique and technology of functional food products based on medical and biological effects: a collection of articles based on the materials of the VIII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Technological Faculty of VSUET. Voronezh, 2019. P. 341-345. (In Russ.).
16. Churikova S.Yu., Manzhosov V.I., Babenkova M.S. Chicory as a raw material for the production of preventive food products // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2017. No. 1. P. 105-112.

Информация об авторах / Information about the authors

Дунец Елена Георгиевна, 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/0000-0002-4499-9069>, e-mail: dunetsL@yandex.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

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, Краснодар, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-2701-734X>, e-mail: 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, Краснодар, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>, e-mail: tamova_maya@mail.ru

Elena G. Dunets, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4499-9069>, e-mail: dunetsL@yandex.ru

Tatiana A. Dzhum, PhD (Eng.), Associate Professor, 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

Rostislav A. Zhuravlev, PhD (Eng.), Associate Professor, 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

Maya Yu. Tamova, Dr Sci. (Eng.), Head of the Department of Public Catering and Service, Professor, 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

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 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 30.08.2024

Поступила после рецензирования 31.10.2024

Принята к публикации 04.11.2024

Received 30.08.2024

Revised 31.10.2024

Accepted 04.11.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-35-44>

УДК 663.938.8:663.051



Динамика биологически активных соединений и антиоксидантной активности кофе при экстрагировании холодным способом при разных температурах

Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова✉, В.Р. Тверской

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
✉malutesha66@mail.ru*

Аннотация. Введение. Холодный способ приготовления кофе относительно новый. **Целью работы** являлось исследование динамики биологически активных соединений и антиоксидантной активности при экстрагировании кофе холодным способом на примере кофе арабика, реализуемого на российском потребительском рынке. **Методы.** Экстрагирование осуществляли в течение 24 часов в двух вариантах, отличающихся температурой воды для экстрагирования (+20°C и +4°C). В разновременные интервалы (5 минут, 1, 3, 6, 12 и 24 часа) в экстрактах определяли: спектрофотометрически содержание кофеина, сумму хлорогеновых кислот, фенольные соединения; антиоксидантную активность кулонометрическим методом. Контролем служил экстракт кофе, заваренный в френч прессе в течение 5 минут горячим способом. **Результаты.** Основная часть биологически активных соединений перешла в экстракт через 6 и 12 часов при использовании для экстрагирования воды температурой +20°C и +4°C, соответственно, составляя более 90 и 95% от их общего количества, экстрагированного за 24 часа. В то же время их антиоксидантная активность составила только 83,89 и 87,45%. Содержание биологически активных соединений и антиоксидантная активность экстрактов достигла или превысила контроль после 24 часов экстрагирования. В напитках, приготовленных в течение 6 и 24 часов (температура воды +20 °C) и 12 и 24 часов (температура воды +4°C), дополнительно определяли растворимые сухие вещества, pH, титруемую кислотность, интенсивность коричневого цвета. При более высокой температуре за 24 часа экстрагирования кофе приобретает горький привкус, что снижает его органолептическую оценку. **Заключение.** Для формирования оптимальных органолептических и антиоксидантных свойств при приготовлении кофе арабика холодным способом можно использовать воду температурой +20°C и +4°C с продолжительностью экстрагирования 6 и 24 часа соответственно.

Ключевые слова: кофе, температура экстрагирования, кофеин, хлорогеновые кислоты, фенольные соединения, антиоксидантная активность, физико-химические показатели, органолептическая оценка

Для цитирования: Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Тверской В.Р. Динамика биологически активных соединений и антиоксидантной активности кофе при экстрагировании холодным способом при разных температурах. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):35-44. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-35-44>

Dynamics of biologically active compounds and antioxidant activity of coffee during cold extraction at different temperatures

L.P. Nilova, S.M. Malyutenkova✉, V.R. Tverskoy

*Peter the Great Polytechnic University;
Petersburg, the Russian Federation,
✉malutesha66@mail.ru*

Abstract. Introduction. Cold brewing is a relatively new method of preparing coffee. The goal research was to study the dynamics of biologically active compounds and antioxidant activity during cold extraction of coffee using Arabica coffee sold on the Russian consumer market. **The Methods.** Extraction was carried out for 24 hours in two versions differing in the temperature of the water for extraction (+20°C and +4°C). At different time intervals (5 minutes, 1, 3, 6, 12 and 24 hours) the following were determined in the extracts: spectrophotometrically for caffeine content, the amount of chlorogenic acids, phenolic compounds; antioxidant activity by the coulometric method. The coffee extract brewed in a French press for 5 minutes using the hot method served as a control sample. **The Results.** The main part of biologically active compounds passed into the extract after 6 and 12 hours when using water at a temperature of +20°C and +4°C for extraction, respectively, constituting more than 90 and 95% of their total amount extracted in 24 hours. At the same time, their antioxidant activity was only 83.89 and 87.45%. The content of biologically active compounds and the antioxidant activity of the extracts reached or exceeded the control after 24 hours of extraction. In drinks prepared for 6 and 24 hours (water temperature +20 °C) and 12 and 24 hours (water temperature +4°C), soluble dry substances, pH, titratable acidity, and brown color intensity were additionally determined. At a higher temperature, coffee acquires a bitter taste during 24 hours of extraction, which reduces its organoleptic assessment. **The Conclusion.** To form optimal organoleptic and antioxidant properties when preparing Arabica coffee using cold brewing method, water at a temperature of +20°C and +4°C can be used with an extraction time of 6 and 24 hours, respectively.

Keywords: coffee, extraction temperature, caffeine, chlorogenic acids, phenolic compounds, antioxidant activity, physicochemical parameters, organoleptic assessment

For citation: Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Tverskoy V.R. Dynamics of biologically active compounds and antioxidant activity of coffee during cold extraction at different temperatures. *New technologies/ Novye tehnologii*. 2024;20 (4):35-44. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-35-44>

Введение. Кофе – один из самых популярных напитков в мире, при заваривании которого происходит экстракция ароматических веществ, кофеина и антиоксидантных соединений фенольной природы, что в совокупности обуславливает его вкусовые качества, тонизирующий эффект и антиоксидантные свойства [1, 2].

Эффективность процесса экстракции связана с множеством переменных факторов: соотношения кофе и воды, температуры воды, диаметра частиц молотого кофе и времени заваривания [3, 4]. Существуют разные способы заваривания кофе [4-7], в

которых преимущественно экстракция происходит под действием горячей воды под давлением или без него, обеспечивая довольно быстрое приготовление напитка. Высокая температура воды при заваривании кофе обеспечивает лучшую растворимость соединений средней полярности, таких как кофеин и фенольные соединения, а также способствует высвобождению липидов кофе, которые могут препятствовать ускоренной экстракции при понижении температуры [8].

При использовании для заваривания кофе холодной воды (холодный способ)

получают напиток называемый «колд брю» (Cold Brew) [3, 7, 9, 10]. Длительность процесса экстракции будет зависеть от температуры воды, которая может колебаться от +4 до +37°C, и достигать до 24 часов, при этом равновесная концентрация основных биологически активных соединений (кофеина и хлорогеновых кислот (ХК) может не совпадать с оптимальными органолептическими показателями, формируемыми ароматическими веществами [10, 11, 12]. По мнению некоторых авторов [7, 9, 13, 14], более медленные процессы экстракции изменяют вкус и аромат кофе «колд брю», уменьшая выраженность кислого вкуса и увеличивая его сладость, по сравнению с горячими способами заваривания. По данным [13], титруемая кислотность различается между ними на 20,3–43,8%.

Холодный способ заваривания кофе относительно новый, и в настоящее время продолжается поиск оптимальных условий проведения холодной экстракции. В открытой печати опубликованы противоречивые данные интенсивности экстракции биологически активных соединений, различающиеся продолжительностью экстракции при одинаковой температуре или меньшей продолжительностью при более низких температурах [3, 4, 7, 13]. При этом экстрагирование осуществляют минеральной [4] или дионизированной [13, 15] водой. Температуру воды регулируют на водяной бане [7] или в холодильнике [14]. Исследования проводят при различном соотношении кофе и воды: 1/10 [4, 13, 15]; 1/15 [14]; 2,5/100; 5,5/100 [3, 4]; 8/100 или 12/100 [9]. В России существует стандартизированная процедура приготовления кофе, отличающаяся от представленных в научной литературе условий, что может изменить результаты экстрагирования.

Цель работы. Исследование динамики биологически активных соединений и антиоксидантной активности при экстрагировании кофе холодным способом при разной температуре.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили на примере кофе арабика молотый «Живой кофе», произведенный в России, воды питьевой, бутилированной «Святой источник». Для экстрагирования согласно ГОСТ 34116–2017 использовали 7 г кофе и 100 мл воды разной температуры: +20°C; +4°C. Продолжительность экстракции – 24 часа (1440 минут) при комнатной температуре. Контролем служил напиток, полученный горячим способом заваривания в френч-прессе кипящей водой с выдержкой 5 минут.

В экстрактах после фильтрования через бумажные фильтры с разной периодичностью (5 минут, 1, 3, 6, 9, 12 и 24 часа) определяли: на спектрофотометре «UNICO-2800» содержание кофеина, сумму хлорогеновых кислот (ΣХК), общие фенольные соединения (ОФС); на кулонометрическом титранте «Эксперт-006» – антиоксидантную активность (АОА).

Кофеин определяли в хлороформенных вытяжках экстрактов после предварительного их подщелачивания до pH 12,5, измеряя оптическую плотность при длине волны 276 нм с учетом оптической плотности фона при длине волны 310 нм. Для определения суммы ХК проводили обезжиривание экстракта петролейным эфиром, затем горячей водой, охлаждали на льду, проводили измерения при длине волны 324 нм. Общее содержание ФС определяли по ГОСТ Р 55488–2013 с реактивом Фолина-Чокальтеу, измеряя оптическую плотность при длине волны 765 нм.

Кулонометрическим титрованием с электрогенерированным бромом определяли время (сек.), затраченное на титрование 2 мл каждого экстракта, после чего согласно прописи прибора пересчитывали время в количество электроэнергии, получая значения АОА в кулонах. Электролитическую ячейку прибора калибровали по рутину.

Из физико-химических показателей определяли: растворимые сухие вещества

(PCB) рефрактометрически по ГОСТ 2173–2013; значения pH на лабораторном pH-метре; титруемую кислотность (ТК) путем титрования 40 мл образца кофе 0,1 N раствором NaOH до pH 6,5 [13], выражая в мл, пошедших на титрование; интенсивность коричневого цвета (A_{420}) напитка предварительно разбавленного питьевой водой до 1:20, измеряли на спектрофотометре при длине волны 420 нм [8].

Дегустационная оценка напитков кофе проводилась специалистами в области качества в количестве 5 человек по органолептическим показателям: цвет, вкус и аромат – с максимальной оценкой 5 баллов.

Измерения проводили в 3-6 кратной повторности на каждом временном этапе, обрабатывая полученные экспериментальные данные осуществляли с использованием в Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение. Эффективность экстракции биологически активных соединений зависела от температуры воды для холодного заваривания кофе и носила аналогичный характер для исследуемых соединений. При использовании воды температурой +20 °C их экстракция происходила интенсивно даже в первые пять минут (табл. 1) благодаря хорошей растворимости соединений средней полярности. Уже через 5 минут экстракт содержал 48,6% кофеина от общего количества, извлеченного в течение 1440 мин. (24 часа). Максимальной эффективности экстракция достигла через 360 мин. (6 часов), когда количество кофеина в экстракте составило 90,76%, после чего скорость экстракции снизилась, особенно в последние 12 часов.

Использование для заваривания более холодной воды температурой +4 °C замедлило скорость экстракции кофеина, которого в первые 5 минут извлеклось на 28,2% меньше. Более медленная экстракция привела к тому, что основное количество кофеина 98,27% извлеклось в экстракт только через 12 часов. Количество кофеина в экстрактах достигло контрольных значений

(горячий способ заваривания) (табл. 2), через 6 и 12 часов, соответственно для воды температурой +20 °C и +4 °C. Через 24 часа количество кофеина в экстрактах превысило контроль на 16,5 и 5,2% соответственно, что подтверждает данные, опубликованные Fuller & Rao [3].

Динамика экстракции Σ ХК и ОФС была похожа на динамику кофеина (табл. 1). Их количество достигло контрольных значений (табл. 2) через 6 и 12 часов соответственно при использовании воды температурой +20 °C и +4 °C, составляя от общего количества за 24 часа экстракции: Σ ХК – 91,8 и 97,79%; ОФС – 93,61 и 95,16%. Несмотря на хорошую растворимость ХК в горячей и холодной воде за счет диффузии через внутригранулярные поры внутри молотого кофе, по данным [3], полная экстракция Σ ХК требует длительного периода экстрагирования. При этом холодное экстрагирование в течение 24 часов увеличивает концентрацию ОФС в экстрактах по сравнению с традиционным горячим завариванием [1].

АОА экстрактов имела такую же динамику (см. табл. 1), что отражает влияние на ее формирование исследованных биологически активных соединений. Через 6 и 12 часов экстракции, соответственно при температурах +20 °C и +4 °C, АОА кофейных экстрактов составляла 83,89 и 87,45% от значений, полученных за 24 часа экстракции, что меньше, чем доля экстрагированных биологически активных соединений. Во многих исследованиях [8, 13, 14] не установлено влияние количества ХК на АОА кофейных экстрактов. При увеличении времени заваривания с 9 до 24 часов АОА кофейных экстрактов может как уменьшаться, так и увеличиваться, возможно, из-за выбранных методов определения, что показано в работе [1]. Бразильский и колумбийский кофе за этот период повышал АОА по отношению к DPPH радикалу, но хелатирующая способность (FRAP-тест) при этом уменьшалась.

Во время длительного процесса холодного заваривания происходит также экстракция остаточных промежуточных продуктов реакции Майяра, образующихся в процессе обжарки (например, продукты перегруппировки Амадори, редуктоны и дикарбонилы), а также продуктов полимеризации низкомолекулярных меланоидинов, обладающих худшей растворимостью в холодной воде, тем самым увеличивая коричневую окраску в кофейных экстрактах [12].

Было проведен сравнительный анализ физико-химических характеристик кофе, полученных холодным способом при двух температурах за полные 24 часа (1440 минут) экстракции и на промежуточном этапе при достижении равновесной концентрации биологически активных соединений – 720 минут при температуре +4 °С и 360 минут при температуре +20 °С (табл. 2). Контролем служил кофе, полученный горячим способом в френч-прессе.

Таблица 1. Динамика биологически активных соединений и АОА при экстрагировании кофе холодным способом

Table 1. Dynamics of biologically active compounds and AOA during cold extraction of coffee

Вещество, мг/100 мл	Продолжительность экстрагирования, мин.						
	5	60	180	360	540	720	1440
Температура + 20°C							
Кофеин	13,10	17,65	21,20	24,47	25,80	26,54	26,96
Σ ХК	12,50	20,00	29,10	36,50	38,12	39,00	39,75
ОФС	149,3	228,5	311,0	357,7	370,4	380,0	382,1
АОА	135,2	211,0	258,3	275,2	288,0	297,4	307,9
Температура + 4°C							
Кофеин	10,22	12,00	15,10	18,72	21,78	23,90	24,32
Σ ХК	8,75	12,65	19,96	26,62	31,88	34,10	34,87
ОФС	105,4	135,8	198,3	268,0	312,8	350,2	368,0
АОА	102,4	130,6	182,4	207,2	233,4	254,5	291,0

Таблица 2. Физико-химические характеристики экстрактов кофе

Table 2. Physicochemical characteristics of coffee extracts

Показатели	Температура заваривания				
	+4 °С		+ 20 °С		+ 100°С
	продолжительность, мин.				
	720	1440	360	1440	5
PCB, %	0,96	1,08	1,06	1,10	1,08
A ₄₂₀	0,360	0,400	0,395	0,410	0,412
pH, ед.	5,15	5,13	5,13	5,12	5,12
ТК, мл 0,1 N NaOH	4,37	4,60	4,55	4,66	4,85
Кофеин, мг/100мл	23,90	24,32	24,47	26,96	23,22
Σ ХК, мг 100 мл	34,10	34,87	36,50	39,75	34,28
ОФС, мг ГК / 100 мл	350,2	368,0	357,7	382,10	361,55
АОА, мг рутина /100 мл	254,5	291,0	258,3	307,90	276,00

Количество PCB в напитках, полученных холодным способом независимо от температуры заваривания, достигло контрольных значений (горячий способ) только при

полном экстрагировании в течение 24 часов. С увеличением PCB повышалась интенсивность коричневого цвета (A₄₂₀), но, тем не менее, была менее выражена при заварива-

нии холодным способом даже в случае большего количества РСВ (+20 °С 24 часа), чем при горячем способе, что подтверждает исследование авторов, утверждающих худшую смачиваемость частиц и растворимости меланоидинов в холодной воде [12].

pH напитков практически не отличалось от контроля, и только при заваривании при +4 °С имело место повышение уровня pH в щелочную сторону. Многие авторы [1, 3, 4, 12, 13] отмечают, что холодный кофе характеризуется более щелочной реакцией. При этом никакой корреляции между воспринимаемой кислотностью во вкусе кофейных экстрактов, титруемой кислотностью и pH, не наблюдалось. pH характеризует концентрацию водных ионов водорода, отражая количество депротонированных молекул кислоты в тестируемом образце, тогда как общая титруемая кислотность является мерой всех кислотных протонов в образце, включая недиссоциированные протоны [13]. По их мнению, сложность экстракции депротонированных кислотных соединений приводит к существенным различиям титруемой кислотности кофе при разных способах заваривания [11, 13]. Тем не менее, в наших исследованиях прослеживается увеличение значений титруемой кислотности при более длительном экстрагировании и зависимость от температуры.

Все напитки, приготовленные холодным способом при разных температурах за 24 часа заваривания, не уступали контролю

или превышали по содержанию биологически активных соединений и антиоксидантной активности. Однако более укороченное время заваривания не позволило полностью извлечь ОФС, что отразилось на АОО экстрактов, которая была ниже, чем в контроле на 6,8 и 8,4% соответственно при использовании для экстрагирования воды температурой +20 °С и +4 °С.

Проведенная органолептическая оценка (см. табл. 3) выявила, что самыми лучшими органолептическими показателями характеризовался кофе, приготовленный в результате заваривания водой температурой +4 °С в течение 24 часов. Дегустаторы отмечали мягкий вкус напитка, с легкой кислинкой, характерной для арабики, интенсивного коричневого цвета. Более короткий промежуток времени – 720 мин. (12 часов) – для заваривания при этой температуре не позволили получить выраженный вкус и аромат кофе. Напротив, при использовании для заваривания воды температурой +20 °С напиток с более выраженными органолептическими показателями был получен за 6 часов заваривания. Увеличение времени заваривания до 1440 мин. (24 часа) придало напитку выраженную горечь, нехарактерную для арабики, что может быть обусловлено извлечением олигомеров 4-винилкатехина, для экстракции которого требуется длительное время, усиливающееся более высокой температурой холодного заваривания [3].

Таблица 3. Результаты балльной оценки органолептических показателей напитков из кофе разных способов заваривания

Table 3. The results of scoring the organoleptic characteristics of coffee drinks brewed in different ways

Показатели	Температура заваривания				
	+4 °С		+ 20 °С		+ 100°С
	продолжительность, мин.				
	720	1440	360	1440	5
Цвет напитка	4,2	5,0	5,0	5,0	5,0
Вкус	3,8	5,0	4,6	3,6	4,8
Аромат	4,2	5,0	5,0	5,0	5,0
Итого:	12,2	15,0	14,6	13,6	14,8

Заключение. При приготовлении кофе холодным способом интенсивность экстракции биологически активных соединений зависит от температуры воды, извлекаемая их в количестве более 90% при температуре +20°C за 360 мин. (6 часов) и 95% при температуре +4°C за 720 мин. (12 часов) от их общего количества, экстрагированного за 1440 мин. (24 часа), при этом антиоксидантная активность экстрактов была меньше, составляя 83,89 и 87,45% соответственно.

Кофе, приготовленный холодным способом в течение 1440 мин. (24 часа), содержит больше кофеина, ОФС и характеризуется большей АОО независимо от темпера-

туры воды для экстрагирования по сравнению с горячим способом, а Σ ХК только при использовании воды температурой +20°C. При более высокой температуре воды (+20°C для экстрагирования) кофе приобретает горький привкус, что снижает его органолептическую оценку.

Приготовление напитков из кофе арабика холодным способом можно осуществлять с использованием воды температурой +20°C с длительностью экстракции 360 мин. (6 часов) или воды температурой +4°C с длительностью экстракции 1440 мин. (24 часа), что позволит обеспечить высокие органолептические и антиоксидантные свойства готового напитка.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Parameters on antioxidant activity and caffeine content in infusions of roasted and unroasted arabica coffee beans originated from different countries Muzykiewicz-Szymańska A. [et al.] // *Molecules*. 2021. No. 26. P. 3681. DOI: 10.3390/molecules26123681
2. Antioxidant and antiradical activity of coffee / Yashin A. [et al.] // *Review. Antioxidants*. 2013. No. 2. P. 230-245. DOI:10.3390/antiox2040230
3. Fuller M., Rao N.Z. The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee // *Scientific Reports*. 2017. No. 7(1). P. 17979. DOI: 10.1038/s41598-017-18247-4
4. What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods / Angeloni G. [et al.] // *Food Research International*. 2019. No. 116. P. 1327-1335. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.10.022
5. Лашманова Л.А., Ибрагимова Р.Ю., Борисова А.В. Влияние способов заваривания кофе на органолептические и физико-химические свойства // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 3. С. 181-187. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-181-187
6. Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Тверской В.Р. Оценка антиоксидантных свойств напитков, приготовленных из кофе разными способами // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2024. Т. 13, № 2(66). С. 100-105.
7. Viability of microwave technology for accelerated cold brew coffee processing vs conventional brewing methods / Caudill M. [et al.] // *Journal of Food Engineering*. 2022. No. 317. P. 110866. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110866
8. Rao N.Z., Fuller M., Grim M.D. Physiochemical characteristics of hot and cold brew coffee chemistry: The effects of roast level and brewing temperature on compound extraction // *Foods*. 2020. No. 9. P. 902. DOI: 10.3390/foods9070902

9. Seninde D.R., Chambers I.V.E., Chambers D. Determining the impact of roasting degree, coffee to water ratio and brewing method on the sensory characteristics of cold brew Ugandan coffee // *Food Research International*. 2020. No. 137. P. 109667. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109667
10. Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method / Ludwig I.A. [et al.] // *Food Research International*. 2012. No. 48(1). P. 57-64. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.02.023
11. Evaluation of physicochemical characteristics and sensory properties of cold brew coffees prepared using ultrahigh pressure under different extraction conditions / Chen Sh. [et al.] // *Foods*. 2023. No. 12. P. 3857. DOI: 10.3390/foods12203857
12. Wang X., Lim L.-T. Effects of grind size, temperature, and brewing ratio on immersion cold brewed and french press hot brewed coffees // *Applied Food Research*. 2023. No. 3. P. 100334. DOI: 10.1016/j.afres.2023.100334
13. Rao N.Z., Fuller M. Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee // *Scientific Reports*. 2018. No. 8. P. 16030. DOI: 10.1038/s41598-018-34392-w
14. Impact of bean origin and brewing methods on bioactive compounds, bioactivities, nutrition, and sensory perception in coffee brews: An Indonesian coffee gastronomy study / Herawati D. [et al.] // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2024. No. 35. P. 100892. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2024.100892

REFERENCES

1. Parameters on antioxidant activity and caffeine content in infusions of roasted and unroasted arabica coffee beans originated from different countries Muzykiewicz-Szymańska A. [et al.] // *Molecules*. 2021. No. 26. P. 3681. DOI: 10.3390/molecules26123681
2. Antioxidant and antiradical activity of coffee / Yashin A. [et al.] // Review. *Antioxidants*. 2013. No. 2. P. 230-245. DOI: 10.3390/antiox2040230
3. Fuller M., Rao N.Z. The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee // *Scientific Reports*. 2017. No. 7(1). P. 17979. DOI: 10.1038/s41598-017-18247-4
4. What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods / Angeloni G. [et al.] // *Food Research International*. 2019. No. 116. P. 1327-1335. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.10.022
5. Lashmanova L.A., Ibragimova R.Yu., Borisova A.V. Influence of coffee brewing methods on organoleptic and physicochemical properties // *Bulletin of KrasSAU*. 2023. No. 3. P. 181-187. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-181-187 (In Russ.).
6. Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Tverskoy V.R. Evaluation of antioxidant properties of drinks prepared from coffee in different ways // *XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 2024. Vol. 13, No. 2(66). P. 100-105. (In Russ.).
7. Viability of microwave technology for accelerated cold brew coffee processing vs conventional brewing methods / Caudill M. [et al.] // *Journal of Food Engineering*. 2022. No. 317. P. 110866. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2021.110866
8. Rao N.Z., Fuller M., Grim M.D. Physiochemical characteristics of hot and cold brew coffee chemistry: The effects of roast level and brewing temperature on compound extraction // *Foods*. 2020. No. 9. P. 902. DOI: 10.3390/foods9070902
9. Seninde D.R., Chambers I.V.E., Chambers D. Determining the impact of roasting degree, coffee to water ratio and brewing method on the sensory characteristics of cold brew Ugandan coffee // *Food Research International*. 2020. No. 137. P. 109667. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109667

10. Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method / Ludwig I.A. [et al.] // Food Research International. 2012. No. 48(1). P. 57-64. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.02.023
11. Evaluation of physicochemical characteristics and sensory properties of cold brew coffees prepared using ultrahigh pressure under different extraction conditions / Chen Sh. [et al.] // Foods. 2023. No. 12. P. 3857. DOI: 10.3390/foods12203857
12. Wang X., Lim L.-T. Effects of grind size, temperature, and brewing ratio on immersion cold brewed and french press hot brewed coffees // Applied Food Research. 2023. No. 3. P. 100334. DOI: 10.1016/j.afres.2023.100334
13. Rao N.Z., Fuller M. Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee // Scientific Reports. 2018. No. 8. P. 16030. DOI: 10.1038/s41598-018-34392-w
14. Impact of bean origin and brewing methods on bioactive compounds, bioactivities, nutrition, and sensory perception in coffee brews: An Indonesian coffee gastronomy study / Herawati D. [et al.] // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2024. No. 35. P. 100892. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2024.100892

Информация об авторах / Information about the authors

Нилова Людмила Павловна, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы сервиса и торговли, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; 195251, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5154-7095>, e-mail: nilova_l_p@mail.ru

Малютенкова Светлана Михайловна, кандидат технических наук, доцент, доцент Высшей школы сервиса и торговли, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; 195251, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8081-6688> e-mail: malutesha66@mail.ru

Тверской Василий Ростиславович, аспирант Высшей школы сервиса и торговли, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; 195251, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8798-5366>, e-mail: vasilybasil@gmail.com

Liudmila P. Nilova, PhD (Eng.), Associate Professor, Higher School of Service and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 195251, the Russian Federation, St. Petersburg, 29 Politekhnicheskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5154-7095>, e-mail: nilova_l_p@mail.ru

Svetlana M. Malyutenkova, PhD (Eng.), Associate Professor, Higher School of Service and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 195251, the Russian Federation, St. Petersburg, 29 Politekhnicheskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8081-6688>, e-mail: malutesha66@mail.ru

Vasily R. Tverskoy, Postgraduate student, Higher School of Service and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 195251, the Russian Federation, St. Petersburg, 20

Politekhnikeskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8798-5366>, e-mail: vasilybasil@gmail.com

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 authors

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

Поступила в редакцию 16.09.2024

Поступила после рецензирования 30.10.2024

Принята к публикации 08.11.2024

Received 16.09.2024

Revised 30.10.2024

Accepted 08.11.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-45-60>

УДК 636.59:664.91/94:641.5



Исследование технологических показателей мяса цесарки, мускусной утки и индейки для производства кулинарной продукции по технологии су-вид

А.М. Патиева¹, С.В. Патиева¹, З.Н. Хатко²,
Т.Б. Колотий²✉, А.С. Широкова³

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; г. Краснодар, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; г. Майкоп, Российская Федерация,
✉e-mail: tatyana.kolotij@yandex.ru

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»; г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Российский рынок мяса птицы в наши дни является наиболее востребованным потребителями и быстроразвивающимся направлением, обеспечивающим продовольственную безопасность страны в целом. Изделия из мяса птицы остаются привычной пищей для российских потребителей, что стабилизирует потребительский спрос на это сырье. Для удовлетворения потребностей людей и совершенствования рациона питания необходимо применять технологии с использованием новых сырьевых ресурсов. Нетрадиционные виды сырья, обладающие биологической и повышенной пищевой ценностью, являются одним из способов расширения ассортимента функциональных продуктов питания. Мясо цесарки, утки мускусной и индейки можно отнести к этим видам сырья. Высокий спрос на мясо птицы объясняется как его потребительскими свойствами, так и низким уровнем потребительских цен в сравнении с другими видами мясной продукции. **Цель** работы – исследование технологических (массметрических) показателей мяса цесарки, мускусной утки и индейки для создания линейки кулинарной продукции по технологии су-вид. Объекты исследования – мясо цесарки, мускусной утки и индейки, вторичные продукты убоя. **Методы.** Исследование технологических свойств цесарок, мускусных уток, индеек проводили по общепринятым методикам. Перед убоем птицу взвешивали. После убоя и охлаждения до 12°C тушки и вторичные продукты убоя взвешивали. Для оценки качественных показателей мяса цесарок, мускусных уток и индеек проведена дегустация мяса и бульона. **Результаты.** Определен убойный выход, выход обваленного мяса цесарки, мускусной утки и индейки, выход вторичных продуктов убоя, проведена дегустационная оценка мяса и бульона. **Заключение.** Экспериментально установлено, что убойный выход тушки цесарки составляет 84,2%, убойный выход тушки мускусной утки составляет 94,5%, убойный выход тушки индейки составляет 95,8%. Выход мяса у цесарок, мускусной утки и индейки больше, чем у тушек кур бройлеров (75%) и гусей (70%).

Ключевые слова: цесарка, мускусная утка, технологические показатели, убойный выход, выход обваленного мяса, выход вторичных продуктов убоя, субпродукты, дегустационная оценка, технология су-вид

Для цитирования: Патиева А.М., Патиева С.В., Хатко З.Н., Колотий Т.Б., Широкова А.С. Исследование технологических показателей мяса цесарки, мускусовой утки и индейки для производства кулинарной продукции по технологии су-вид. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(4):45-60. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-45-60>

Investigation of technological parameters of guinea fowl, muscovy duck and turkey meat for the production of culinary products using sous-vide technology

A.M. Patieva¹, S.V. Patieva¹, Z.N. Khatko²,
T.B. Kolotiy²✉, A.S. Shirokova³

¹*Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin; Krasnodar, the Russian Federation*

²*Maykop State Technological University; Maikop, the Russian Federation,
✉e-mail: tatyana.kolotij@yandex.ru*

³*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, the Russian Federation*

Abstract. Introduction. The Russian poultry market is currently the most popular among consumers and a rapidly developing area that ensures food security for the country as a whole. Poultry products remain a familiar food for Russian consumers, which stabilizes consumer demand for this raw material. To meet people's needs and improve the diet, it is necessary to apply technologies using new raw materials. Unconventional types of raw materials with biological and increased nutritional value are one of the ways to expand the range of functional foods. Guinea fowl, musk duck and turkey meat can be attributed to these types of raw materials. High demand for poultry meat is explained by both its consumer properties and low consumer prices compared to other types of meat products. The goal of the research is to study technological (mass-metric) indicators of guinea fowl, musk duck and turkey meat to create a line of culinary products using sous-vide technology. Guinea fowl, musk duck and turkey meat, secondary slaughter products are the objects of the research. **The Methods.** Technological properties of guinea fowl, muscovy ducks and turkeys were studied using generally accepted methods. The birds were weighed before slaughter. After slaughter and cooling to 12°C, the carcasses and by-products of slaughter were weighed. To assess the quality indicators of guinea fowl, muscovy duck and turkey meat, the meat and broth were tasted. **The Results.** The slaughter yield, the yield of boned guinea fowl, muscovy duck and turkey meat, the yield of by-products of slaughter were determined, and a tasting assessment of the meat and broth was carried out. **Conclusions.** It was experimentally established that the slaughter yield of the guinea fowl carcass was 84.2%, the slaughter yield of the muscovy duck carcass was 94.5%, and the slaughter yield of the turkey carcass was 95.8%. The meat yield of guinea fowl, muscovy duck and turkey was higher than that of broiler chicken carcasses (75%) and geese (70%).

Keywords: guinea fowl, muscovy duck, technological indicators, slaughter yield, yield of boned meat, yield of secondary slaughter products, offal, tasting assessment, sous-vide technology

For citation: Patieva A.M., Patieva S.V., Khatko Z.N., Kolotiy T.B., Shirokova A.S. Investigation of technological parameters of guinea fowl, muscovy duck and turkey meat for the production of culinary products using sous-vide technology. *New technologies / Novye tehnologii*. 2024;20(4):45-60. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-45-60>

Введение. Мясо птицы является важной составляющей в питании человека. Согласно последним, данным почти три четверти от общего количества потребляемого мяса приходится на мясо птицы. Птицеводческая отрасль является привлекательной для инвесторов и показывает устойчивый рост, поэтому производство продуктов из мяса птицы может решить проблему дефицита животных белков в рационе населения. Из сельскохозяйственных птиц максимальное значение имеют куры и индейки, но также набирает популярность птица нетрадиционных видов: цесарки, перепела, страусы, а также водоплавающая сельскохозяйственная птица. Мясо птицы пользуется популярностью, потому что обладает гастрономическими и диетическими свойствами.

В современном мире очень быстро развивается тенденция на употребление нетрадиционных видов мяса, которое зачастую отличается от традиционных видов своим минеральным, витаминным и аминокислотным составом. Мясо цесарки, утки мускусной и индейки можно отнести к этому виду.

Практика и опыт мирового птицеводства свидетельствуют, что с увеличением производства продукции птицеводства возникает необходимость расширения ассортимента и улучшения качества пищевых продуктов, получаемых от всех видов сельскохозяйственной птицы. В настоящее время расширить ассортимент продуктов птицеводства можно за счет использования редких, мало используемых для промышленного разведения видов птицы, а также путем полной заводской переработки мяса. К таким видам птицы можно отнести цесарку и мускусную утку.

Одним из нетрадиционных видов мясного сырья является мясо цесарки, которое относят к диетическому. Мясо цесарки

характеризуется высокой массовой долей белка, невысоким содержанием жира, значительной долей незаменимых кислот.

Высокая пищевая и биологическая ценность продуктов переработки цесарок позволяет применять их в рационах питания населения разных возрастов и физиологического состояния, в частности, для геродиетического питания.

Другим видом мясного сырья, востребованность которого увеличивается в последние годы, является мясо мускусной утки. Мускусные утки представляют собой вид мяса с низким содержанием жира и высоким содержанием белка. Мускусная утка обладает уникальным строением, большим количеством полезных веществ, а также неповторимым вкусом. Само мясо имеет слабый запах мускуса, выраженный красноватый оттенок и тонкий привкус. Мясо мускусной утки отлично подходит практически для всех видов питания.

Востребованность мяса индейки увеличивается в последние годы. Мясо индейки является диетическим, гипоаллергенным, легко и практически полностью усваивается организмом, так как в его составе нет грубых пищевых волокон. Мясо индеек по сравнению со всеми остальными видами богаче витаминами группы В и имеет самое низкое содержание холестерина.

Цель исследования. Исследование технологических (массметрических) показателей мяса цесарки, мускусной утки и индейки для создания линейки кулинарной продукции по технологии су-вид.

Методы. Все исследования проводились на кафедре технологии хранения и переработки животноводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» и кафедре технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО

«Майкопский государственный технологический университет».

Для проведения технологического эксперимента использовали мясо цесарок, выращивание и убой которых происходили в условиях личного подсобного хозяйства в с. Кулешовка, мясо мускусных уток, выращивание и убой которых происходили в условиях личного подсобного хозяйства в Усть-Лабинском районе хуторе Железном, мясо индеек выращивание и убой которых происходили в условиях личного подсобного хозяйства Республики Адыгея в ст. Ханской.

Исследование технологических свойств цесарок, уток, индеек проводили по общепринятым методикам. Перед убоем птицу взвешивали. После убоя и охлаждения до 12°C тушки и вторичные продукты убоя взвешивали.

После разделки тушек на отруба последние взвешивались, далее проводили обвалку тушек. После обвалки взвешивали отдельно обваленное мясо и кости.

Результаты. Перед убоем цесарок, уток, индеек взвешивали. Результаты живой массы и массы тушек после убоя цесарок, уток, индеек представлены в таблице 1.

Как показывают данные таблицы 1, средняя вес массы тушек цесарок – 1573,4 г, мускусной утки – 2729,5 г, индейки – 7378,7 г.

После разделки тушек цесарок, мускусных уток, индеек проведён учет всех про-

дуктов убоя. Выход продуктов убоя цесарок, мускусных уток и индеек представлен в таблицах 2, 3, 4.

Анализ таблицы 2 показывает, что выход непищевых субпродуктов цесарки составляет в среднем: голова – 3,2% от массы потрошенной тушки; лапы – 2,3%, шея – 1,7%.

Выход пищевых субпродуктов цесарки составляет: крылья – 4,6%, сердце – 0,8%, печень – 2,0%, почки – 0,04%, легкие – 0,6%, желудок – 2,3%. Значительную разницу не имеют следующие субпродукты: шея, почки, голова, крылья. Внутренний жир имеет разницу в 85,6 г, возможно, эта разница обусловлена тем, что тушка №1 питалась отлично от тушки №2, то есть вторая употребляла более калорийный корм.

Данные таблицы 3 показывают, что масса внутренних органов мускусного селезня от общей массы тушки составляет: сердце – 1,2%; печени – 1,8%; легкие – 1,15%. Также масса отрубов от массы всей тушки составляет: голова – 4,1%; шея – 3,5%; лапы – 2,2%; крылья – 12,9%. Необходимо отметить, что внутренний жир во всех трех тушках отсутствовал.

После взвешивания тушек и субпродуктов цесарок, мускусных уток и индеек рассчитали убойный выход. Расчет убойного выхода мяса и субпродуктов цесарок, мускусных уток и индеек представлен в таблицах 5, 6, 7.

Таблица 1. Живая масса и масса тушек после убоя цесарок, уток, индейки, г
Table 1. Live weight and carcass weight of guinea fowl, ducks and turkeys after slaughter, g

Показатель	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3	Средний вес
Цесарка				
Живая масса	1690,0	1810,0	-	1751,8
Масса тушек	1488,5	1662,3	-	1573,4
Мускусная утка				
Живая масса	2769,0	2879,7	3013,3	2887,0
Масса тушек	2538,6	2754,7	2895,3	2729,5
Индейка				
Живая масса	8365,0	7325,0	7422,0	7704,0
Масса тушек	8005,0	7005,0	7126,0	7378,7

Таблица 2. Выход продуктов убоя цесарки, г
Table 2. Yield of guinea fowl slaughter products, g

Показатель	Тушка №1	Тушка №2
Тушка	1488,5	1662,3
Голова	47,3	53,9
Шея	26,0	29,6
Лапы	33,7	41,1
Крылья	69,4	76,3
Сердце	9,9	15,6
Печень	28,9	35,3
Почки	0,6	0,9
Легкие	7,4	13,9
Желудок	32,8	40,7
Внутренний жир	21,1	106,7
Тушка потрошенная	1307,6	1340,3
Длина кишечника, см	68,0	71,0

Таблица 3. Выход продуктов убоя мускусной утки, г
Table 3. Output of slaughter products of muscovy duck, g

Наименование продуктов убоя	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Голова	103	127,4	114,3
Шея	93,8	122,8	97,7
Лапы	62,1	59,4	61,3
Крылья	345,05	368,1	356,3
Сердце	31,1	30,8	30,7
Печень	48,8	50,8	49,1
Легкие	28,2	34,8	31,7
Желудок	47,6 г	54,5	49,8
Яйцо	28,8	29,2	30,2
Длина кишечника, см	187,0	179,4	184,6

Анализ данных таблицы 5 показывает, что выход мяса у цесарок больше, чем у тушек кур бройлеров (75%), уток (65%), гусей (70%). Показатели внутреннего жира имеют большую разницу (6,35%), также имеются отличия по убойному выходу желудка (0,53%) и легких (0,48%). Выход пищевых субпродуктов больше, чем непищевых субпродуктов, что является хорошим показателем для продуктов общего и специального назначения.

Данные таблицы 6 показывают, что самый большой процентный выход из субпродуктов составляет голова, составляет в среднем 4,2%, а шея – 3,9%.

Анализ данных таблицы 7, показывает, что самый большой процентный выход из субпродуктов составляет мышечный желудок, который составляет в среднем 3,0%.

После нутровки птицы было произведено деление тушки на отруба. Выхода отрубов представляют технологический интерес. У цесарки и мускусной утки были выделены традиционные отруба: грудка, бедро, крестец, спина. Результаты деления тушек цесарок, мускусных уток и индеек на отруба представлен в таблицах 8, 9, 10.

Данные таблицы 8 показывают, что выход особо ценных продуктов убоя в технологии переработки отрубов цесарки составляет: грудка – 12,1%, голень – 7,7%, спина – 12,2%, крылья – 5,2%

к массе потрошенной тушки № 1. По сравнению с массой потрошённой тушки № 2 выход отрубов составил: грудка – 18,4%, голень – 9,6%, спина – 27,1%, крылья – 5,08%.

Таблица 4. Выход продуктов убоя индейки, г
Table 4. Yield of turkey slaughter products, g

Наименование продуктов убоя	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Голова	135,1	132,1	127,0
Шея	131,1	136,1	118,1
Крылья	556,4	678,2	700,1
Бедро	1185,4	706,0	948,0
Голень	978,6	770,2	896,3
Филе	1355,2	1576,2	1456,3
Корпус	1424,6	1338,0	1228,1
Сердце	48,34	30,21	36,01
Печень	139,5	120,3	127,4
Желудок	233,5	212,7	226,9
Сердце	48,3	30,2	36,0
Легкие	33,1	30,2	32,8
Почки	6,6	6,5	5,9
Надпочечники	5,5	5,44	5,01
Семенники	23,2	20,8	21,3
Подкожный жир	94,6	92,5	180,4
Желчный пузырь	8,4	7,9	7,4
Длина кишечника, см	255,0	220,0	234,0

Таблица 5. Убойный выход мяса и субпродуктов цесарок
(в % к массе тушки)

Table 5. Slaughter yield of meat and offal of guinea fowl
(in % of carcass weight)

Показатель убойного выхода	Тушка №1	Тушка №2
Тушка	87,8	80,6
Голова	3,6	4,02
Шея	1,9	2,2
Лапы	2,5	3,1
Крылья	5,3	5,6
Сердце	0,8	1,2
Печень	2,2	2,6
Почки	0,04	0,1
Легкие	0,6	1,0
Желудок	2,5	3,0
Внутренний жир	1,6	7,9

Таблица 6. Убойный выход мяса и субпродуктов мускусной утки,
(в % к массе тушки)

Table 6. Slaughter yield of meat and offal of Muscovy duck, (in % of carcass weight)

Показатель убойного выхода	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Тушка	91,7	95,6	96,1
Голова	4,1	4,6	3,9
Шея	3,7	4,5	3,4
Лапы	2,5	2,1	2,1
Крылья	13,6	13,4	12,3
Сердце	1,22	1,1	1,06
Печень	1,9	1,8	1,7
Легкие	1,1	1,3	1,1
Желудок	1,9	2	1,7
Яйцо	1,1	1,1	1,0

Таблица 7. Убойный выход мяса и субпродуктов индеек
(в % к массе тушки)

Table 7. Slaughter yield of meat and by-products of turkeys (in % of carcass weight)

Показатель убойного выхода	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Тушка	95,7	95,6	96,0
Голова	1,6	1,8	1,7
Шея	1,6	1,9	1,6
Крылья	6,7	9,3	9,4
Бедро	14,2	9,6	12,8
Голень	11,7	10,5	12,1
Филе	16,2	21,5	19,6
Корпус	17,0	18,3	16,5
Сердце	0,6	0,4	0,5
Печень	1,7	1,7	1,8
Желудок	2,9	3,0	3,2
Сердце	0,6	0,4	0,5
Легкие	0,4	0,4	0,5
Почки	0,1	0,1	0,1
Надпочечники	0,1	0,1	0,1
Семенники	0,3	0,3	0,3
Подкожный жир	1,2	1,3	2,5
Желчный пузырь	0,1	0,1	0,1

Таблица 8. Выход отрубов тушки цесарки, г

Table 8. Yield of guinea fowl carcass cuts, g

Наименование отруба	Тушка №1	Тушка №2
Бедро	141,5	224,0
Голень	118,3	141,5
Грудка	225,8	268,9
Спина	340,5	387,6

Анализ данных таблицы 9 показывает, что выход особо ценных в технологии переработки отрубов мускусной утки в среднем составил: грудка – 590,7 г, бедро – 476,2 г, крестец – 247,3 г, спина – 412 г.

У индейки в первую очередь удалили крылья (отделили на плечевую и заплечную части), окорочок (бедро и голень), затем отделили филе от корпуса.

Также для производства мясных изделий важен выход обваленного мяса. В связи с этим была проведена обвалка мяса цесарок, мускусных уток и индеек.

Для изучения выхода обваленного мяса была произведена обвалка отрубов тушек цесарок, мускусных уток и индеек. Результаты обвалки тушек представлены в таблицах 11, 12, 13.

Анализ данных таблицы 11 показывает, что при сравнении тушки №1 и тушки №2, разница выходов обваленного мяса с частей тушки составила: бедро – 4%, голень – 0,2%, спина – 1,4%, крылья – 0,4%, грудка – 6,1%.

Данные таблицы показывают, что выход пищевых субпродуктов из мяса цесарки отличный, что является хорошим потенциалом для разработки продуктов питания общего и специального назначения. Выход отрубов бедра к средней массе потрошенной тушки составил 11,2%, выход грудки – 11,6%, спина – 7,2%, крылья – 4,3%, голень – 6,2%. Анализируя выход обваленного мяса по отношению к отрубам, можно заметить, что кости цесарки легкие, что является качественным показателем.

Таблица 9. Выход отрубов мускусной утки, г

Table 9. Muscovy duck cuts yield, g

Наименование отруба	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Грудка	560,6	614,1	597,4
Бедро	463,8	487,4	477,5
Крестец	257,0	240,0	244,8
Спина	384,4	443,2	408,6

Таблица 10. Выход отрубов индейки, г

Table 10. Turkey cuts yield, g

Наименование отруба	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Голова	135,1	132,1	127,0
Шея	131,1	136,1	118,1
Крылья	556,4	678,2	700,1
Бедро	1185,4	706,0	948,0
Голень	978,6	770,2	896,3
Филе	1355,2	1576,2	1456,3
Корпус	1424,6	1338,0	1228,1

Таблица 11. Выход обваленного мяса с отрубов цесарки, г

Table 11. Yield of boned meat from guinea fowl cuts, g

Показатель	Тушка №1	Тушка №2
Грудка	141,5	224,0
Бедро	155,8	199,4
Голень	94,5	103,8
Спина	118,9	109,2
Крылья	64,9	71,6

Анализ данных таблицы 12 показывает, что в среднем выход обваленного мяса с бедер утки имеет наибольший выход (394,8 г).

Анализ данных таблицы 13 показывает, что наибольший выход обваленного мяса у мяса с бедер индейки (818,5 г).

В целях оценки качественных показателей мяса цесарок, мускусных уток и индеек

была проведена дегустация мяса и бульона по 9 балльной шкале согласно ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки». Для проведения дегустации были отобраны образцы мяса с бедер и грудки. Результаты дегустационной оценки мяса цесарки представлены на рисунках 1 и 2.

Таблица 12. Выход обваленного мяса с отрубов мускусовой утки, г

Table 12. Yield of boned meat from muscovy duck cuts, g

Наименование продуктов убоя	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Бедро	387,0	402,9	394,5
Спина	141,9	149,7	145,3
Крестец	115,9	139,8	124,9
Плечо	143,4	139,6	138,7

Таблица 13. Выход обваленного мяса с отрубов индейки, г

Table 13. Yield of boned meat from turkey cuts, g

Наименование продуктов убоя	Тушка №1	Тушка №2	Тушка №3
Голова	53,2	40,3	65,7
Шея	129,0	123,0	117,0
Крылья	331,7	452,3	472,1
Бедро	1047,9	612,0	795,7
Голень	862,4	653,7	784,6
Корпус	574,1	536,8	582,6

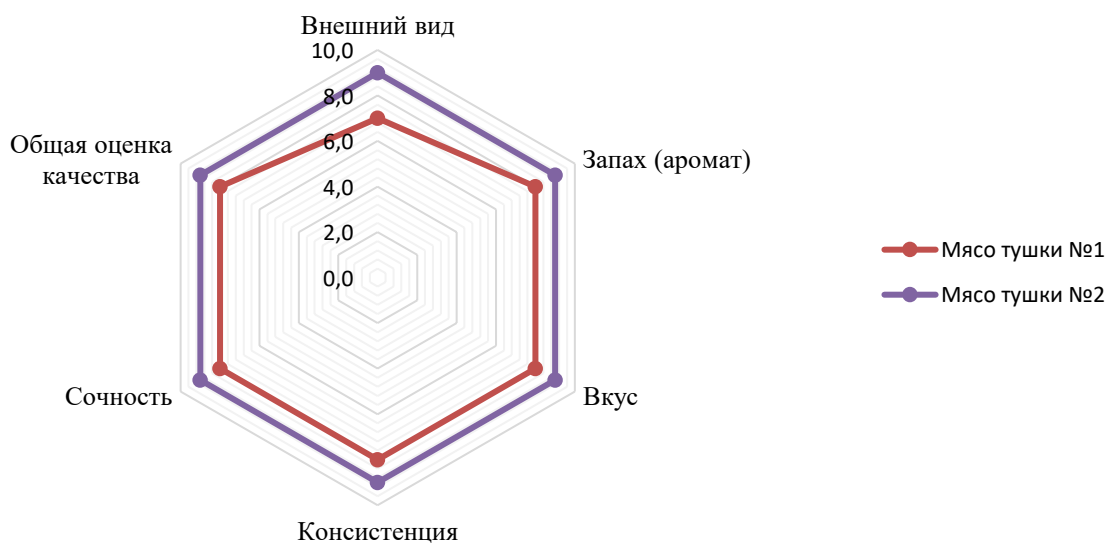


Рис. 1. Органолептический профиль опытных образцов мяса цесарки

Fig. 1. Organoleptic profile of experimental samples of guinea fowl meat

В результате дегустационной оценки мясо тушки №1 набрало 47 баллов, а максимальное количество баллов (54 балла) набрало мясо тушки №2.

В результате дегустационной оценки бульон из мяса тушки №2 набрал максимальное количество баллов (45 баллов).

Результаты оценки дегустации мяса и бульона мускусной утки представлены на рисунках 3 и 4.

Лучшим и сбалансированным по дегустационным показателям является мясо тушки № 3.

Дегустационная оценка бульона из мяса тушки №3 также была достаточно высокая. Отмечен приятный аромат и вкус, соломенный цвет и достаточная прозрачность, хорошая наваристость и долго не проходящий мясной вкус.

Результаты оценки дегустации мяса и бульона индейки представлены на рисунках 5 и 6.

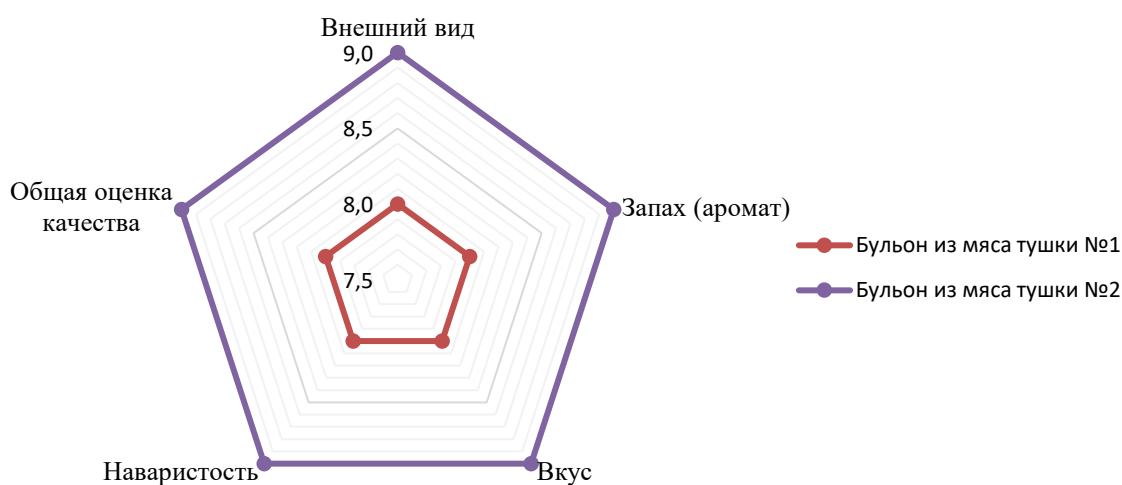


Рис. 2. Органолептический профиль опытных образцов бульона из мяса цесарки
Fig. 2. Organoleptic profile of experimental samples of guinea fowl broth

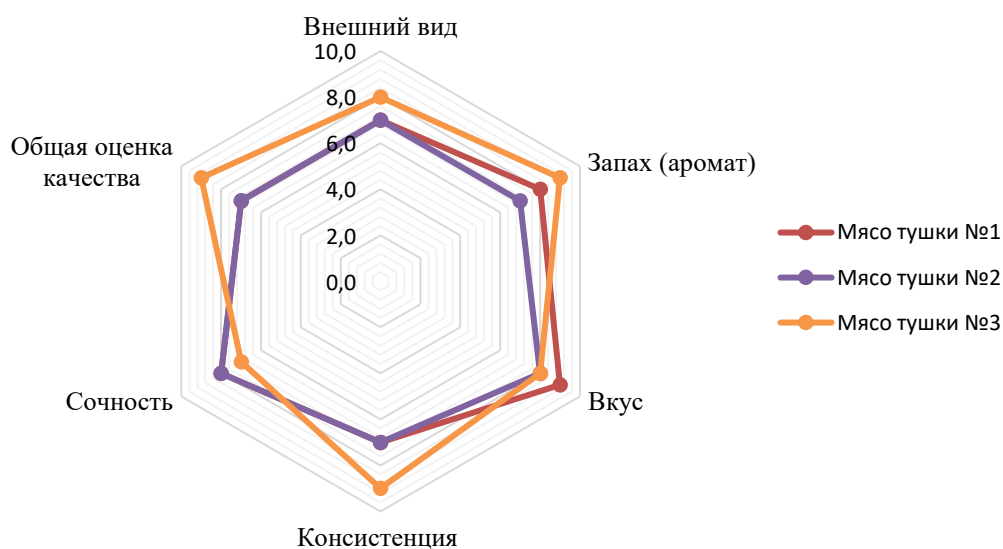


Рис. 3. Органолептический профиль опытных образцов мяса мускусной утки
Fig. 3. Organoleptic profile of experimental samples of muscovy duck meat

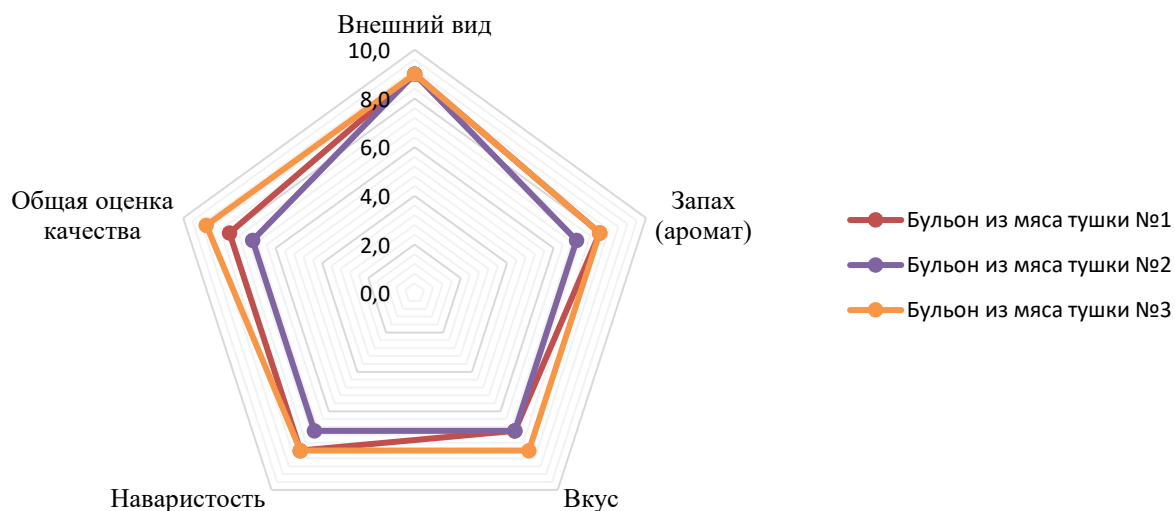


Рис. 4. Органолептический профиль опытных образцов бульона из мяса мускусной утки

Fig. 4. Organoleptic profile of experimental samples of broth from muscovy duck meat

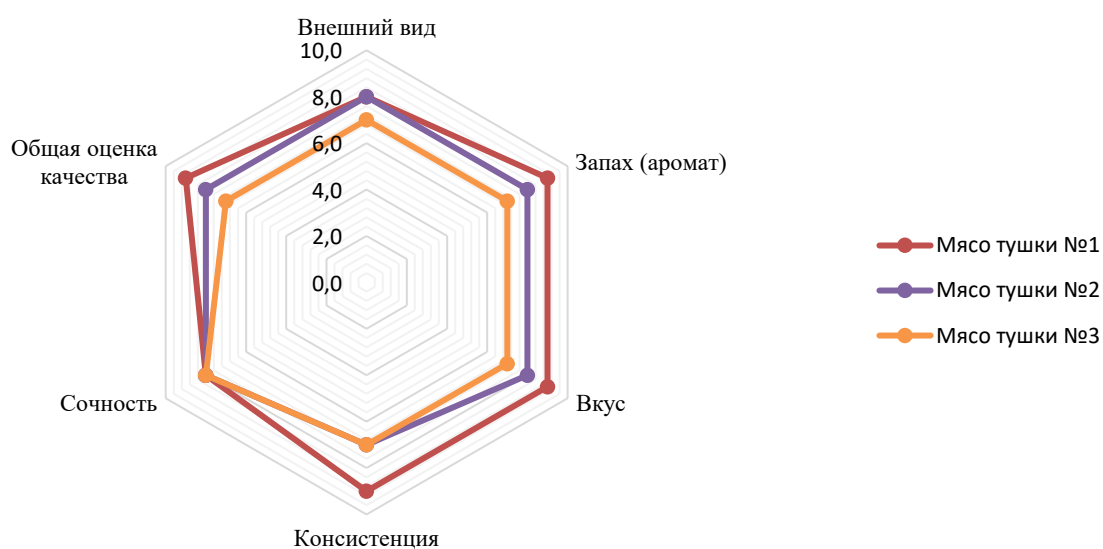


Рис. 5. Органолептический профиль опытных образцов мяса индейки

Fig. 5. Organoleptic profile of experimental samples of turkey meat

Как показал рисунок 5, мясо тушки индейки №1 имело более высокие показатели дегустационной оценки.

Дегустационная оценка бульона, приготовленного из мяса индейки, показала, что наилучший результат по такому показателю, как вкус, наблю-

дался у мяса тушки индейки №1, который был выше, чем у тушки индейки №2 и №3.

Для приготовления инновационной кулинарной продукции из мяса цесарок, мускусных уток и индеек применяется технология су-вид.

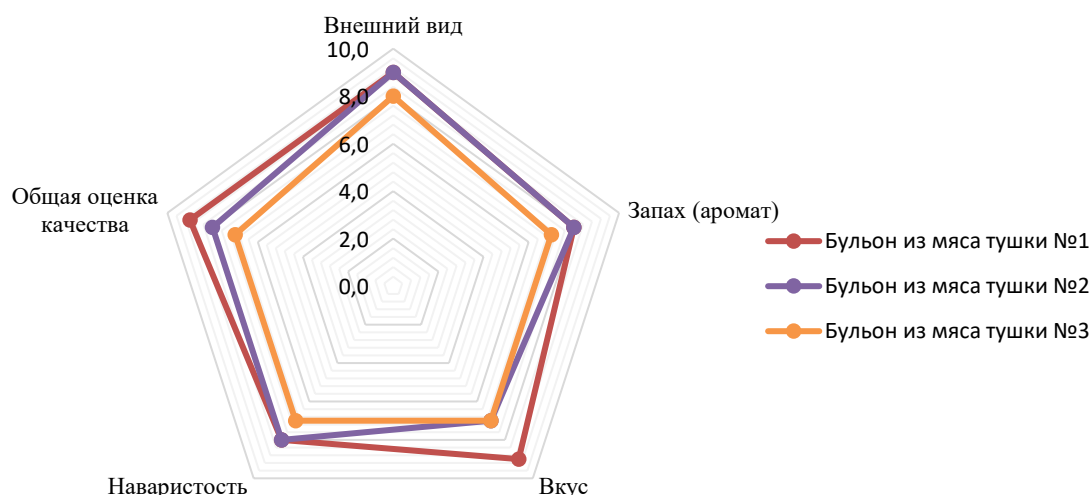


Рис. 6. Органолептический профиль опытных образцов бульона из мяса индейки

Fig. 6. Organoleptic profile of experimental samples of broth from turkey meat

Низкотемпературная варка при технологии су-вид помогает получить готовый продукт с хорошими потребительскими свойствами: улучшается вкус, консистенция, внешний вид, форма, сохраняются все питательные вещества благодаря отсутствию контакта с водой [6].

В результате после процесса тепловой обработки по технологии су-вид волокна мяса цесарки, мускусной утки и индейки остаются наиболее целостными, обладают идеальным вкусом и консистенцией благодаря отсутствию контакта с водой. После варки традиционным способом ткани мяса более рыхлой и распадающейся консистенции [4,7]. Филе практически полностью сохраняет все питательные вещества, вкус, сочность, свежесть, цвет, внешний вид, мягкую и эластичную структуру мяса, уменьшаются потери массы.

Согласно данным, полученным после проведения исследования, можно подчеркнуть, что технологический процесс приготовления кулинарной продукции по технологии су-вид показывает преимущественные показатели качества филе цесарки, мускусной утки и индейки.

Полученная новая кулинарная продукция несет оздоравливающую направленность [5] и будет востребована в сети предприятий общественного питания.

Заключение.

1. Для определения технологических свойств мяса цесарки, мускусной утки и индейки был проведен убой, а также изучены технологические свойства: убойный выход мяса, выход других продуктов убоя.

2. Убойный выход мяса цесарки в среднем составил – 84,2%. Убойный выход мяса мускусной утки в среднем составил – 94,4 %. Убойный выход мяса индейки в среднем составил – 95,8%. Самый высокий убойный выход мяса у индейки.

3. Выход обваленного мяса цесарки составил в среднем 641,7 г. Выход обваленного мяса мускусной утки составляет в среднем 807,8 г. Выход обваленного мяса индейки составил в среднем 2744,7 г. Наибольший выход обваленного мяса у индейки.

4. В целом можно отметить, что мясо мускусной утки, по сравнению с мясом цесарок и индеек, является более сочным и нежным. Однако мясо индеек имеет более насыщенный вкус и аромат.

5. Кулинарная продукция из мяса, в том числе мяса птицы, приготовленная по технологии су-вид, обеспечивает преимущественные показатели качества полуфабрикатов различной степени готовности и готовой продукции по биологической и пищевой ценности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенова К.А., Глебочев С.Н. Ветеринарно-санитарная характеристика подконтрольных госветнадзору продуктов полученных от разведения цесарки домашней // Проблемы ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизы и биологической безопасности. 2015. С. 7-9.
2. Антипова Л.В., Полянских С.В., Ковалев Д.Ю. Пищевая ценность и свойства мяса механической обвалки цесарки // Мясная индустрия. 2011. № 5. С. 24-28.
3. Баженов Н.А., Забиякин В.А. Диетические свойства мяса цесарок // Современные проблемы медицины и естественных наук: сборник статей Международной научной конференции. Йошкар-Ола, 2016. С. 70-73.
4. Бачкова Р.С. Настоящее и будущее Российского племенного птицеводства // Птицеводство. 2017. № 1. С. 9-16.
5. Безряднова А.С. Использование мяса птицы для производства продукции здорового питания // Птица и птицепродукты. 2016. № 5. С. 55-58.
6. Грибкова О.М., Понасенкова О.Р. Мясо цесарки – качество, традиция, вкус // Наука и образование в современном обществе: вектор развития: материалы Международной научно-практической конференции. Люберцы, 2014. С. 33-34.
7. Коновалова Д.Ю., Кузьменко А.А., Патиева А.М. Биологическая ценность мяса мускусной утки // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам Семьдесят восьмой научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год: в 3-х ч. (Краснодар, 01-31 марта 2023 г.). Ч. 1. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2023. С. 930-931.
8. Патиева А.М., Патиева Т.П., Зыкова А.В. Использование мяса индейки в производстве функциональных продуктов питания // Технологии и продукты здорового питания: сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием (Саратов, 17-18 дек. 2020 г.). Саратов, 2021. С. 524-526.
9. Хатко З.Н., Широкова А.С. Перспективы производства кулинарной продукции из индейки // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 1. С. 93-105.
10. Stephen M. Lonergan, Dennis N. Marple Processing and production of sausage products in Animal Science and Meat Production Technology (Second Edition). 2019. С. 94-106.
11. Technological solution for turkey meat processing / Y.M Rebezov [et al.]. 2020. С. 125-136.
12. Freshness evaluation of three kinds of meats based on the electronic nose / J.Chen [et al.] // Sensors (Switzerland). 2019. No. 19(3). P. 605.
13. Express method to manufacture native preparations to determine the Turkey meat freshness degree / T.V. Kalyuzhnaya [et al.] // Journal by Innovative Scientific Information & Services Network. Bioscience research. 2021. No. 18(3). P. 2278-2283.

14. Moran E.T., Bauermeister L. Cooking frozen Turkey: duration, yield and stuffing alterations with solid-state starting temperature // Poultry Science. 2015. No. 94. P. 1973-1978.

REFERENCES

1. Aksenova K.A., Glebochev S.N. Veterinary and sanitary characteristics of products obtained from breeding domestic guinea fowl subject to state veterinary supervision // Problems of veterinary science and veterinary-sanitary expertise and biological safety. 2015. P. 7-9. (In Russ.).
2. Antipova L.V., Polyanskikh S.V., Kovalev D.Yu. Nutritional value and properties of mechanically deboned guinea fowl meat // Meat industry. 2011. No. 5. P. 24-28. (In Russ.).
3. Bazhenov N.A., Zabiyaikin V.A. Dietary properties of guinea fowl meat // Modern problems of medicine and natural sciences: collection of articles of the International scientific conference. 2016. P. 70-73. (In Russ.).
4. Bachkova R.S. The present and future of Russian breeding poultry farming // Poultry farming. 2017. No. 1. P. 9-16. (In Russ.).
5. Bezryadnova A.S. Use of poultry meat for the production of healthy food products // Poultry and poultry products. 2016. No. 5. P. 55-58. (In Russ.).
6. Gribkova O.M., Ponasenkov O.R. Guinea fowl meat - quality, tradition, taste // Science and education in modern society: development vector: based on the materials of the International scientific and practical conference. 2014. P. 33-34. (In Russ.).
7. Konovalova D. Yu., Kuzmenko A. A., Patieva A. M. Biological value of Muscovy duck meat // Scientific support for the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 78th scientific and practical conference of students on the results of R&D for 2022. In 3 parts (Krasnodar, March 1-31, 2023). Part 1. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2023. P. 930-931. (In Russ.).
8. Patieva A.M., Patieva T. P., Zyкова A.V. Use of turkey meat in the production of functional foods // Technologies and products of healthy nutrition: Collection of articles of the XII National scientific and practical conference with international participation, Saratov (December 17-18, 2020). Saratov, 2021. P. 524-526. (In Russ.).
9. Khatko Z.N., Shirokova A.S. Prospects for the production of culinary products from turkey // New technologies. 2022. No. 1. P. 93-105. (In Russ.).
10. Stephen M. Lonergan, Dennis N. Marple, Processing and production of sausage products in Animal Science and Meat Production Technology (Second Edition), 2019. P. 94-106.
11. Technological solution for turkey meat processing / Rebezov Y.M. [et al.]. 2020. P. 125-136.
12. Freshness evaluation of three kinds of meats based on the electronic nose / J.Chen [et al.] // Sensors (Switzerland). 2019. No. 19(3). P. 605.
13. Kalyuzhnaya T.V., Express method to manufacture native preparations to determine the Turkey meat freshness degree / T.V. Kalyuzhnaya [et al.] // Journal by Innovative Scientific Information & Services Network. Bioscience research. 2021. No. 18(3). P. 2278-2283.
14. Moran E.T., Bauermeister L. Cooking frozen Turkey: duration, yield and stuffing alterations with solid-state starting temperature // Poultry Science. 2015. No. 94. P. 1973-1978.

Информация об авторах / Information about the authors

Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13, e-mail: patieva.s@kubsau.ru

Патиева Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13, patievasv@mail.ru

Хатко Зурет Нурбиевна, доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии пищевых продуктов и организации питания Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7097-1345>, e-mail: znkhatko@mail.ru

Колотий Татьяна Борисовна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1665-5744>, e-mail: tatyana.kolotij@yandex.ru

Широкова Анна Сергеевна, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»; 394036, Российская Федерация, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19, e-mail: an.shirokova2017@gmail.com

Alexandra M. Patieva, Dr Sci. (Agr.), Professor, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St, e-mail: patieva.s@kubsau.ru

Svetlana V. Patieva, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Livestock Product Storage and Processing Technology, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St, e-mail: patievasv@mail.ru

Zurek N. Khatko, Dr Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Catering, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7097-1345>, e-mail: znkhatko@mail.ru

Tatyana B. Kolotiy, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Food Technology and Catering, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7097-1345>, e-mail: tatyana.kolotij@yandex.ru

Anna S. Shirokova, Postgraduate student, Voronezh State University of Engineering Technologies; 394036, the Russian Federation, Voronezh, 19 Revolution Avenue, e-mail: an.shirokova2017@gmail.com

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 authors

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

Поступила в редакцию 11.10.2024

Поступила после рецензирования 14.11.2024

Принята к публикации 18.11.2024

Received 11.10.2024

Revised 14.11.2024

Accepted 18.11.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-61-71>

УДК [637.146.34:633.31/37]:641.5



Разработка рецептуры йогурта с использованием клитории тройчатой

Е.В. Ражина✉, Е.С. Смирнова, Н.Л. Лопаева,
И.М. Хайрова, Л.М. Стахеева, В.Н. Синько,
А.В. Шиловцев, П.С. Галушина

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация,
✉e-mail: eva.mats@mail.ru*

Аннотация. Разработана рецептура производства йогуртов с введением порошка и настоя клитории тройчатой разной концентрации, проведен контроль качества готовой продукции по органолептическим и физико-химическим показателям. **Целью работы** являлось разработать рецептуру йогурта с введением разной концентрации настоя и порошка клитории тройчатой, оценить качественные составляющие готовых продуктов. **Исследования** осуществлялись в лаборатории кафедры биотехнологии и пищевых продуктов ФГБОУ ВО Уральского ГАУ. Для производства йогуртов использовали молоко питьевое пастеризованное, с массовой долей жира 3,2%, закваску комплексную, состоящую из *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* (разновидность *bulgaricus*), *Lactobacillus casei*, настоя и порошок клитории тройчатой, сироп топинамбура, ванилин. Термостатирование образцов осуществлялось в йогуртнице Galaxy GL2696 в течение 10 часов. Всего получено 7 образцов, 6 из них обогащены порошком и настоем клитории тройчатой, и один образец являлся контрольным. Лучшим по результатам органолептических исследований признан образец №2, изготовленный с добавлением порошка клитории тройчатой массой 2 г. Йогурт имел приятные фруктовые вкус и запах, однородную консистенцию, светло-сиреневый цвет. Йогурты, изготовленные с внесением настоя клитории тройчатой имели слоистую консистенцию, не совсем приятный травянистый вкус, некоторые образцы характеризовались легким металлическим привкусом. **Результаты** физико-химических исследований свидетельствуют о незначительном повышении массовой доли жира, белка и кислотности при внесении порошка клитории тройчатой. Настой клитории тройчатой, наоборот, повлиял на снижение содержания жира, белка и кислотности в готовых образцах. **Заключение.** Рекомендуем использовать йогурт с добавлением 2 г порошка клитории тройчатой в питании людей разных возрастных категорий.

Ключевые слова: йогурт, рецептура, порошок, настой, клитория тройчатая, контроль качества

Для цитирования: Ражина Е.В., Смирнова Е.С., Лопаева Н.Л., Стахеева Л.М., Хайрова И.М., Синько В.Н., Шиловцев А.В., Галушина П.С. Разработка рецептуры йогурта с использованием клитории тройчатой. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(4):61-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-61-71>

Development of a yogurt recipe using *Clitoria Ternatea*

E.V. Razhina✉, E.S. Smirnova, N.L. Lopaeva,
I.M. Khairova, L.M. Stakheeva, V.N. Sinko,
A.V. Shilovtsev, P.S. Galushina

Ural State Agrarian University; Ekaterinburg, the Russian Federation,

✉e-mail: eva.mats@mail.ru

Abstract. A recipe for the production of yoghurts with the introduction of powder and infusion of ternate clitoria of different concentrations has been developed; quality control of the finished products for organoleptic and physicochemical indicators has been carried out. **The goal of the research** was to develop a recipe for yoghurt with the introduction of different concentrations of infusion and powder of ternate clitoria, to evaluate the quality components of the finished products. **The studies** were carried out in the laboratory of the Department of Biotechnology and Food Products of the Ural State Agrarian University. Pasteurized drinking milk with a fat content of 3.2%, a complex starter culture consisting of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* (variety *bulgaricus*), *Lactobacillus casei*, infusion and powder of ternate clitoria, Jerusalem artichoke syrup, and vanillin were used for the production of yoghurts. Temperature control of the samples was carried out in a Galaxy GL2696 yoghurt maker for 10 hours. A total of 7 samples were obtained, 6 of which were enriched with powder and infusion of ternate clitoria, and one sample was a control one. Sample No. 2, made with the addition of ternate clitoria powder weighing 2 g, was recognized as the best according to the results of organoleptic studies. The yogurt had a pleasant fruity taste and smell, a uniform consistency, and a light lilac color. Yogurts made with the addition of ternate clitoria infusion had a layered consistency, a not entirely pleasant herbaceous taste, and some samples were characterized by a slight metallic taste. **The results** of physicochemical studies indicated a slight increase in the mass fraction of fat, protein, and acidity when adding ternate clitoria powder. On the contrary, ternate clitoria infusion affected a decrease in the content of fat, protein, and acidity in the finished samples. **Conclusions.** It is recommended to use yogurt with the addition of 2 g of ternate clitoria powder in the diet of people of different age groups.

Keywords: yogurt, formulation, powder, infusion, *Clitoria ternatea*, quality control

For citation: Razhina E.V., Smirnova E.S., Lopaeva N.L., Stakheeva L.M., Khairova I.M., Sinko V.N., Shilovtsev A.V., Galushina P.S. Development of a yogurt recipe using *Clitoria ternatea*. *New technologies / Novye Tehnologii*. 2024;20(4):61-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-61-71>

Введение. В настоящее время количество научных публикаций, основанных на использовании натурального растительного сырья в производстве продуктов питания, значительно увеличивается [1-3]. Авторы осуществляют поиск растений, органы которых содержат биологически активные вещества, необходимые для профилактики и лечения сердечно-сосудистых, онкологических и других видов болезней [4-5]. В основном изучаются вопросы содержания в продуктах питания витаминов, минеральных веществ, растительных волокон, антиоксидантов, флавоноидов [1, 6-7]. Входящие в состав

растений биологически активные составляющие могут обладать антиметастатическим и радиопротекторным воздействием благодаря адаптогенным и иммуностимулирующим характеристикам. Учеными доказана иммуностимулирующая активность следующих растений: элеутерококк колючий, подорожник большой, солодка голая, бадан толстолистный, девясил высокий, эхинаcea пурпурная [8-9]. Кроме того, съедобные виды растений могут обладать отхаркивающим, мочегонным, вяжущим, желчегонным, противовоспалительным, седативным, поливитаминным действием [10].

Экстракты, настои, отвары лекарственных и дикорастущих растений используют для обогащения продуктов питания, в том числе кисломолочной продукции. Натуральные компоненты растений придают кисломолочной продукции дополнительные полезные качества, способствуют улучшению пищеварения, снижают стресс, укрепляют иммунитет, наполняют вкус и аромат [11].

Ароматообразование и вкусовые качества являются основными показателями свежести продуктов питания. Достаточно часто при производстве молочной продукции образуется невыраженный вкус и аромат. В связи с этим для улучшения вкусовых и ароматических качеств используют как искусственные, так и натуральные добавки из растительного сырья [12].

Из молочных продуктов, подвергаемых обогащению лекарственным и дикорастущим сырьем, распространение получили йогурты [13].

Йогурт является ферментированным молочным продуктом, пользующимся спросом у потребителей во многих странах, выступает в роли источника пептидов, образующихся в процессе ферментации, обладает незначительной антиоксидантной активностью [14].

Авторами разработана технология приготовления йогурта «Айвенго» с введением в рецептуру в роли наполнителя растительного происхождения стевииозид-гликозид и мармелад из айвы и яблок [15].

Исследователями Уральского ГАУ предложена рецептура производства йогурта с соком топинамбура разных сортов, что повлияло на качественные составляющие готовой продукции [16].

К растительному сырью, не используемому ранее для обогащения йогуртов, относится клитория тройчатая.

Клитория тройчатая является дикорастущим и культивируемым растением, относится к семейству бобовых, произрастает в тропических лесах Южной и Юго-Восточной Азии. Применяется в тайской и индийской народной медицине, в кулинарии в роли синего пищевого красителя и

для приготовления тайского напитка (анчая). В цветках и листьях данного растения содержатся пентациклические тритерпеноиды, танины, флобатианин, сапонины, флавоноиды, гликозиды, стероиды, незаменимые аминокислоты, антоцианы, витамины группы В, аскорбиновая кислота. Отвары и настои растения могут использоваться для повышения тонуса головного мозга, улучшения памяти, в качестве антидепрессантного и седативного средства [17].

Исходя из этого, **целью нашего исследования** являлось, разработать рецептуру йогурта с введением разной концентрации настоя и порошка клитории тройчатой, оценить качественные составляющие готовых продуктов.

Объекты и методы исследования. Исследования осуществлялись в лаборатории кафедры биотехнологии и пищевых продуктов Уральского государственного аграрного университета.

Объектами исследований являлись 7 образцов йогуртов, изготовленных с введением готового порошка клитории тройчатой массой 1г (образец №1), 2г (образец №2), 3г (образец №3) и объемом 20 мл (образец №4), 40 мл (образец №5), 60 мл (образец №6). Образец №7 являлся контрольным, произведенным в качестве эталона для органолептической оценки готовых продуктов.

Для производства образцов йогуртов использовали молоко питьевое пастеризованное, с содержанием жира 3,2%, закваску, состоящую из *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* (разновидность *bulgaricus*), *Lactobacillus casei*. Термостатирование образцов осуществлялось в йогуртнице Galaxy GL2696 в течение 10 часов.

Контроль качества готовых образцов по органолептическим показателям проводила экспертная комиссия, состоящая из профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «Уральского ГАУ». Органолептические и физико-химические показатели качества йогуртов оценивались в соответствии с требованиями ГОСТ 31981-

Новые технологии / New Technologies, 2024; 20 (4)

2013 «Йогурты. Общие технические условия». Из физико-химических показателей определяли кислотность по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности», массовую долю белка по ГОСТ 25179-2014 «Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой

доли белка», массовую долю жира по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».

Результаты исследования и их обсуждение. Разработана рецептура производства йогуртов с введением порошка и настоя клитории тройчатой разной концентрации (табл. 1).

Таблица 1. Рецептура производства йогуртов с использованием клитории тройчатой
Table 1. Recipe for the production of yoghurts using *Clitoria ternatea*

Наименование сырья	Количество						
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4	Образец №5	Образец №6	Образец №7
Молоко питьевое пастеризованное, мл	150	150	150	150	150	150	150
Закваска, г	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Порошок клитории тройчатой, г	1	2	3	-	-	-	-
Настой клитории тройчатой, мл	-	-	-	20	40	60	-
Ванилин, г	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Сироп топинамбура, мл	1	1	1	1	1	1	1

Первоначально изготовили образцы йогурта без введения ванилина и сиропа топинамбура. Полученные вкус и запах, консистенция не удовлетворили экспертов. Вкус являлся травянистым с металлическим привкусом, запах – травянистым. Консистенция образцов, произведенных с использованием настоя клитории тройчатой, – слоистая. На втором этапе изготовили образцы с введением ванилина массой 0,015 г и сиропа топинамбура объемом 1 мл, что способствовало улучшению вкуса и запаха у образцов, обогащенных порошком клитории тройчатой.

Технология производства образцов йогуртов

1. Подготовка сырья

Настой клитории тройчатой готовили из сухих цветов, 5 г которых залили водой, нагретой до 90°C, и выдержали 5 минут. Молоко нагрели до 40°C.

2. Пастеризация смеси

В подготовленное молоко вносили настой клитории тройчатой (образцы №1, №2, №3), порошок клитории тройчатой (образцы №4, №5, №6), ванилин и сироп

топинамбура. Полученную смесь пастеризовали при температуре 80°C продолжительностью 15 минут, охлаждали до 40°C.

3. Внесение закваски

В готовую смесь вносили сухую закваску молочнокислых микроорганизмов, тщательно перемешали.

4. Гомогенизация смеси

Смесь гомогенизировали при температуре 55 -60°C, давление (150±25) бар.

5. Термостатирование смеси

Гомогенизированную смесь термостатировали в йогуртнице при температуре 40°C в течение 10 часов.

6. Охлаждение образцов

Готовые образцы охлаждали до температуры 6°C в течение 2 часов.

Контроль качества образцов йогуртов по органолептическим и физико-химическим показателям

Органолептические показатели готовых образцов йогуртов оценивались согласно 5-балльной шкале. Результаты эксперимента приведены на рисунке 1.

Лучшим образцом с точки зрения органолептической оценки выделили образец №2 с

внесенной концентрацией порошка клитории тройчатой – 2 г. Он характеризовался приятными фруктовыми запахом и вкусом с легким травянистым привкусом. Консистенция однородная, густая, цвет светло-сиреневый. Образец №1, изготовленный с минимальным количеством порошка (1 г), имел вкус и запах, аналогичный контрольному образцу (№7), с легким травянистым привкусом. Консистенция однородная, цвет белый с сиреневым оттенком. Образец №3 с максимальным введением порошка клитории тройчатой имел выраженный травяной вкус с легкими фруктовыми нотами. Некоторые эксперты отметили легкий металлический привкус. Консистенция однородная, цвет сиреневый. Внесенный настой клитории тройчатой оказал значительное влияние на органолептические показатели качества йогуртов. Травянистый вкус преобладал над фруктовым даже с внесенным ванилином

и сиропом топинамбура. Цвет образцов варьировал от светло-сиреневого до сиреневого. Консистенция всех 3 образцов, произведенных с внесением настоя клитории тройчатой, являлась слоистой, неоднородной. Степень слоистости увеличивалась по мере повышения концентрации внесенного настоя.

Структуру вкуса образцов оценивали на основе шкалы интенсивности выраженности признака от 0 до 5 (рис. 2).

В основном в разрезе вкуса эксперты отметили травяной и фруктовый привкусы, но пара экспертов выделили металлический привкус у образцов №2, №5 и №6. В йогуртах, изготовленных с использованием настоя клитории тройчатой травяной вкус преобладал над фруктовым и металлическим.

Проведен контроль качества образцов по физико-химическим показателям (табл. 2).

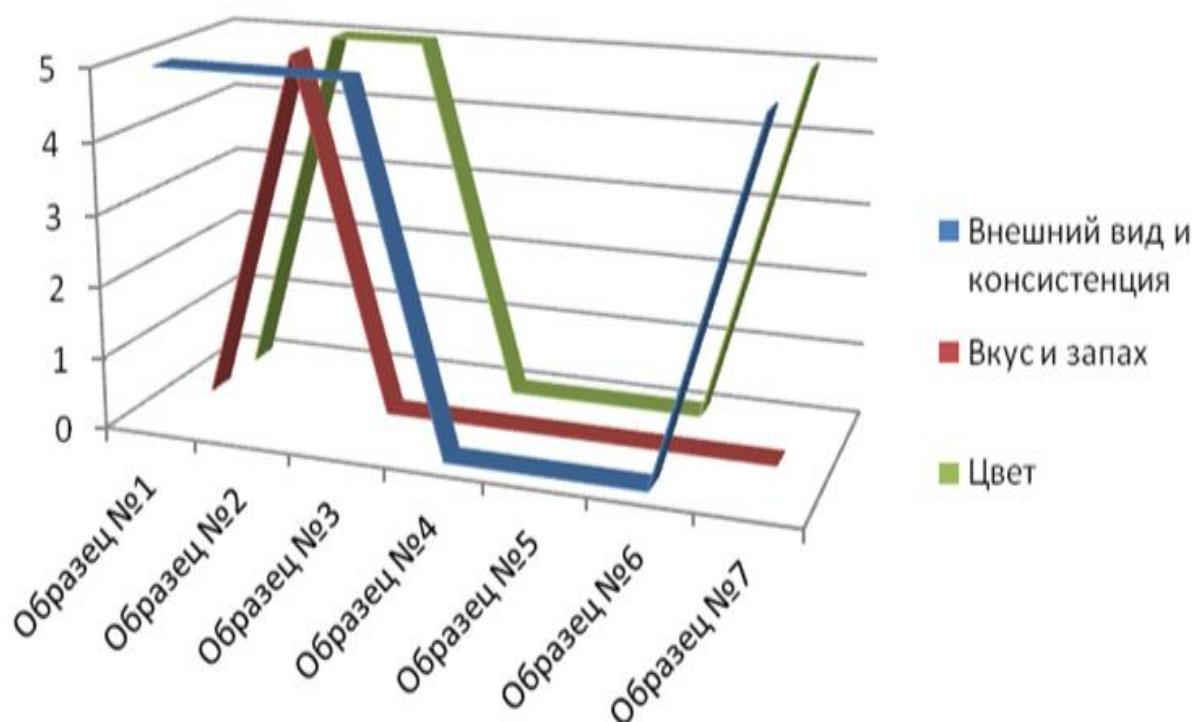


Рис. 1. Органолептическая оценка качества йогуртов
Fig. 1. Organoleptic assessment of yoghurt quality

Таблица 2. Результаты оценки образцов по физико-химическим показателям
Table 2. The results of evaluation of samples by physical and chemical parameters

Показатель	Норма по ГОСТ 31981-2013	Результат						
		Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4	Образец №5	Образец №6	Образец №7
Массовая доля жира, %	От 0,5 до 10,0	3,0 ±0,06	3,1 ±0,04	3,2 ±0,06	2,8 ±0,04	2,8 ±0,02	2,7 ±0,04	3,0 ±0,02
Массовая доля белка, %, не менее	3,2	3,0 ±0,04	3,0 ±0,05	3,2 ±0,02	3,0 ±0,04	2,9 ±0,02	2,8 ±0,04	3,4 ±0,06
-для йогуртов без компонентов - для йогуртов с компонентами	2,8							
Кислотность, °Т	От 75 до 140	90 ±0,14	92 ±0,16	95 ±0,12	84 ±0,14	82 ±0,12	81 ±0,1	98 ±0,09

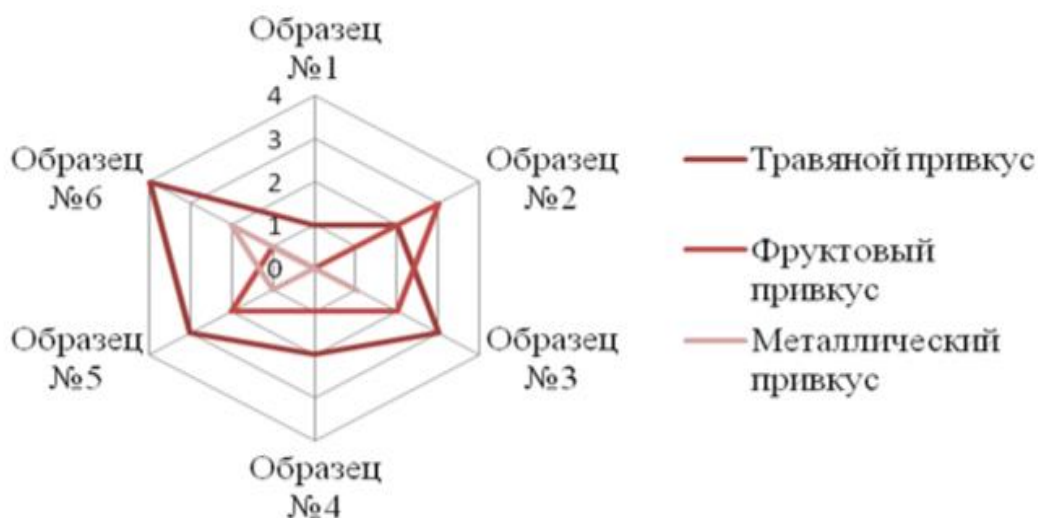


Рис. 2. Профилограмма вкуса образцов
Fig. 2. Taste profilogram of samples

По мере увеличения концентрации вносимого настоя клитории тройчатой (образцы №4-№6) снизилось содержание жира с 2,8% до 2,7%, белка с 3,0% до 2,8% и кислотность с 84°Т до 81°Т. С порошком клитории тройчатой наблюдалась другая картина: при повышении массы вносимой добавки незначительно увеличилась массовая доля белка (с 3,0% до 3,2%), жира (с 3,0% до 3,2%) и кислотность (с 90°Т до 95°Т).

Закключение. Лучшим по результатам проведенных испытаний стал образец

йогурта №2, произведенный с введением 2 г порошка клитории тройчатой. Он имел приятные фруктовые вкус и запах, однородную консистенцию, светло-сиреневый цвет. Внесение в рецептуру йогуртов настоя клитории тройчатой повлияло на придание и усиление травяного привкуса и легкого металлического привкуса, слоистой консистенции.

Таким образом, для производства йогуртов рекомендуем использовать в рецептуре порошок клитории тройчатой массой 2 г.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кострицын В.В., Лобанов А.А., Кочкин Р.А. Экспериментальные исследования при создании функциональных продуктов питания на основе растительного сырья ямало-ненецкого округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2016. № 4(93). С. 144-149.
2. Maleš I., Pedisić S., Zorić Z. The medicinal and aromatic plants as ingredients in functional beverage production // Journal of Functional Foods. 2022. No. 96.
3. Cutrim C.S., Cortez M.A.S. A review on polyphenols: Classification, beneficial effects and their application in dairy products // International Journal of Dairy Technology. 2018. No. 71(3). P. 564-578.
4. Иванова С.А., Милентьева И.С., Асякина Л.К. Использование биологически активных веществ лекарственных растений Сибири в функциональных напитках на основе молочной сыворотки // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 14-22. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-14-22
5. Голубева Л.В., Долматова О.И., Муратова М.О. Определение возможности использования растительных сиропов в молочных продуктах // Актуальная биотехнология. 2015. № 4(15). С. 17-19.
6. Kaptan B., Sivri G.T. Utilization of medicinal and aromatic plants in dairy products // Journal of Advancements in Plant Science. 2018. Vol. 205, No. 1. P. 2-6.
7. Herrera T., Iriundo-DeHond M., Ramos Sanz A. Effect of Wild Strawberry Tree and Hawthorn Extracts Fortification on Functional, Physicochemical, Microbiological, and Sensory Properties of Yogurt // Foods. 2023. No. 12(18).
8. Жарыкбасова К.С., Гаптар С.Л., Тазабаева К.А. Применение различных композиций лекарственных растений в производстве кисломолочных напитков иммуномодулирующего действия // Инновации и продовольственная безопасность. 2017. № 3(17). С. 30-39.
9. Гашимова А.А. Использование эхинацеи пурпурной в качестве иммуностимулирующего фитокомпонента в производстве мягких сыров // Молодежь и наука. 2019. № 5/6. С. 4.
10. Асякина Л.К., Лосева А.И., Милентьева И.С. Перспективы применения растений сибирского федерального округа в производстве продуктов питания функционального назначения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые биотехнологии. 2022. № 10 (4). С. 5-17.
11. Варыгина О.А. Лекарственные растения в качестве здоровой добавки в производстве молочной продукции // Актуальные научные исследования: от теории к практике: сборник материалов Международной научно-практической конференции (19 янв. 2024 г.). М.: Империя, 2023. С. 347-353.
12. Коновалов С.А., Медведева Е.Ю., Мартемьянова Л.Е. Использование добавки на основе натурального вкусоароматического вещества в технологии десертных молочных продуктов // Перспективы производства продуктов питания нового поколения: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти проф. Сапрыгина Георгия Петровича (13-14 апр. 2017 г.). Омск: ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2017. С. 340-343.

13. Какимова Ж.К., Ошанова А.А. Теоретические и практические аспекты применения лекарственных растений при производстве йогурта // Вестник университета Шакарима. Технические науки. 2021. № 1(1) С. 16-21.
14. Dabija A., Codină G.G., Ropciuc S. Assessment of the antioxidant activity and quality attributes of yogurt enhanced with wild herbs extracts // Journal of Food Quality. 2018. No. 1.
15. Горлов И.Ф., Душелюбова А.В., Злобина Е.Ю. Разработка рецептуры и оценка функционально-технологических свойств йогурта «Айвенго» // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 3(3). С. 91-95.
16. Ражина Е.В., Смирнова Е.С., Горелик О.В. Обогащение йогурта соком топинамбура разных сортов // Молочнохозяйственный вестник. 2023. № 2(50). С. 173-183.
17. Губич О.И., Бандык Я.А., Залесская Н.А. Исследование адаптогенных, сахароснижающих и гепатопротекторных свойств клитории тройчатой (*Clitoria Ternatea* L.) на экспериментальных моделях // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2020. № 1. С. 27-38.

REFERENCES

1. Kostritsyn V.V., Lobanov A.A., Kochkin R.A. Experimental studies in the creation of functional food products based on plant materials of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug // Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. 2016. Issue 4 (93). P. 144-149. (In Russ.).
2. Maleš I., Pedisić S., Zorić Z. The medicinal and aromatic plants as ingredients in functional beverage production // Journal of Functional Foods. 2022. No. 96.
3. Cutrim C.S., Cortez M.A.S. A review on polyphenols: Classification, beneficial effects and their application in dairy products // International Journal of Dairy Technology. 2018. No. 71 (3). P. 564-578.
4. Ivanova S.A., Milentyeva I.S., Asyakina L.K. Use of biologically active substances of medicinal plants of Siberia in functional drinks based on milk whey // Equipment and technology of food production. 2019. Vol. 49, No. 1. P. 14-22. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-14-22 (In Russ.).
5. Golubeva L.V., Dolmatova O.I., Muratova M.O. Determination of the possibility of using plant syrups in dairy products // Actual biotechnology. 2015. No. 4(15). P. 17-19. (In Russ.).
6. Kaptan B., Sivri G.T. Utilization of medicinal and aromatic plants in dairy products // Journal of Advancements in Plant Science. 2018. Vol. 205, No. 1. P. 2-6.
7. Herrera T., Iriundo-DeHond M., Ramos Sanz A. Effect of Wild Strawberry Tree and Hawthorn Extracts Fortification on Functional, Physicochemical, Microbiological, and Sensory Properties of Yogurt // Foods. 2023. No. 12(18).
8. Zharykbasova K.S., Gaptar S.L., Tazabaeva K.A. Use of various compositions of medicinal plants in the production of fermented milk drinks with immunomodulatory action // Innovations and food security. 2017. No. 3(17). P. 30-39. (In Russ.).
9. Gashimova A.A. Use of purple coneflower as an immunostimulating phytocomponent in the production of soft cheeses // Youth and Science. 2019. No. 5/6. P. 4. (In Russ.).
10. Asyakina L.K., Loseva A.I., Milentyeva I.S. Prospects for the Use of Plants of the Siberian Federal District in the Production of Functional Food Products // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food Biotechnology. 2022. No. 10 (4). P. 5-17. (In Russ.).
11. Varygina O.A. Medicinal Plants as a Healthy Supplement in Dairy Production // Current Scientific Research: from Theory to Practice: Collection of Materials of the International Scientific and Practical Conference (January 19, 2024). Moscow: Imperiya, 2023. P. 347-353. (In Russ.)
12. Konovalov S.A., Medvedeva E.Yu., Martemyanova L.E. The use of an additive based on natural flavoring substance in the technology of dessert dairy products // Prospects for the production of new generation food products: Proceedings of the All-Russian scientific and practical Новые технологии / New Technologies, 2024; 20 (4)

conference with international participation dedicated to the memory of prof. Saprygin Georgy Petrovich (April 13-14, 2017). Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2017. P. 340-343. (In Russ.).

13. Kakimova Zh.K., Oshanova A.A. Theoretical and practical aspects of the use of medicinal plants in the production of yogurt // Bulletin of Shakarim University. Technical sciences. 2021. No. 1(1) P. 16-21. (In Russ.).

14. Dabija A., Codină G.G., Ropciuc S. Assessment of the antioxidant activity and quality attributes of yogurt enhanced with wild herbs extracts // Journal of Food Quality. 2018. No. 1.

15. Gorlov I.F., Dushelyubova A.V., Zlobina E.Yu. Development of the recipe and evaluation of the functional and technological properties of the Ivanhoe yogurt // Agrarian and food innovations. 2018. No. 3(3). P. 91-95. (In Russ.).

16. Razhina E.V., Smirnova E.S., Gorelik O.V. Enrichment of yogurt with Jerusalem artichoke juice of different varieties // Dairy Farming Bulletin. 2023. No. 2(50). P. 173-183. (In Russ.).

17. Gubich O.I., Bandyk Ya.A., Zaleskaya N.A. Study of the adaptogenic, hypoglycemic and hepatoprotective properties of Clitoria Ternatea L. on experimental models // Journal of the Belarusian State University. Biology. 2020. No. 1. P. 27-38. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Ражина Ева Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: eva.mats@mail.ru

Смирнова Екатерина Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

Лопасева Надежда Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: lopaseva77@mail.ru

Хайрова Инна Михайловна, старший преподаватель кафедры хирургии, акушерства и микробиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: khairova70@mail.ru

Стахеева Любовь Михайловна, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: staheeva53@mail.ru

Синько Вера Николаевна, старший преподаватель кафедры философии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: vsinko71@mail.ru

Шиловцев Андрей Владимирович, кандидат исторических наук, доцент кафедры философии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: a.shilovtsev@mail.ru

Галушина Полина Сергеевна, старший преподаватель кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»; 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 42, e-mail: sid-polina@yandex.ru

Eva V. Razhina, PhD (Biology), Associate Professor, Department of Food Biotechnology, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, Karl-Libknecht St. 42, e-mail: eva.mats@mail.ru

Ekaterina S. Smirnova, PhD (Agr.), Associate Professor, Department of Food Biotechnology, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, Karl-Libknecht St. 42, e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

Nadezhda L. Lopaeva, PhD (Biology), Associate Professor, Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl-Libknecht St., e-mail: lopaeva77@mail.ru

Inna M. Khairova, Senior Lecturer, Department of Surgery, Obstetrics and Microbiology, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl-Libknecht St., e-mail: khairova70@mail.ru

Lyubov M. Stakheeva, Associate Professor, Department of Accounting and Auditing, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl-Libknecht St., e-mail: staheeva53@mail.ru

Vera N. Sinko, Senior Lecturer, Department of Philosophy, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl-Libknecht St., e-mail: vsinko71@mail.ru

Andrey V. Shilovtsev, PhD (Hist.), Associate Professor, Department of Philosophy, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl-Libknecht St., e-mail: a.shilovtsev@mail.ru

Polina S. Galushina, Senior Lecturer, Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620075, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl-Libknecht St., e-mail: sid-polina@yandex.ru

Заявленный вклад авторов

Ражина Е.В., Смирнова Е.С. – проведение эксперимента.

Лопеева Н.Л., Хайрова И.М. – подбор литературных источников.

Синько В.Н., Шиловцев А.В. – оформление статьи по требованиям журнала.
Стахеева Л.М., Галушина П.С. – разработка методики исследования, валидация данных.

Claimed contribution of authors

Razhina E.V., Smirnova E.S. – testing.
Lopaeva N.L., Khairova I.M. – selection of literary sources.
Sinko V.N., Shilovtsev A.V. – preparation of the article according to the requirements of the journal.
Stakheeva L.M., Galushina P.S. – development of research methodology, data validation.

Поступила в редакцию 30.08.2024

Поступила после рецензирования 09.10.2024

Принята к публикации 11.10.2024

Received 30.08.2024

Revised 09.10.2024

Accepted 11.10.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-72-81>
УДК 635.751:631.527:631:563.3



Моделирование процесса и режимов работы для эффективной селективной дезинтеграции при измельчении семян кориандра

Н.В. Стерехова, С.Ю. Гонежук, З.А. Меретуков✉, М.В. Щербаков

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

Аннотация. Введение. В увеличении производства эфирного масла из семян кориандра важная роль отводится снижению косвенных потерь от дробления, особенно при уборке и обработке урожая, так как содержание дроблёного и повреждённого семени снижает посевные и продовольственные качества эфирного масла из семян кориандра. **Цель исследования.** Теоретически установить зависимость между прочностью семени, действующими на него усилиями и возникающими в нем деформациями, чтобы выяснить, какую величину силового воздействия можно считать допустимой для семян кориандра. **Методы исследования.** Были проведены экспериментальные исследования на приборе - анализатор текстуры Структурометр СТ-2. Он позволяет реализовывать как простые, так и сложные многоэтапные методики для анализа практически любого вида продукции в автоматическом режиме, при этом пользователь имеет возможность самостоятельного их составления, регулируя как скорость движения индентора, так и скорость нагружения продукта. Ход анализа с построением соответствующих графиков отображается в режиме реального времени на персональном компьютере, при этом пользователь имеет возможность всесторонней обработки получаемых результатов. **Результаты.** Приведена диаграмма сжатия семени и установлена разрушающая деформация, а также нагрузки, действующие на него. Семена кориандра всех сортов при некотором допущении принимаются шарообразными. Значения сферичности для разных уровней влажности варьировались от 0,820 до 0,867 [1,2]. Зависимость силы удара от разрушающей способности рабочего органа измельчителя существенным образом зависят от модуля упругости и позволяют определять критическую силу, разрушающую зерно при силовом контакте. Зная разрушающую нагрузку и сопоставляя её с морфологией внутреннего строения семян кориандра, можно поэтапно и селективно измельчать семенную массу, варьируя доступ к эфирно-масличным и масленичным областям, селективно выделяя наиболее ценные и термолабильные эфиромасличные компоненты семенной массы кориандра, выделяя их на первом этапе процесса подготовки к извлечению из семян кориандра этих веществ за счет селективной криодезинтеграции семенной массы. **Заключение.** Как было показано в работе [3], зависимость деформации и максимального давления в плоскости контакта от силы сжатия семян была смоделирована экспериментально на анализаторе текстуры - структурометре СТ-2, который позволили получить численные значения коэффициента Пуассона и модуля Юнга при упругой деформации семенной массы кориандра.

Ключевые слова: растительное сырьё, семена, кориандр, давление, эфирные масла, высокоценные компоненты, математические методы, структурометр, сила сжатия, теория Герца, моделирование процесса

Для цитирования: Стерехова Н.В., Гонежук С.Ю., Меретуков З.А., Щербаков М.В. Моделирование процесса и режимов работы для эффективной селективной дезинтеграции при измельчении семян кориандра. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(4):72-81. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-72-81>

Modeling of process and operating modes for efficient selective disintegration in coriander seed grinding

N.V. Sterekhova, S.Y. Gonezhuk, Z.A. Meretukov✉,
M.V. Shcherbakov

Maykop State Technological University; Maikop, the Russian Federation,
✉meretukov@yandex.ru

Abstract. Introduction. In increasing the production of essential oil from coriander seeds, an important role is given to reducing indirect losses from crushing, especially during harvesting and processing of the crop, since the content of crushed and damaged seeds reduces the sowing and food qualities of essential oil from coriander seeds. The goal of the research is to establish the relationship between the strength of the seed, the forces acting on it and the deformations occurring in it in order to find out what value of force action can be considered acceptable for coriander seeds. **The Research methods.** Experimental studies were carried out on the Structurometer ST-2 texture analyzer. It allowed to implement both simple and complex multi-stage methods for analyzing virtually any type of product in automatic mode, while the user had the ability to independently compile them, adjusting both the speed of the indenter and the speed of loading the product. The course of the analysis with the construction of corresponding graphs was displayed in real time on a personal computer, while the user had the ability to comprehensively process the results obtained. **The Results.** The diagram of seed compression has been given, and the destructive deformation, as well as the loads acting on it, are established. Coriander seeds of all varieties are assumed to be spherical. The sphericity values for different humidity levels vary from 0.820 to 0.867 [1, 2]. The dependence of the impact force on the destructive capacity of the grinder working element significantly depends on the modulus of elasticity and allows determining the critical force that destroys the grain during force contact. Knowing the destructive load and comparing it with the morphology of the internal structure of coriander seeds, it is possible to grind the seed mass in stages and selectively, varying access to the essential oil and oil-bearing areas, selectively isolating the most valuable and thermolabile essential oil components of the coriander seed mass, isolating them at the first stage of the preparation process for extracting these substances from coriander seeds due to selective cryodesintegration of the seed mass. **Conclusions.** As shown in [3], the dependence of the deformation and maximum pressure in the contact plane on the compression force of the seeds has been modeled experimentally on a texture analyzer - Structurometer ST 2, which has made it possible to obtain numerical values of the Poisson ratio and Young's modulus for elastic deformation of the coriander seed mass.

Keywords: plant materials, seeds, coriander, pressure, essential oils, high-value components, mathematical methods, structurometer, compression force, Hertz theory, process modeling

For citation: Sterekhova N.V., Gonezhuk S.Y., Meretukov Z.A., Shcherbakov M.V. Modeling of process and operating modes for efficient selective disintegration in coriander seed grinding. *New technologies/Novye Tehnologii*. 2024;20(4):72-81. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-72-81>

Введение. В частном случае сближение (α) соприкасающихся сферического тела (семя кориандра) и плоскости (индентора на анализаторе текстуры структурометре СТ-2) пропорционально отношению [4,5],

которое, с учетом того, что материал индентора практически не деформируется по сравнению с материалом семени кориандра, в данном случае может быть представлено следующей расчетной формулой:

$$\alpha = \sqrt[3]{\frac{9}{16} \cdot \frac{P^2}{R_k} \cdot \left(\frac{1 - \nu^2}{E}\right)^2}; \quad (1)$$

где P – сила сжатия индентора анализатора текстуры структурометра СТ-2, Н; R_k – радиус семени кориандра, м, α – сближение, м; ν – коэффициент Пуассона семени кориандра, м/м; E – модуль упругости Юнга семени кориандра при сжатии, Па. Так как сближение (α) регистрируется на структурометре и является известной величиной, можем выразить через этот параметр модуль упругости Юнга семени кориандра при сжатии:

$$E = \left\{ \frac{3 \cdot P \cdot (\nu^2 - 1)}{4 \cdot \sqrt[2]{R_k \cdot \alpha^3}}; \frac{3 \cdot P \cdot (1 - \nu^2)}{4 \cdot \sqrt[2]{R_k \cdot \alpha^3}} \right\}; \quad (2)$$

Учитывая, что уравнение (1) имеет два корня (2) относительно модуля упругости Юнга семени кориандра в дальнейшем рассматривается квадрат этого параметра, что позволяет выделить из выражения (2) постоянный параметр, связанный с коэффициентом Пуассона семени кориандра:

$$E^2 = \frac{9 \cdot P}{16 \cdot R_k \cdot \alpha^3} \cdot b_\nu; \text{ где } b_\nu = (\nu^2 - 1)^2 \quad (3)$$

Из (3) следует, что квадрат модуля упругости Юнга пропорционален параметру (b_ν) для любой точки на кривой деформации (α) и силы сжатия (P) в плоскости контакта индентора структурометра и семян кориандра. В этом случае наиболее информативным будет график в координатах $\{9 \cdot P^2 / (16 \cdot R_k \cdot \alpha^3) - \alpha\}$, прямолинейный участок которого будет соответствовать упругой деформации, представляющей собой коэффициент наклона (b_ν) точек деформации семени кориандра.

Объект и методы исследования. Моделирование процесса и режимов работы эффективной селективной дезинтеграции при измельчении семян кориандра осуществляли

на структурометре СТ 2, регистрируя силу воздействия индентора прибора на плод кориандра с одновременным определением значений деформации (α) раздавливаемого семени. С учетом этих параметров и радиуса семени кориандра (≈ 1.5 мм) можно предположить, что при переходе от упругой деформации к пластической будет происходить раскалывание плода на две половинки. В этом случае после раскалывания плода кориандра на два полуплодика внутренние эфироместилца обнажаются [6-9] что облегчает доступ к эфирному маслу кориандра и, следовательно, эфирное масло из них становится легко доступным для дальнейшего процесса его селективного извлечения. В этом случае важным вопросом регулирования процесса селективной дезинтеграции является выяснение влияния на характер деформации семени его влагосодержания. Для выяснения этого механизма были проведены опыты по деформационному воздействию на кориандр сорта Янтарь при различном влагосодержании семян.

Как видно из представленных данных (табл. 1) процесса измельчения семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2, можно выделить три этапа этого процесса: L_1 , L_2 , L_3 (рис. 1).

Границами этих областей соответственно являются значения деформации (α), соответственно равные 684 мкм и 991 мкм. При зазоре, равном $R_k - 684$ мкм = 0.816 мм происходит раскалывание семени на две половинки, что облегчает доступ экстрагента к эфирному маслу кориандра, и эфирное масло из них становится легко доступным для дальнейшего процесса его селективного извлечения. При дальнейшем деформировании, начиная с зазора $R_k - 991$ мкм = 0.509 мм, происходит раскалывание полуплодика, что приводит к разрушению эфироместилца и выделению жирного масла, содержащегося в семенной массе кориандра, которое смешивается с более ценным эфирным маслом.

Таблица 1. Экспериментальные данные процесса измельчения семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5$ мм, влагосодержание 4.52 %)
Table 1. Experimental data on the process of grinding coriander seeds under compression on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5$ mm, moisture content is 4.52%)

№	α	P	$9 \cdot P^2 / (16 \cdot R_k \cdot \alpha^3)$	L ₁	L ₂	L ₃
1	175	1,94	264	264		
2	418	5,58	160	160		
3	701	6,38	44		44	
4	946	5,83	15		15	
5	1229	5,38	6			10
6	1474	8,57	9			10
7	1635	12,7	14			10
п/п	мкм	Н	МПа ²			

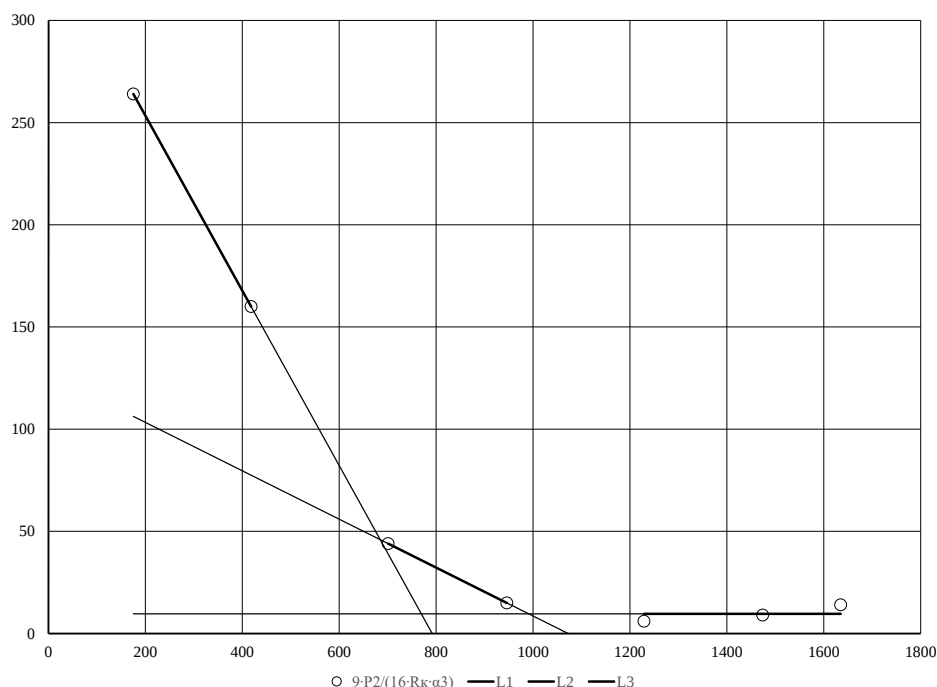


Рис. 1. Фазы деформации при сжатии семени кориандра на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5$ мм, влагосодержание 4.52 %)

Fig. 1. Deformation phases during compression of coriander seed on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5$ mm, moisture content is 4.52%)

Результаты исследования и их обсуждение. Как видно из представленных данных (табл. 2) процесса измельчения семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2 так же, как и в предыдущем случае, можно выделить три этапа этого процесса: L₁, L₂, L₃ (рис. 2). Границами этих областей соответственно являются значения деформации (α), которые для данного влагосо-

держания (8.10 %) имеют следующие границы этих областей: соответственно равные 409 мкм и 1203 мкм. При зазоре, равном $R_k - 409$ мкм = 1.091 мм, также происходит раскалывание семени на две половинки, что облегчает доступ экстрагента к эфирному маслу кориандра, и эфирное масло из них становится легко доступным для дальнейшего процесса его селективного

извлечения. При дальнейшем деформировании происходит раскалывание полуплодика, начиная с зазора $R_k - 1203 \text{ мкм} = 0.297 \text{ мм}$; происходит выделение жирного масла, содержащегося в семенной массе кориандра, которое смешивается с более цен-

ным эфирным маслом. Таким образом, увеличение влагосодержания с 4.52 % до 8.10 % (практически в два раза) привел к смещению зон диспергирования (рис. 1, 2) интервала $\{0.816 \text{ мм}, 0.509 \text{ мм}\}$ до $\{1.091 \text{ мм}, 0.297 \text{ мм}\}$.

Таблица 2. Экспериментальные данные процесса измельчения семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5 \text{ мм}$, влагосодержание 8.10 %)

Table 2. Experimental data on the process of grinding coriander seeds under compression on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5 \text{ mm}$, moisture content is 8.10%)

№	α	P	$9 \cdot P^2 / (16 \cdot R_k \cdot \alpha^3)$	L ₁	L ₂	L ₃
1	154	1,68	290	290		
2	383	3,84	98	98		
3	628	6,12	57		56	
4	911	7,63	29		30	
5	1194	4,83	5		4	
6	1439	2,78	1			4
7	1683	2,52	1			4
8	1967	9,96	5			4
9	2050	12,8	7			4
п/п	мкм	Н	МПа ²			

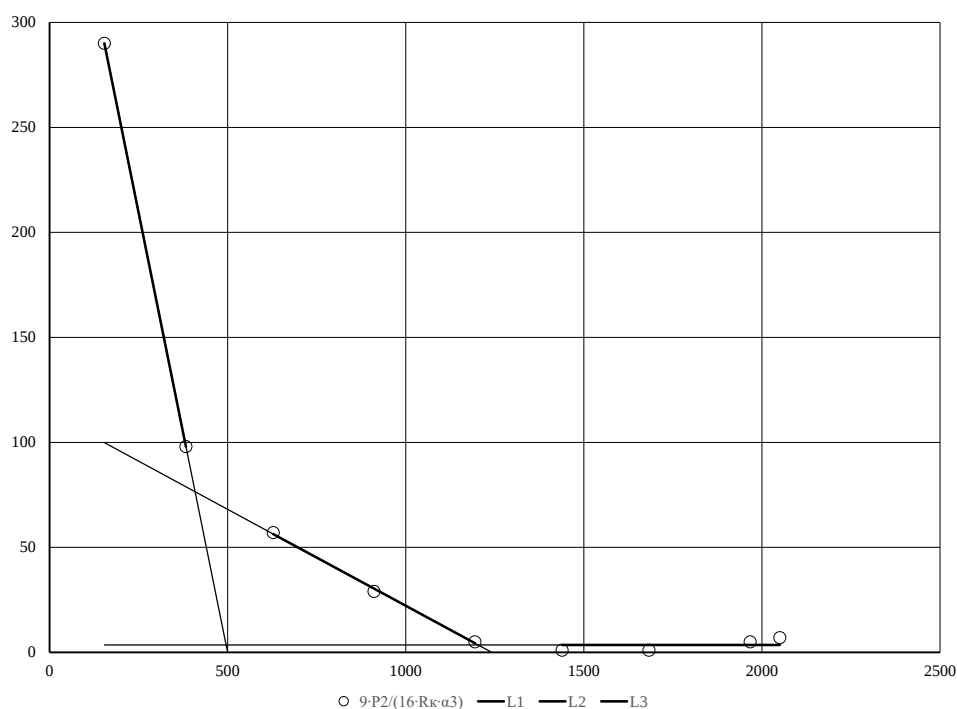


Рис. 2. Фазы деформации при сжатии семени кориандра на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5 \text{ мм}$, влагосодержание 8.10 %)

Fig. 2. Deformation phases during compression of coriander seed on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5 \text{ mm}$, moisture content is 8.10%)

Как показывает практика режимов переработки семенной массы кориандра [10], возможно поступление более влажных семян на переработку. В связи с этим фактом было изучено диспергирование семян с влажностью 10.08 % (табл. 3) и 11.89 % (табл. 4).

В этих случаях наблюдался аналогичный процесс диспергирования в следующих интервалах зон диспергирования: {1.091 мм, 0.042 мм} (рис. 3) и {0.877 мм, 0.301 мм} (рис. 4).

Анализ полученных данных показал, что максимальное различие между зазором диспергирования, при котором происходит раскалывание семени на две половинки с обеспечением доступа к эфиромасленищу и зазором, который обеспечивает выход жирного масла, лежит в интервале от 8 % до 10 % влажности семян и составляет в среднем 1.09 мм и 0.17 мм соответственно.

Таблица 3. Экспериментальные данные процесса измельчения семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5$ мм, влажность 10.08 %)

Table 3. Experimental data on the process of grinding coriander seeds under compression on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5$ mm, moisture is content 10.08%)

№	α	P	$9 \cdot P^2 / (16 \cdot R_k \cdot \alpha^3)$	L ₁	L ₂	L ₃
1	171	2,83	600,727	601		
2	409	4,17	95,254	95	95	
6	1461	6,33	4,825		5	
7	1705	7,89	4,714			5
8	1989	9,56	4,355			5
9	2152	12,9	6,286			5
п/п	мкм	Н	МПа ²			

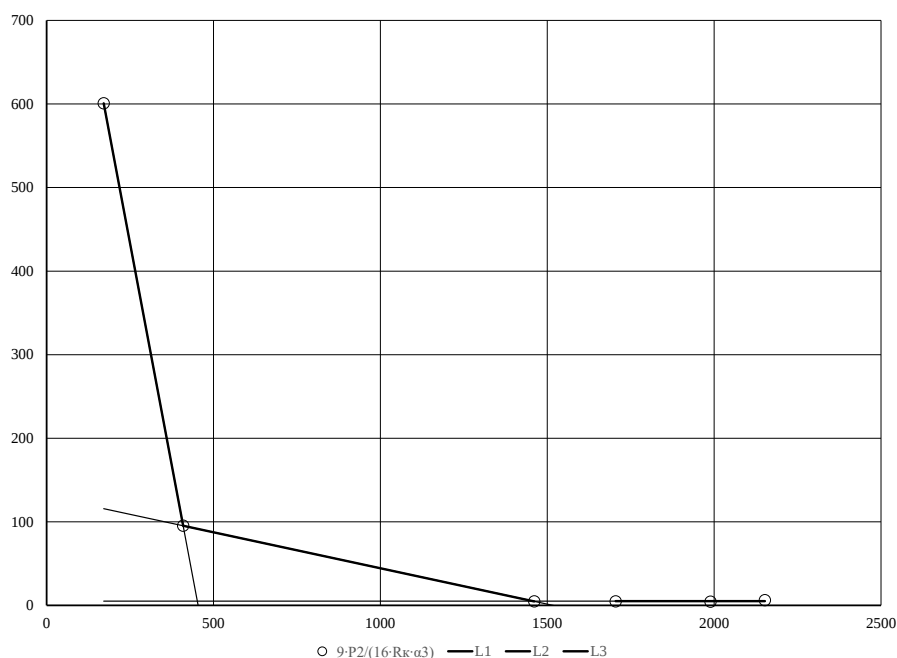


Рис. 3. Фазы деформации при сжатии семени кориандра на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5$ мм, влажность 10.08 %)

Fig. 3. Deformation phases during compression of coriander seed on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5$ mm, moisture content is 10.08%)

Таблица 4. Экспериментальные данные процесса измельчения семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5$ мм, влагосодержание 11.89 %)
Table 4. Experimental data on the process of grinding coriander seeds under compression on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5$ mm, moisture content is 11.89%)

№	α	P	$9 \cdot P^2 / (16 \cdot R_k \cdot \alpha^3)$	L ₁	L ₂	L ₃
1	142	1,94	152	149		
2	448	5,58	76	83		
3	651	6,38	43	39	43	
5	1220	5,38	3		3	
6	1423	8,57	5			5
7	1709	12,7	4			5
п/п	МКМ	Н	МПа ²			

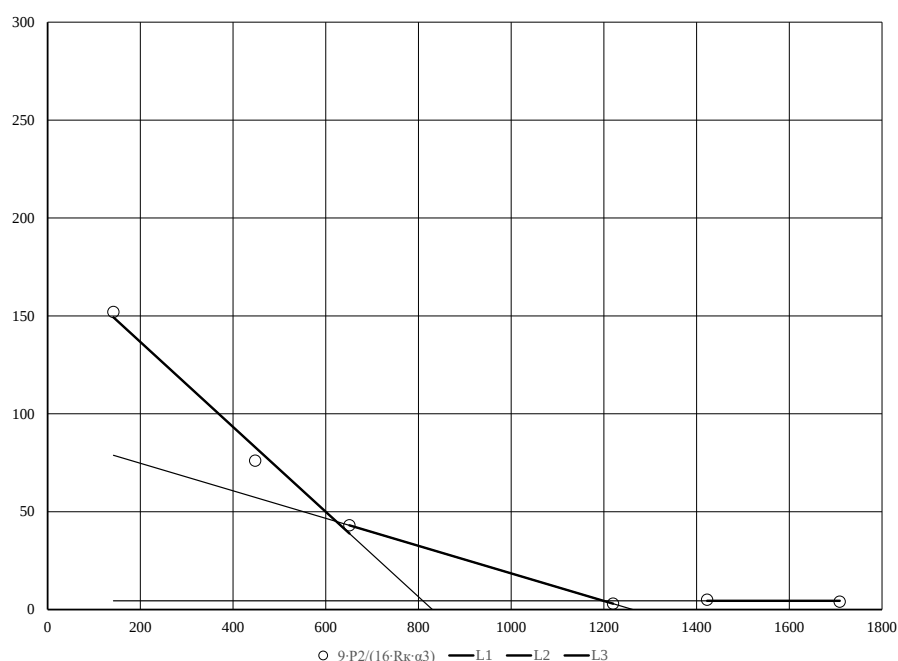


Рис. 4. Фазы деформации при сжатии семени кориандра на структурометре СТ 2 (радиус семени $R_k \approx 1.5$ мм, влагосодержание 11.89 %)

Fig. 4. Deformation phases during compression of coriander seed on the ST 2 structure meter (seed radius is $R_k \approx 1.5$ mm, moisture content is 11.89%)

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что для осуществления эффективной селективной дезинтеграции при измельчении семян кориандра необходимо осуществлять процесс дезинтеграции в два этапа. На первом этапе диспергирование осуществляется с зазором измельчающих элементов ≈ 1.1 мм, что обеспечивает преимущественное раскалывание плода на два полуплодика с доступом к

эфирному маслу, а после его извлечения дополнительному диспергированию полуплодика до размера ≈ 0.2 мм, что позволяет эффективно извлекать жирное масло, избегая его смешивания с удаленным ранее жирным маслом. Дополнительно установлено, что наиболее эффективно этот процесс реализуется при оптимальном влагосодержании семенной массы, которое лежит в интервале от 8 % до 10 %.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yalcin Coskuner, Ersan Karababa. Physical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.) // *Journal of Food Engineering*. 2007. No. 80. P. 408-416.
2. Стерехова Н.В., Меретуков З.А. Перспективы использования селективного дезинтегрирования в качестве подготовки растительного сырья к извлечению // *Новые технологии*. 2019. Вып. 4. С. 56-63.
3. Экспериментальная модель раздавливания семени кориандра [Электронный ресурс] / Стерехова Н.В. [и др.] // *Новые технологии / New technologies*. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-86-93>
4. Гудьер Дж. Теория упругости / пер. с англ. Тимошенко С.П. М.: Наука, 1975. 576 с.
5. Меретуков З.А., Кошевой Е.П. Физико-химическая механика прессования масличных материалов: монография. Краснодар: Дом-Юг, 2012. 182 с.
6. Бочкарёв Н.И., Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Морфология, таксономия, методы селекции и характеристика сортов кориандра посевного // *Масличные культуры*. 2014. Вып. 2. С. 159-160.
7. Mohsenin N.N. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers Inc, 1980. P. 51-87.
8. Diederichsen A. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 3. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996. P. 1-82.
9. Бутова С.В., Седова О.С. Анализ теплофизических свойств семян масличных культур // *Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I*. 2019. С. 53-58.
10. Ксандопуло С.Ю. Качество плодов кориандра, поступающего на Усть-Лабинский ЭМЭК АО «Флорентина» // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2000. № 1. С. 94-95.

REFERENCES

1. Yalcin Coskuner, Ersan Karababa. Physical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.) // *Journal of Food Engineering*. 2007. No. 80. P. 408-416.
2. Sterekhova N.V., Meretukov Z.A. Prospects for the use of selective disintegration as a preparation of plant raw materials for extraction // *New technologies*. 2019. No. 4. P. 56-63. (In Russ.).
3. Experimental model of coriander seed crushing [Electronic resource] / Sterekhova N.V. [et al.] // *New technologies / Novye tehnologii*. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-86-93> (In Russ.).
4. Goodyer J. Theory of elasticity / trans. from English. Timoshenko S.P. Moscow: Nauka, 1975. 576 p. (In Russ.).
5. Meretukov Z.A., Koshevoy E.P. Physicochemical mechanics of pressing oilseeds: a monograph. Krasnodar: Dom-Yug, 2012. 182 p. (In Russ.).
6. Bochkarev N.I., Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Morphology, taxonomy, breeding methods and characteristics of coriander varieties // *Oilseed crops*. 2014. No. 2. P. 159-160. (In Russ.).
7. Mohsenin N.N. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers Inc, 1980. P. 51-87.

8. Diederichsen A. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 3. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996. P. 1-82.

9. Butova S.V., Sedova O.S. Analysis of thermophysical properties of oilseeds // Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. 2019. P. 53-58. (In Russ.).

10. Ksandopulo S.Yu. Quality of coriander fruits arriving at Ust-Labinsk EMEC of JSC Florientina // News of universities. Food technology. 2000. No. 1. P. 94-95. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Стерехова Надежда Валентиновна, аспирант, старший преподаватель кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3691-3250>, e-mail: nadia1982m@mail.ru

Гонезжук Сусана Юрьевна, аспирант, старший преподаватель кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0580-0061>, e-mail: gonezhuk.79@mail.ru

Меретуков Заур Айдамирович, доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой строительных и общепрофессиональных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4808-4501>, e-mail: zaur-meretukov@yandex.ru

Щербаков Михаил Васильевич, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6718-3243>

Nadezhda V. Sterekhova, Postgraduate student, Senior lecturer, the Department of Construction and General Professional Disciplines, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3691-3250>, e-mail: nadia1982m@mail.ru

Susana Y. Gonezhuk, Postgraduate student, Senior lecturer, the Department of Construction and General Professional Disciplines, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0580-0061>, e-mail: gonezhuk.79@mail.ru

Zaur A. Meretukov, Dr Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Construction and General Professional Disciplines, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4808-4501>, e-mail: zaur-meretukov@yandex.ru

Mikhail V. Shcherbakov, Postgraduate student, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6718-3243>

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 authors

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

Поступила в редакцию 14.10.2024

Поступила после рецензирования 15.11.2024

Принята к публикации 18.11.2024

Received 14.10.2024

Revised 15.11.2024

Accepted 18.11.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-82-89>
УДК 664.849:635.65



Свойства и активные вещества бобовой пасты хумус на основе нутового пюре

М.В.М. Шехадеh✉

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский биотехнологический университет»;
г. Москва, Российская Федерация,
✉79269326028@mail.ru*

Аннотация. Введение. В последнее время наблюдается возрастающий интерес к бобовым культурами, в том числе нуту, как источнику белка и других питательных веществ. Хумус, традиционное блюдо Ближнего Востока, получаемое из нутового пюре, является отличным примером использования бобовых в кулинарии. В последние годы хумус стал популярным продуктом в рационе питания, благодаря своей питательной ценности и способности интегрироваться в разнообразные кулинарные традиции. Также наблюдается растущий интерес потребителей к здоровому питанию, в котором хумус играет ключевую роль как источник растительного белка и других полезных компонентов. **Цель исследования** заключалась в определении содержания белка, витаминов и минералов в хумусе, а также в оценке его антиоксидантной активности и органолептических характеристик. **Методы исследования.** Ультрафиолетовая и видимая спектроскопия (UV-Vis), инфракрасная спектроскопия (FTIR), жидкостная хроматография высокой эффективности (HPLC), тонкослойная хроматография (TLC), метод Кьельдаля, атомно-абсорбционная спектроскопия (AAS), сенсорный анализ, опросы и анкетирование. **Результаты исследования** показали, что хумус на основе нутового пюре содержит 20-25% белка, значительное количество пищевых волокон, антиоксидантов и минералов. Сенсорный анализ выявил высокую оценку органолептических свойств продукта, что свидетельствует о его приемлемости для потребителей. **Заключение.** Полученные результаты подчеркивают ценность хумуса как функционального продукта в рационе питания, способствующего поддержанию здоровья и профилактике различных заболеваний. Учитывая его питательные свойства и приятный вкус, хумус может стать отличным дополнением к рациону как для вегетарианцев, так и для людей, стремящихся к сбалансированному питанию. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оценку долговременного воздействия хумуса на здоровье, его роль в диетах, а также на изучение его воздействия на микрофлору кишечника.

Ключевые слова: хумус, нут, бобовые, активные вещества, здоровье, растительный белок, кулинария, нутовое пюре

Для цитирования: Шехадеh М.В.М. Свойства и активные вещества бобовой пасты хумус на основе нутового пюре. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):82-89. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-82-89>

Properties and active substances of hummus bean paste based on chickpea puree

M.W.M. Shehadeh✉

Russian Biotechnology University; Moscow, Russian Federation,
✉79269326028@mail.ru

Abstract. Introduction. Recently, there has been a growing interest in legumes, including chickpeas, as a source of protein and other nutrients. Hummus, a traditional Middle Eastern dish made from chickpea puree, is an excellent example of the use of legumes in cooking. In recent years, hummus has become a popular product in the diet, due to its nutritional value and ability to integrate into a variety of culinary traditions. There is also a growing interest among consumers in healthy eating, in which hummus plays a key role as a source of plant protein and other beneficial components. **The goal of the research** was to determine the protein, vitamin and mineral content of hummus, as well as to evaluate its antioxidant activity and organoleptic characteristics. **The research methods** used are ultraviolet and visible spectroscopy (UV-Vis), infrared spectroscopy (FTIR), high performance liquid chromatography (HPLC), thin layer chromatography (TLC), Kjeldahl method, atomic absorption spectroscopy (AAS), sensory analysis, surveys and questionnaires. The results of the research showed that chickpea-based hummus contains 20-25% protein, a significant amount of dietary fiber, antioxidants and minerals. Sensory analysis has revealed a high assessment of the organoleptic properties of the product, which indicates its acceptability by consumers. **Conclusions.** The results obtained emphasize the value of hummus as a functional product in the diet, helping to maintain health and prevent various diseases. Considering its nutritional properties and pleasant taste, hummus can be an excellent addition to the diet of both vegetarians and people seeking a balanced diet. Further studies could be aimed at assessing the long-term health effects of hummus, its role in diets, and its impact on gut microflora.

Keywords: hummus, chickpeas, legumes, active substances, health, plant protein, cooking, chickpea puree

For citation: Shehadeh M.V.M. Properties and active substances of hummus bean paste based on chickpea puree. *New technologies / Novye Tehnologii*. 2024;20(4):82-89. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-82-89>

Введение. В последние десятилетия наблюдается растущий интерес к растительным продуктам, особенно к бобовым культурам как к источнику полноценного белка и других жизненно важных питательных веществ. Бобовые, включая фасоль, чечевицу и нут, играют важную роль в рационе человека в разных культурах и являются основными компонентами многих традиционных блюд. Особенно выделяется нут (*Cicer arietinum*), обладающий уникальными питательными свойствами и возможностями для использования в кулинарии.

Хумус, традиционное блюдо, в основе которого лежит нут, занимает особое место в кулинарной культуре Ближнего Востока и Средиземноморья. Это блюдо готовится из

переработанного нутового пюре, часто с добавлением оливкового масла, лимонного сока, тахини (пасты из кунжута) и различных специй. Благодаря своей нейтральной базе хумус можно адаптировать, добавляя разнообразные ингредиенты, что делает его не только универсальным, но и привлекательным для широкого круга потребителей [1].

Питательная ценность хумуса обоснована его богатым химическим составом. Нут имеет высокое содержание белка — около 20-25% от общей массы, что делает его отличным источником растительного белка для вегетарианцев и веганов. Кроме того, нут богат клетчаткой, способствующей нормализации пищеварения и улучшению состояния кишечника. Важную роль в

поддержании здоровья играют также витамины группы В, железо, магний и другие минералы, содержащиеся в нуте.

Современные исследования показывают, что бобовые, включая нут, имеют также противовоспалительные и антиоксидантные свойства благодаря наличию фенольных соединений и флавоноидов. Эти биологически активные вещества могут снижать риск развития хронических заболеваний, таких как сердечно-сосудистые патологии и некоторые виды рака.

Несмотря на все известные преимущества нутового хумуса, тщательное исследование его химического состава, активных веществ и физических свойств, а также сенсорных характеристик, необходимо для более глубокого понимания его роли в пищевой практике и потенциального полезного воздействия на здоровье. Данная работа направлена на изучение свойств и активных веществ бобовой пасты хумус на основе нутового пюре, а также на анализ перспектив его применения в рационе питания.

Нут (*Cicer arietinum*) представляет собой ценную бобовую культуру, богатую белком, клетчаткой, витаминами и минералами. Хумус на основе нутового пюре является популярным продуктом, который не только вкусен, но и полезен. В последние годы его потребление возросло, что связано с растущим вниманием к экологичным и здоровым видам питания.

Цель исследования. Определение содержания белка, витаминов и минералов в хумусе, а также оценка его антиоксидантной активности и органолептических характеристик.

Методы исследования. В результате данного исследования были применены различные физико-химические методы анализа, позволяющие получить полное представление о составе и свойствах хумуса на основе нутового пюре. Вот некоторые конкретные примеры методов, использованных в исследовании [2].

1. Спектроскопия:

- ультрафиолетовая и видимая спектроскопия (UV-Vis). Этот метод использовался для определения содержания фенольных соединений, флавоноидов и других антиоксидантов в хумусе. Он позволяет оценить степень поглощения специфических длин волн, что напрямую связано с содержанием этих биологически активных веществ.

- инфракрасная спектроскопия (FTIR) применялась для изучения функциональных групп в молекулах, что помогает понять структуру основных компонентов хумуса и их взаимодействие.

2. Хроматография:

- жидкостная хроматография высокой эффективности (HPLC) использовалась для количественного определения отдельных аминокислот, витаминов и других составляющих, таких как органические кислоты и сахара. Это позволило установить, насколько хумус может быть полезным в качестве источника питательных веществ.

- тонкослойная хроматография (TLC) применялась для разделения и идентификации различных классов соединений, таких как липиды и антиоксиданты, что дало понимание о составе жировых и витаминных компонентов хумуса.

3. Методы определения содержания белка и минералов:

- метод Кьельдаля применялся для определения общего содержания белка в хумусе. Этот классический метод основан на превращении органического азота в аммоний, затем он количественно определялся через титрование.

- атомно-абсорбционная спектроскопия (AAS) использовалась для определения содержания минералов, таких как кальций, магний, калий и железо. Метод позволяет точно измерить уровни этих важных элементов в образце хумуса.

4. Сенсорный анализ:

- дегустация с участием экспертов для оценки органолептических свойств хумуса проводилась дегустации, в которых участвовали эксперты в области пищевых техно-

логий и кулинарии. Они оценивали вкус, аромат, текстуру и цвет хумуса, что позволяло выявить предпочтения потребителей и определить оптимальные рецептуры.

- опросы и анкетирование: члены целевой группы (например, потенциальные потребители) были опрошены для определения их впечатлений и предпочтений, что дало

дополнительные данные для улучшения органолептических характеристик продукта.

Такие комбинированные методы анализа позволяют не только строго оценить содержание нутриентов и активных веществ в хумусе, но и глубже понять его потенциальные преимущества и возможные применения в питании.

Таблица 1. Результаты анализа хумуса на основе нутового пюре
Table 1. The results of analysis of hummus based on chickpea puree

1. Содержание белка:	Общий белок: 20-25% от массы (например, 8 г белка на 100 г хумуса).
2. Содержание углеводов:	Общие углеводы: 50-60% от массы (например, 15-20 г углеводов на 100 г хумуса), из которых:
	Растворимые волокна: 3-6 г
	Нерастворимые волокна: 5-8 г
3. Содержание жиров:	Общие жиры: 5-10% от массы (например, 5-8 г жира на 100 г хумуса), из которых:
	Ненасыщенные жирные кислоты: 3-6 г
4. Содержание витаминов:	Витамины группы В:
	Тиамин (B1): 0.16 мг (на 100 г)
	Рибофлавин (B2): 0.18 мг (на 100 г)
	Ниацин (B3): 0.6 мг (на 100 г)
	Витамин Е: 0.3 мг (на 100 г)
5. Содержание минералов:	Кальций: 50-60 мг (на 100 г)
	Магний: 40-50 мг (на 100 г)
	Железо: 2-3 мг (на 100 г)
	Калий: 500-600 мг (на 100 г)
6. Содержание антиоксидантов:	Общая содержание фенольных соединений: 200-300 мг на 100 г
	Общая антиоксидантная активность (измеренная методом DPPH): 30-50% ингибирования
7. Результаты сенсорного анализа:	Вкусовые характеристики (по шкале от 1 до 5):
	Вкус: 4.5
	Аромат: 4.2
	Текстура: 4.3
	Общая оценка: 4.4

Результаты.

Нутовое пюре содержит около 20-25% белка, 60% углеводов и 5-10% жиров. Основными белковыми компонентами являются альбумины и глобулины. Кроме того, нут богат клетчаткой, что способствует нормализации пищеварения.

Хумус является хорошим источником витаминов группы В (тиамин, рибофлавин, ниацин) и минералов, таких как магний, калий, фосфор и железо. Эти компоненты способствуют улучшению обмена веществ и поддержанию нормального функционирования организма.

Нутовое пюре содержит фенольные соединения, флавоноиды и антиоксиданты, обладающие противовоспалительными и противораковыми свойствами. Эти вещества могут способствовать укреплению иммунной системы и предотвращению хронических заболеваний.

Выяснено, что хумус на основе нутового пюре имеет кремообразную текстуру и насыщенный вкус. Добавление оливкового масла, лимонного сока и специй может улучшить его вкусовые качества и питательную ценность.

Обсуждение. Хумус на основе нутового пюре представляет собой ценное пищевое изделие, способствующее улучшению пищевого баланса в рационе за счет своего богатого состава. Потенциальные антиоксидантные свойства активных веществ могут быть полезны для профилактики ряда заболеваний.

Результаты проведенного исследования о нутовом хумусе продемонстрировали его значительную ценность как источника питательных веществ и функциональных компонентов, что делает его востребованным продуктом на рынке, особенно среди потребителей, стремящихся вести здоровый образ жизни. Разнообразие физико-химических и сенсорных характеристик, а также высокое содержание белка, витаминов и минералов, подчеркивают преимущества хумуса как универсального компонента рациона.

Нут является одним из самых богатых бобовых по содержанию белка, что подтверждается результатами анализа. Значение содержания белка в хумусе, равное 20-25%, делает его отличной альтернативой животным белкам, особенно для вегетарианцев и веганов [3]. Комбинирование белков из нутового пюре с другими источниками растительного белка, такими как зерновые, может способствовать улучшению аминокислотного профиля, что особенно актуально для людей, придерживающихся растительной диеты.

Содержание растительной клетчатки, как показано в результатах, может дать дополнительные преимущества для здоровья. Клетчатка способствует нормализации пищеварения, предотвращению запоров и может помогать в контроле уровня сахара в крови. Высокое содержание растворимых волокон также может способствовать снижению уровня холестерина, что уменьшает риск сердечно-сосудистых заболеваний [4].

Результаты показывают, что хумус содержит важные минералы, такие как кальций, магний и железо. Эти микроэлементы играют критическую роль в поддержании здоровья. Кальций и магний важны для укрепления костной ткани и предотвращения остеопороза, тогда как железо необходимо для транспортировки кислорода в крови и профилактики анемии. Учитывая, что многие люди недостаточно получают этих минералов из диеты, хумус может стать важным дополнением, особенно для людей с ограниченным доступом к мясу и молочным продуктам.

Витамины группы В, содержащиеся в хумусе, также способствуют обмену веществ и общему состоянию здоровья. Их наличие подчеркивает значимость хумуса как функционального продукта, который может оказать положительное влияние на здоровье.

Полученные данные о содержании фенольных соединений и антиоксидантной активности хумуса подчеркивают его потенциальные преимущества для защиты организма от оксидативного стресса и воспалительных процессов. Антиоксиданты помогают нейтрализовать свободные радикалы, снижая риск развития хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые болезни, диабет и некоторые типы рака. Это свойство важно как для здоровых людей, так и для тех, кто находится в группе риска.

Обсуждение сенсорных характеристик хумуса является важным аспектом, поскольку органолептические свойства

продукта непосредственно влияют на его приемлемость потребителями. Результаты дегустации показывают, что участники оценили вкус, аромат и текстуру хумуса высоко. Это свидетельствует о том, что хумус не только питателен, но и приятен на вкус, что может способствовать его более широкому распространению и включению в различные кулинарные культуры.

Исходя из полученных данных, можно рекомендовать включать хумус в разнообразные рационы питания. Он может быть использован как соус или дип для овощей, намазка на хлеб или как компонент салатов и закусок. Хумус можно легко адаптировать под различные вкусовые предпочтения, добавляя специи, травы или другие

ингредиенты, что делает его универсальным и гибким продуктом [5-11].

Заключение. Таким образом, проведение данного исследования подчеркивает важность нутового хумуса в контексте здорового питания и его потенциальную роль в будущем развитии функциональных продуктов питания. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оценку воздействия хумуса на здоровье, его влияние на микрофлору кишечника и другие аспекты, которые помогают выявить его полную ценность для рационального питания.

Дальнейшие исследования могут помочь выявить новые аспекты благоприятного влияния нутового хумуса на здоровье человека.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова Т.С. Влияние сортовых особенностей нута на качество хумуса // В фокусе достижений молодежной науки: материалы ежегодной итоговой научно-практической конференции (Оренбург, 10 дек. 2021 г.). Оренбург: Агентство Пресса, 2022. С. 63-67. EDN SABTYF.
2. Вебер А.Л., Белан Л.В. Разработка технологии бобовой пасты «Хумус» из культур отечественной селекции // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. С. 263-265. EDN SOODWV.
3. Нелюбина Е.Г., Бабнищев И.А. Полезные свойства хумуса для организма человека // Парадигма. 2022. № 5. С. 29-31. EDN YDGATP.
4. Семиляков Д.В. Производство хумуса как инновационное направление развития отечественной пищевой промышленности // Современные экономические проблемы: сборник научных трудов по итогам круглого стола с международным участием (Москва, 01-31 июля 2021 г.). М.: Дашков и К, 2021. С. 286-291. EDN HRSMUQ.
5. Филатова А.Я. Преимущества хумуса в повседневном питании // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 90-летию профессора Р.З. Магарила (Тюмень, 25-27 нояб. 2021 г.). Т. 1. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. С. 386-388. EDN GPQUMD.
6. Мельникова В.А., Чиж А.В. Обоснование возможности включения топинамбура в бобовую пасту «Хумус» // Вестник молодежной науки. 2017. С. 1-5.
7. Filimonau V., Ermolaev V.A., Vasyukova A. Food waste in foodservice provided in educational settings: an exploratory study of institutions of early childhood education // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2022. Vol. 28. P. 100531.

8. The dietary supplement: composition, control and functional properties / A.T. Vasyukova [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 903-906.
9. Comprehensive assessment of bakery products with malt additives and optimal consumer properties / Vasyukova A.T. [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops» 2021. P. 22036.
10. Relationship of strength of emulsions with content of oil in aqueous solutions of corn flour and dry milk / Vasyukova A.T. [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 1797-1804.
11. Influence of vitafort and lactobifadol probiotics on excremental microbiocenoses of turkey poult / Khabirov A [et al.] // Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 2020. Vol. 14, No. 3. P. 1041-1046.

REFERENCES

1. Arkhipova T.S. The influence of varietal characteristics of chickpeas on the quality of hummus // In focus on the achievements of youth science: materials of the annual final scientific and practical conference (Orenburg, December 10, 2021). Orenburg: Press Agency, 2022. P. 63-67. EDN SABTYF. (In Russ.).
2. Weber A.L., Belan L.V. Development of technology for bean paste "Hummus" from crops of domestic selection // Catalogue of scientific and innovative developments of Omsk State Agrarian University. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2021. P. 263-265. EDN SOODWV. (In Russ.).
3. Nelyubina E.G., Babnishchev I.A. Useful properties of hummus for the human body // Paradigm. 2022. No. 5. P. 29-31. EDN YDGATP. (In Russ.).
4. Semilyakov D.V. Hummus production as an innovative direction for the development of the domestic food industry // Modern economic problems: collection of scientific papers following a round table with international participation (Moscow, July 1-31, 2021). Moscow: Dashkov i K, 2021. P. 286-291. EDN HRSMUQ. (In Russ.).
5. Filatova A.Ya. Benefits of hummus in everyday nutrition // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference named after D.I. Mendeleev, dedicated to the 90th anniversary of Professor R.Z. Magaril (Tyumen, November 25-27, 2021). Vol. 1. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2022. P. 386-388. EDN GPQUMD. (In Russ.).
6. Melnikova V.A., Chizh A.V. Justification of the possibility of including Jerusalem artichoke in the «Hummus» bean paste // Bulletin of youth science. 2017. P. 1-5. (In Russ.).
7. Filimonau V., Ermolaev V.A., Vasyukova A. Food waste in foodservice provided in educational settings: an exploratory study of institutions of early childhood education // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2022 Vol. 28. P. 100531.
8. The dietary supplement: composition, control and functional properties / A.T. Vasyukova [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020 Vol. 12, No. 4. P. 903-906.
9. Comprehensive assessment of bakery products with malt additives and optimal consumer properties / Vasyukova A.T. [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops» 2021. P. 22036.
10. Relationship of strength of emulsions with content of oil in aqueous solutions of corn flour and dry milk / Vasyukova A.T. [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 1797-1804.

11. Influence of vitafort and lactobifadol probiotics on excremental microbiocenoses of turkey poult / Khabirov A [et al.] // Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 2020. Vol. 14, No. 3. P. 1041-1046.

Информация об авторе / Information about the author

Шехадех Мохамад Васим Махмудович, аспирант кафедры «Технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»; 125080, Российская Федерация, г. Москва, ул. Волоколамское ш., д. 11, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0785-6181>, e-mail: 79269326028@mail.ru

Shehadeh Mohamad Wasim Makhmudovich, Postgraduate student, the Department of Technology and Biotechnology of Food Products of Animal Origin, Russian Biotechnology University; 125080, the Russian Federation, Moscow, 11 Volokolamskoe sh., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0785-6181>; e-mail: 79269326028@mail.ru

Поступила в редакцию 03.10.2024

Поступила после рецензирования 11.11.2024

Принята к публикации 14.11.2024

Received 03.10.2024

Revised 11.11.2024

Accepted 14.11.2024



Формирование урожайности надземной массы эхинацеи пурпурной в зависимости от микробиологического удобрения «Биогор»

О.Ю. Артемова✉, Е.В. Сумина, С.В. Белецкий

*Белгородский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»;
п. Майский, Российская Федерация,
✉kuren.olya@rambler.ru*

Аннотация. Введение. Для эффективного возделывания лекарственных культур, в том числе и эхинацеи, в условиях промышленного производства необходима разработка и совершенствование адаптивных агротехнологий, направленных на получение высоких урожаев высококачественного лекарственного сырья. **Цель исследования.** Изучение влияния разных марок, доз микробиологического удобрения Биогор серии «КМ» на рост, развитие растений, урожайность воздушно-сухой массы эхинацеи пурпурной в почвенно-климатических условиях Белгородской области. **Методы.** Полевые исследования проводили на опытном поле Белгородского филиала ФГБНУ ВИЛАР в 2022-20223 гг. Постановку полевого опыта осуществляли в соответствии с методикой проведения полевых опытов с лекарственными и эфирномасличными культурами (ВИЛАР, 2023). Схема опыта включала контроль и 11 опытных вариантов с применением двух марок микробиологического удобрения Биогор – развитие и финиш в дозах 1,0 и 2,0 л/га, как отдельно, так и в разных сочетаниях. **Результаты.** В результате исследований установлено, что наибольшую урожайность воздушно-сухой массы эхинацеи пурпурной обеспечивало двукратное применение микробиологического удобрения Биогор Развитие в дозе 2,0 л/га в фазе 3-4 листьев и 1,0 л/га в фазе 6-8 листьев в комплексе с обработкой посевов препаратом Биогор Финиш в дозах 1,0 и 2,0 л/га в фазе бутонизации перед первым укосом. В среднем за два года исследований урожайность травы эхинацеи пурпурной по сумме двух укосов на данных вариантах опыта составила соответственно 3,30 и 3,23 т/га, что на 1,52 и 1,45 т/га больше по сравнению с контролем. **Заключение.** Таким образом, изучаемые марки и дозы микробиологического удобрения Биогор серии «КМ» в условиях Белгородской области способствовали активизации ростовых процессов растений эхинацеи пурпурной и повышению урожайности ее надземной массы.

Ключевые слова: эхинацея пурпурная, микробиологическое удобрение, фенологические наблюдения, урожайность, лекарственное сырье

Для цитирования: Артемова О.Ю., Сумина Е.В., Белецкий С.В. Формирование урожайности надземной массы эхинацеи пурпурной в зависимости от микробиологического удобрения «Биогор». *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):90-98. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-90-98>

Formation of the top yield of purple echinacea depending on the “Biogor” microbiological fertilizer

O.Yu. Artemova✉, E.V. Sumina, S.V. Beletsky

*All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants;
Mayskiy, the Russian Federation,
✉kuren.olya@rambler.ru*

Abstract. Introduction. For the efficient cultivation of medicinal crops, including echinacea, in industrial production conditions, it is necessary to develop and improve adaptive agricultural technologies aimed at obtaining high yields of high-quality medicinal raw materials. The goal of the research is to study the effect of different brands and doses of the Biogor microbiological fertilizer of the KM series on the growth, development of plants, and the yield of air-dry matter of purple echinacea in the soil and climatic conditions of the Belgorod region. **The Methods.** Field studies were carried out on the experimental field of the Belgorod branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR in 2022-20223. The field experiment was set up in accordance with the methodology for conducting field experiments with medicinal and essential oil crops (VILAR, 2023). The experimental design included a control and 11 experimental variants using two brands of the Biogor microbiological fertilizer - Development and Finish at doses of 1.0 and 2.0 l/ha, both separately and in different combinations. **The Results.** The research showed that the highest yield of air-dry mass of purple coneflower was ensured by double application of the Biogor Development microbiological fertilizer at a dose of 2.0 l/ha in the 3-4 leaf phase and 1.0 l/ha in the 6-8 leaf phase in combination with the treatment of crops with Biogor Finish at doses of 1.0 and 2.0 l/ha in the budding phase before the first mowing. On average, over two years of research, the yield of purple coneflower grass by the sum of two cuttings in these experimental variants was 3.30 and 3.23 t/ha, respectively, which was 1.52 and 1.45 t/ha more than the control. **Conclusions.** Thus, the studied brands and doses of the Biogor microbiological fertilizer of the KM series in the conditions of the Belgorod region contributed to the activation of growth processes in purple coneflower plants and an increase in its top yield.

Keywords: purple coneflower, microbiological fertilizer, phenological observations, yield, medicinal raw materials

For citation: Artemova O.Yu., Sumina E.V., Beletsky S.V. Formation of the top yield of purple echinacea depending on the “Biogor” microbiological fertilizer. *New technologies / Novye tehnologii.* 2024;20(4):90-98. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-90-98>

Введение. На сегодняшний день в нашей стране остро стоит вопрос о реализации проектов импортозамещения в фармацевтической отрасли, что является одним из ключевых факторов национальной безопасности. Определенные успехи достигнуты в создании синтетических лекарственных средств. Российские фармацевтические компании выпускают в необходимом количестве основные препараты и вакцины для профилактики и лечения различных заболеваний. Однако в последние годы среди населения многих стран мира, в том числе и России, все больше увеличивается

популярность фитотерапии [8, с. 17], что объясняется ростом числа осложнений от лекарственных препаратов химического синтеза. Сегодня фитотерапия активно интегрируется в клиническую медицину и становится ее неотъемлемой частью.

Лекарственные препараты на растительной основе отличаются рядом преимуществ по сравнению с синтетическими, особенно в лечении хронических заболеваний. Они обладают широким спектром лечебно-профилактических видов действия при минимальных рисках лекарственных осложнений, возможностью индивидуализации

зации лечения, подбором гибких схем дозирования. Одним из наиболее известных лекарственных растений, обладающих ярко выраженными иммуномодулирующими свойствами, является эхинацея [5, с. 5; 6, с. 11]. На сегодняшний день эхинацею пурпурную можно встретить практически везде [2, с. 13; 3, с. 13]. Она приобрела огромную популярность среди средств фитотерапии [1, с. 11; 4, с. 7; 10, с. 66]. Препараты на ее основе обладают не только иммуностимулирующим [7, с. 30], но и антиоксидантным, антибактериальным, противовирусным, фунгицидным, антимуtagenным, антиастматическим действием. Поэтому во многих странах мира, в том числе и в России, эхинацею пурпурную выращивают в промышленных масштабах с целью получения высококачественного лекарственного сырья.

Для эффективного возделывания лекарственных культур, в том числе и эхинацеи в условиях промышленного производства необходима разработка и совершенствование адаптивных агротехнологий, направленных на получение высоких урожаев высококачественного лекарственного сырья [9, с. 7]. Перспективным направлением является экологизация производства пряно-ароматических и лекарственных растений. В настоящее время для успешной реализации потенциала продуктивности лекарственных культур особую актуальность приобретает использование микробиологических препаратов, являющихся основой органического земледелия. Одним из современных высокоэффективных и универсальных микробиологических препаратов является биоудобрение Биогор серии «КМ». Оно представляет собой комплекс из широкого спектра полезных штаммов бактерий, водорастворимых солей, низкомолекулярных кислот, микроэлементов, фитогормонов, фитоэкстрактов и витаминов.

Цель исследования. Изучение влияния разных марок, доз микробиологического удобрения Биогор серии «КМ» на рост,

развитие растений, урожайность воздушно-сухой массы эхинацеи пурпурной в почвенно-климатических условиях Белгородской области.

Методы исследования. Исследования проведены на опытном поле Белгородского филиала ФГБНУ ВИЛАР в 2022-2023 гг. в соответствии с планом НИР филиала. Пункт программы ФНИ в РФ 4.1.2.3. Управление селекционным процессом создания новых генотипов культурных растений с высокоценными признаками продуктивности и качества, устойчивости к био- и абиострессорам; методы и способы реализации генетического потенциала новых генотипов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур. «Поиск и выявление перспективных видов дикорастущих растений, изучение их ресурсного потенциала, формирование высокопродуктивных агроценозов лекарственных и ароматических культур путем создания новых сортов и разработки интенсивных, экологически безопасных технологий их возделывания» (№ FGUU-2022-0009).

В качестве объекта исследований был выбран засухоустойчивый сорт эхинацеи пурпурной Танюша, включенный в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию для возделывания культуры как лекарственного растения.

Почва опытного поля относится к черноземам типичным малогумусным средне-мощным тяжелосуглинистого механического состава.

Погодные условия вегетационных периодов 2022 и 2023 гг. отличались повышенным температурным режимом при недостатке атмосферных осадков и неравномерном их распределении в период активной вегетации растений эхинацеи.

Постановку полевого опыта осуществляли в соответствии с методикой проведения полевых опытов с лекарственными и эфирномасличными культурами (ВИЛАР, 2023). Агротехника эхинацеи пурпурной – общепринятая для условий Центрально-

Черноземного региона. Опыт закладывали в четырехкратной повторности при систематическом размещении делянок. Учетная площадь опытной делянки - 10 м². Схема опыта включала контроль и 11 опытных вариантов с применением двух марок микробиологического удобрения Биогор – развитие и финиш в дозах 1,0 и 2,0 л/га, как отдельно, так и в разных сочетаниях: вариант № 1 – обработка водой, контроль; вариант № 2 – Биогор Развитие (1,0 л/га); вариант № 3 – Биогор Развитие (2,0 л/га); вариант № 4 – Биогор Развитие (2,0 л/га) + Биогор Развитие (1,0 л/га) после первого укоса; вариант № 5 – Биогор Финиш (1,0 л/га); вариант № 6 – Биогор Финиш (2,0 л/га); вариант № 7 – Биогор Развитие (1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га); вариант № 8 – Биогор Развитие (1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га); вариант № 9 – Биогор Развитие (2,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га); вариант № 10 – Биогор Развитие (2,0

л/га) + Финиш (2,0 л/га); вариант № 11 – Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га); вариант № 12 – Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га).

Обработка препаратом Биогор Развитие проводилась в фазах 3-4 листьев, 6-8 листьев и после первого укоса на пятые сутки. Обработка Биогор Финиш – в фазе бутонизации, до первого укоса. Уборку лекарственного сырья (надземной массы) эхинацеи пурпурной проводили методом прямого поделяночного взвешивания.

Результаты. Применение различных марок микробиологического удобрения Биогор серии «КМ» оказывало влияние на даты наступления фенологических фаз и продолжительность межфазных периодов растений эхинацеи пурпурной. В 2022 году продолжительность периода от отрастания до цветения эхинацеи варьировалась по вариантам опыта от 80 до 88 суток (рис. 1).

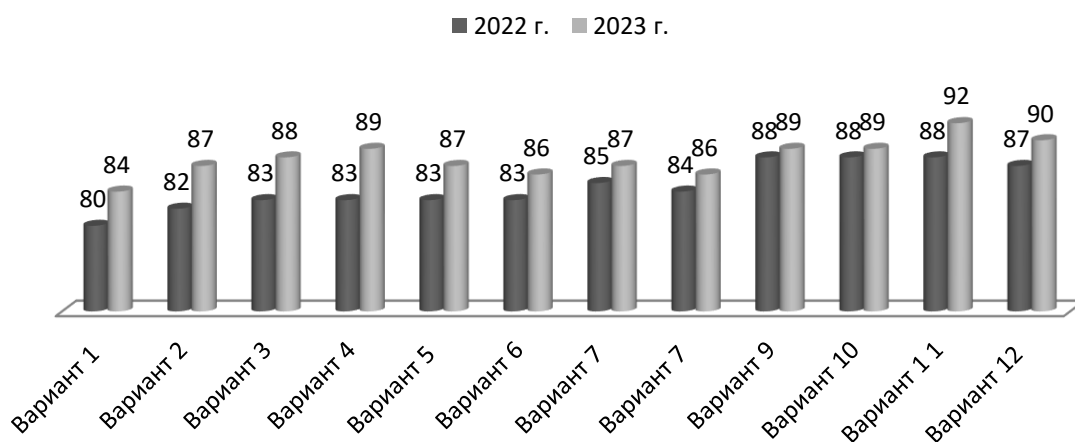


Рис. 1. Продолжительность периода от отрастания до цветения растений эхинацеи пурпурной, сут.

Fig. 1. Duration of the period from growth to flowering of purple coneflower plants, days.

В 2023 году период от отрастания до цветения растений эхинацеи был более продолжительным и находился в пределах от 84 до 92 суток в зависимости от опытного варианта.

После первого укоса надземной массы (травы) эхинацеи пурпурной процессы ее роста и развития характеризовались также различной интенсивностью в зависимости

от вариантов опыта. Наибольшая продолжительность периода от первого до второго укоса в годы исследований была отмечена на вариантах опыта Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га) и Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га). В 2023 году на всех опытных вариантах период от первого до второго укоса надземной массы

эхинацеи пурпурной был менее продолжительным по сравнению с 2022 годом, что связано с более дружным прохождением растениями фенологических фаз. Разница по вариантам опыта в годы исследований составила от 2 до 5 суток (рис. 2).

Применение изучаемых марок микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ» оказывало влияние не только на интенсивность прохождения фенологических фаз, но и на динамику ростовых процессов растений эхинацеи пурпурной. В вариантах с совместным применением разных марок биоудобрения эффект был выше, чем при их одиночном внесении (табл. 1).

В среднем за два года исследований наибольшая высота растений эхинацеи пурпурной в фазу цветения была отмечена в вариантах опыта Биогор Развитие (2,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га) и Биогор Развитие (двукратно в дозах 2,0 и 1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га), составив соответственно 136,3 и 136,9 см, что на 30,5 и 31,1 см больше по сравнению с контролем. Перед вторым укосом наибольшую высоту растений эхинацеи обеспечило двукратное применение биоудобрения Биогор Развитие (2,0 + 1,0 л/га) совместно с обработкой посевов Биогор

Финиш в дозах 1,0 и 2,0 л/га. Так, на варианте опыта Биогор Развитие (двукратно в дозах 2,0 и 1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га) высота растений перед вторым укосом составила 65,8 см, на варианте Биогор Развитие (двукратно в дозах 2,0 и 1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га) – 64,9 см, что на 22,7 и 21,8 см больше, чем на контроле соответственно.

В годы исследований обработка посевов эхинацеи пурпурной различными марками микробиологического удобрения Биогор серии «КМ» оказывала положительное влияние на урожайность воздушно-сухой массы (травы) культуры. При этом было установлено, что наибольшие прибавки урожая обеспечивает совместное применение изучаемых марок микробиологического удобрения (табл. 2).

Наивысшая урожайность воздушно-сухой массы эхинацеи пурпурной по сумме двух укосов была отмечена в вариантах опыта с двукратным применением Биогор Развитие (2,0 л/га в фазу 3–4 листьев и 1,0 л/га в фазу 6–8 листьев) в комплексе с обработкой посевов Биогор Финиш в дозах 1,0 и 2,0 л/га в фазу бутонизации, которая составила соответственно 3,30 и 3,23 т/га, превысив контроль на 1,52 и 1,45 т/га.

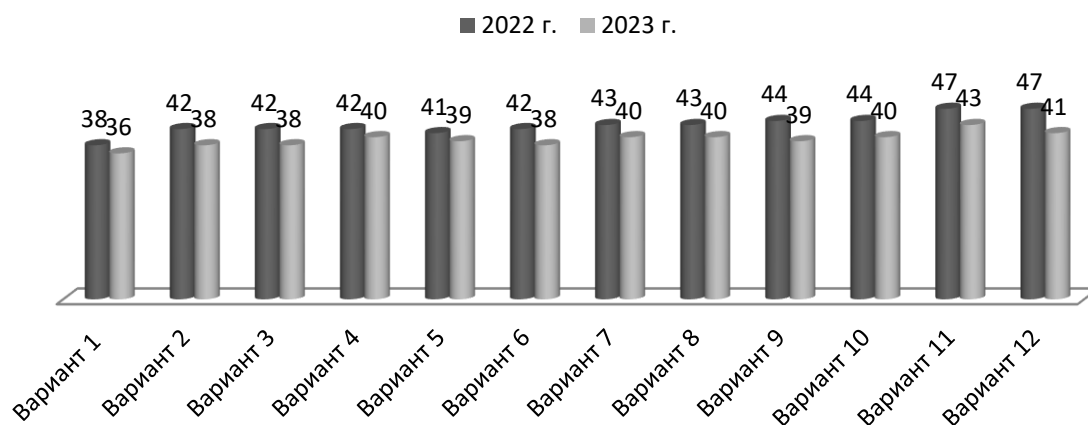


Рис 2. Продолжительность периода от первого до второго укоса травы эхинацеи пурпурной, сут

Fig. 2. Duration of the period from the first to the second cutting of purple echinacea grass, days

Таблица 1. Высота растений эхинацеи пурпурной в зависимости от применения микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ», 2022-2023 гг.

Table 1. Height of purple coneflower plants depending on the use of Biogor microbiological fertilizer of the "KM" series, 2022-2023

№ п/п	Варианты опыта	Высота растений, см	
		в фазу цветения	перед 2-м укосом
1	Обработка водой, контроль	105,8	43,1
2	Биогор Развитие (1,0 л/га)	118,4	49,6
3	Биогор Развитие (2,0 л/га)	125,6	53,7
4	Биогор Развитие (2,0 л/га) + Биогор Развитие (1,0 л/га) после первого укоса	125,5	54,4
5	Биогор Финиш (1,0 л/га)	124,8	50,4
6	Биогор Финиш (2,0 л/га)	125,6	50,6
7	Биогор Развитие (1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га)	123,1	51,5
8	Биогор Развитие (1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га)	125,1	51,8
9	Биогор Развитие (2,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га)	132,5	56,3
10	Биогор Развитие (2,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га)	136,3	57,0
11	Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га)	135,7	65,8
12	Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га)	136,9	64,9
	НСР ₀₅	2,3	1,7

Таблица 2. Урожайность воздушно-сухой массы (травы) эхинацеи пурпурной в зависимости от применения микробиологического удобрения «Биогор» серии «КМ», 2022-2023 гг.

Table 2. Yield of air-dry mass (grass) of purple echinacea depending on the use of Biogor microbiological fertilizer of the KM series, 2022-2023

№ п/п	Варианты опыта	Урожайность, т/га		
		первый укос	второй укос	общая
1	Обработка водой, контроль	1,19	0,59	1,78
2	Биогор Развитие (1,0 л/га)	1,61	0,70	2,31
3	Биогор Развитие (2,0 л/га)	1,71	0,78	2,49
4	Биогор Развитие (2,0 л/га) + Биогор Развитие (1,0 л/га) после первого укоса	1,81	0,84	2,65
5	Биогор Финиш (1,0 л/га)	1,65	0,69	2,34
6	Биогор Финиш (2,0 л/га)	1,65	0,68	2,33
7	Биогор Развитие (1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га)	1,89	0,83	2,72
8	Биогор Развитие (1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га)	1,85	0,75	2,60
9	Биогор Развитие (2,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га)	2,13	0,87	3,00
10	Биогор Развитие (2,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га)	2,09	0,87	2,96
11	Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (1,0 л/га)	2,32	0,98	3,30
12	Биогор Развитие (двукратно 2,0 + 1,0 л/га) + Финиш (2,0 л/га)	2,27	0,96	3,23
	НСР ₀₅	0,11	0,05	

Заключение. Таким образом, изучаемые марки и дозы микробиологического удобрения Биогор серии «КМ» в условиях Белгородской области способствовали активизации ростовых процессов растений эхинацеи пурпурной и повышению урожайности ее надземной массы.

Наибольшую урожайность воздушно-сухой массы эхинацеи пурпурной в среднем за два года исследований обеспечивало двукратное применение микробиологического удобрения Биогор Развитие в комплексе с обработкой посевов препаратом Биогор Финиш в дозах 1,0 и 2,0 л/га.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barnes J. Echinacea narrowleaf (Columbia County), Echinacea pallida (Nutt.) Nutt., Echinacea purpurea (L. Moench): a review of their chemistry, pharmacology and clinical properties // Pharmacol. 2005. No. 57. P. 929-954.
2. Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root, echinacoside and alkylamide yields in Echinacea angustifolia L. in Chile / Berti M. [et al.] // Acta Hort. 2002. No. 576. P. 303-310.
3. Echinacea: Nature's Immune Enhancer / Foster. S. VT: Healing Arts Press, Rochester, 1991. URL: https://books.google.co.uz/books?id=yGYiMEHPmZUC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
4. Perspectives on new crops and new uses. A Review of the Taxonomy of the Genus Echinacea [Electronic resource] / McKeown K.A. [et al.] // ASHS Press, Alexandria. 1999. URL: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-482.html>.
5. Агробиологические особенности эхинацеи пурпурной в условиях Среднего Поволжья / Гущина В.А. [и др.] // Аграрные конференции. 2017. № 3. С. 5-9. EDN YNDUIT. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32351132>
6. Всхожесть семян эхинацеи пурпурной Echinacea purpurea L / Бухоров К.Х. [и др.] // Вестник науки и образования. 2020. № 23-3(101). С. 10-13. DOI 10.24411/2312-8089-2020-12305. EDN SUEONL. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44629867>
7. Выращивание эхинацеи пурпурной (Echinacea purpurea L.) для получения разных видов лекарственного растительного сырья / Загуменников В.Б. [и др.] // Овощи России. 2011. № 2(11). С. 30-32. EDN OYBZDR. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17734126>
8. Гущина В.А., Никольская Е. О., Лобанова Н. Ю. Изменение семенной продуктивности эхинацеи пурпурной в зависимости от сроков посева и способов борьбы с сорняками // Нива Поволжья. 2020. № 3(56). С. 17-23. DOI 10.36461/NP.2020.56.3.006. EDN EHI-KLF. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44388337>
9. Костылев Д.А. Нормы внесения удобрений при выращивании эхинацеи пурпурной // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 3(31). С. 7-9. EDN SXXVVN. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22479422>
10. Мирошина Т.А., Позняковский В.М., Мирошин Е.В. Эхинацея пурпурная (Echinacea purpurea) как лекарственное растение // Вестник КрасГАУ. 2024. № 2(203). С. 65-72. DOI 10.36718/1819-4036-2024-2-65-72. EDN CRXESO. <https://cyberleninka.ru/article/n/ehinatseya-purpurnaya-echinacea-purpurea-kak-lekarstvennoe-rastenie>

REFERENCES

1. Barnes J. Echinacea narrowleaf (Columbia County), Echinacea pallida (Nutt.) Nutt., Echinacea purpurea (L. Moench): a review of their chemistry, pharmacology and clinical properties // Pharmacol. 2005. No. 57. P. 929-954.
2. Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root, echinacoside and alkylamide yields in Echinacea angustifolia L. in Chile / Berti M. [et al.] // Acta Hort. 2002. No. 576. P. 303-310.
3. Echinacea: Nature's Immune Enhancer/Foster. S. VT: Healing Arts Press, Rochester, 1991. URL: https://books.google.co.uz/books?id=yGYiMEHPmZUC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
4. Perspectives on new crops and new uses. A Review of the Taxonomy of the Genus Echinacea [Electronic resource] / McKeown K.A. [et al.] // ASHS Press, Alexandria. 1999. URL: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-482.html>.
5. Agrobiological features of purple coneflower in the conditions of the Middle Volga region / Gushchina V.A. [et al.] // Agrarian conferences. 2017. No. 3. P. 5-9. EDN YNDUIT. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32351132> (In Russ.)
6. Germination of seeds of purple coneflower Echinacea purpurea L / Bukhorov K.Kh. [et al.] // Bulletin of Science and Education. 2020. No. 23-3(101). P. 10-13. DOI 10.24411/2312-8089-2020-12305. EDN SUEONL. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44629867> (In Russ.)
7. Growing purple echinacea (Echinacea purpurea L.) for obtaining different types of medicinal plant raw materials / Zagumennikov V.B. [et al.] // Vegetables of Russia. 2011. No. 2 (11). P. 30-32. EDN OYBZDR. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17734126> (In Russ.)
8. Gushchina V.A., Nikolskaya E.O., Lobanova N.Yu. Changes in seed productivity of purple coneflower depending on sowing time and weed control methods // Niva Povolzhya. 2020. No. 3(56). P. 17-23. DOI 10.36461/NP.2020.56.3.006. EDN EHIKLF. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44388337> (In Russ.)
9. Kostylev D.A. Fertilizer application rates for growing purple echinacea // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University . 2014. No. 3(31). P. 7-9. EDN SXXVFN. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22479422> (In Russ.)
10. Miroshina T.A., Poznyakovskiy V.M., Miroshin E.V. Echinacea purpurea as a medicinal plant // Bulletin of KrasSAU. 2024. No. 2(203). P. 65-72. DOI 10.36718/1819-4036-2024-2-65-72. EDN CRXESO. <https://cyberleninka.ru/article/n/ehinatseya-purpurnaya-echinacea-purpurea-kak-lekarstvennoe-rastenie> (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Артемова Ольга Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Белгородский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»; 308503, Российская Федерация, Белгородская область, Белгородский район, п. Майский, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5540-3013>, e-mail: kuren.olya@rambler.ru

Сумина Екатерина Владимировна, младший научный сотрудник, Белгородский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»; 308503, Российская Федерация, Белгородская область, Белгородский район, п. Майский, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3616-6103>, e-mail: belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Белецкий Сергей Викторович, научный сотрудник, Белгородский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»; 308503, Российская Федерация, Белгородская область, Белгородский район, п. Майский, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6931-7834>, e-mail: belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Olga Yu. Artemova, PhD (Agr.), Leading Researcher, Belgorod branch of All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants; 308503, the Russian Federation, the Belgorod region, the Belgorod district, Maysky settlement, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5540-3013>, e-mail: kuren.olya@rambler.ru

Ekaterina V. Sumina, Junior Researcher, Belgorod branch of the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants; 308503, the Russian Federation, the Belgorod region, the Belgorodsky district, settlement Maysky, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3616-6103>, e-mail: belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Sergey V. Beletsky, Researcher, Belgorod branch of the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants; 308503, the Russian Federation, the Belgorod region, the Belgorodsky district, settlement Maysky, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6931-7834>, e-mail: belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Заявленный вклад авторов

Артемова О.Ю. – разработка концепции статьи, критический анализ литературы.

Сумина Е.В. – описание результатов и формирование выводов исследования.

Белецкий С.В. – табличное и графическое представление результатов.

Claimed contribution of authors

Artemova O.Yu. – development of the article concept, critical analysis of the literature.

Sumina E.V. – description of the results and research conclusions.

Beletsky S.V. – tabular and graphical presentation of the results.

Поступила в редакцию 17.10.2024

Поступила после рецензирования 12.11.2024

Принята к публикации 14.11.2024

Received 17.10.2024

Revised 12.11.2024

Accepted 14.11.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-99-106>
УДК [635.21:631.527] (470.6)



Направленная селекция картофеля для условий Центрального Кавказа

У.Ю. Джабиев, В.Э. Темиров, З.А. Царикаев, С.С. Басиев✉

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Горский государственный аграрный университет»;
г. Владикавказ, Российская Федерация,
✉basiev_s@mail.ru*

Аннотация. Введение. Картофель – одна из самых поражаемых болезнями культур. В РФ годовой недобор урожая картофеля из-за пораженности болезнями составляет 20-25%. Стебли и клубни служат субстратом для развития микроорганизмов, грибов и болезнетворных бактерий. Риск картофеля заболеть возможен как в период выращивания, так и в период хранения. **Цель исследования.** Создание конкурентоспособных сортов с высокими хозяйственно-ценными признаками, районированными по Северокавказскому региону. **Методы.** Все учеты и наблюдения проводили согласно методикам селекционного процесса. В результате исследований, в коллекционном питомнике Горского ГАУ было использовано более 200 сортов различных оригиналов. В течение 23 лет ведется работа в разных направлениях, в том числе по устойчивости картофеля к болезням и вредителям. Выведено 5 сортов с высокими хозяйственно-биологическими показателями и урожайностью. В результате проведенных исследований было установлено, что высокую устойчивость по ботве и клубням к фитофторе обеспечили гибридные потомства 35, 26 и 30-й комбинации. Устойчивость к вирусным болезням проявили 84,7% гибридных популяций. На сегодняшний день конкурентоспособный урожай обеспечили гибриды: 11.35/12 – 45,2 т/га, 11.26/816 – 44,3 т/га, 11.26/33 – 48 т/га, 11.26/35 – 40,0 т/га. Стабильные качественные показатели по содержанию крахмала и сухих веществ максимально показали гибриды: 11.35/12, 11.26/816, 11.26/594 – 16,2–16,8%, 22,2–22,8%, а максимальное их накопление было отмечено по гибридам 7-ой комбинации – от 17,4 до 24,4% и от 23,3 до 30,5% соответственно. **Заключение.** Таким образом, уделено большое внимание селекции в направлении устойчивости различных сортов картофеля к ряду болезней.

Ключевые слова: картофель, селекция, гибрид, пораженность болезнями, иммунитет, фитофтороз, генотип, урожайность, товарность, вирусные болезни, крахмалистость, сухие вещества

Для цитирования: Джабиев У.Ю., Темиров В.Э., Царикаев З.А., Басиев С.С. Направленная селекция картофеля для условий Центрального Кавказа. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):99-106. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-99-106>

Controlled potato breeding zoned for the conditions of the Central Caucasus

U.Yu. Jabiev, V.E. Temirov, Z.A. Tsarikaev, S.S. Basiev✉

Gorsk State Agrarian University;
Vladikavkaz, the Russian Federation,
✉basiev_s@mail.ru

Abstract. Introduction. Potato is one of the crops most susceptible to diseases. In the Russian Federation, the annual potato yield loss due to disease is 20-25%. Stems and tubers serve as a substrate for the development of microorganisms, fungi and pathogenic bacteria. The risk of potato disease is possible both during the growing period and during storage. **The goal of the research** is to create competitive varieties with high economically valuable traits, zoned for the North Caucasus region. **The methods.** All records and observations were carried out according to the methods of the selection process. As a result of the research, more than 200 varieties of various originators were used in the collection nursery of the Gorsk State Agrarian University. The work has been carried out in various directions for 23 years, including resistance to diseases and pests. Five varieties with high economic and biological indicators and productivity have been bred. As a result of the research, it has been found that hybrid offsprings of the 35th, 26th and 30th combinations have demonstrated high resistance of tops and tubers to famine fungus. 84.7% of hybrid populations have demonstrated resistance to viral diseases. At present, the following hybrids have provided a competitive yield: 11.35/12 - 45.2 t/ha, 11.26/816 - 44.3 t/ha, 11.26/33 - 48 t/ha, 11.26/35 - 40.0 t/ha. The following hybrids have shown the highest stable quality indicators for starch and dry matter content: 11.35/12, 11.26/816, 11.26/594 - 16.2-16.8%, 22.2-22.8%, and their maximum accumulation has been noted in the hybrids of the 7th combination - from 17.4 to 24.4% and from 23.3 to 30.5%, respectively. **Conclusions.** Thus, much attention has been paid to breeding in the direction of resistance of various potato varieties to a number of diseases.

Keywords: potato, selection, hybrid, disease susceptibility, immunity, late blight, genotype, yield, marketability, viral diseases, starch content, dry matter

For citation: Jabiev U.Yu., Temirov V.E., Tsarikaev Z.A., Basiev S.S. Controlled potato breeding zoned for the conditions of the Central Caucasus. *New Technologies / Novye Tehnologii*. 2024;20(4):99-106. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-99-106>

Введение. Фитофтороустойчивость в селекции картофеля является одним из основных направлений. На современном этапе во всем мире не существует абсолютно устойчивых сортов картофеля к данной болезни. Общеизвестно, что устойчивость – это взаимодействие хозяина и паразита, при котором хозяин стремится приостановить повреждение, насколько может. Для достижения этих целей у хозяина – растения хорошо развились разные механизмы защиты [1; 2].

Следовательно, селекция на устойчивость, наследуемую мономерно или олигомерно, требует привлечения хотя бы одного устойчивого родителя; если же превагирует полигенная полевая устойчивость,

то определенную ее степень должны нести оба родителя [3].

В селекции картофеля процесс гибридизации на устойчивость потомства в борьбе против этой болезни направлен против грибка *Phitophora infestans* (Mont) de Bary. Данный тип устойчивости проявляется у диких видов *S.demissum*, *S.bulbocastanum*, *S.polyadenium*, *S.stoloniferum*, *S.verrei*, *S.verrucosum* [4].

Поэтому для получения иммунного гетерозиготного гибридного потомства в процесс гибридизации необходимо включать родительские пары с генами устойчивости к типу полевой устойчивости и типу сверхчувствительности [5].

Даже если селекционерам удастся вывести сорта картофеля с общей устойчивостью к определенным грибковым и бактериальным заболеваниям, их успех не будет полным, если новые сорта не будут хотя бы относительно устойчивы к наиболее распространенным, опасным и важным вирусным заболеваниям в регионе, где они были выведены. Вирусные заболевания картофеля проявляются в различных формах. Широко распространены разнообразные мозаичные болезни: обыкновенная и крапчатая, морщинистая и полосчатая мозаики. В настоящее время мозаичные болезни вызываются вирусами – X, S, M, Y, A, F и др. [6; 7].

В результате отдельных или комбинированных исследований был выявлен ряд вирусов, поражающих растения картофеля, к которым они могут проявлять определенную устойчивость. Определено четыре типа устойчивости: иммунитет, сверхчувствительность, полевая устойчивость, толерантность. Лучшим типом устойчивости является иммунитет, то есть полная невосприимчивость. Только с помощью межвидовой гибридизации можно получить иммунное гибридное потомство в процессе скрещивания [8; 9].

Цель исследований. Создание конкурентоспособных сортов с высокими хозяйственно-ценными признаками, районированными по Северокавказскому региону.

Методы исследований. В период исследования во всех питомниках проводились фенологические наблюдения, визуальный осмотр и последующий лабораторный анализ (ИФА и ПЦР), три фитопрочистки растений с интервалом 10-15 дней. Степень поражения болезнями определяли визуальным и лабораторным методами. Устойчивость растений определяли в вегетативный период, а клубней – после обработки. Все учеты и наблюдения проводили согласно методикам селекционного процесса [10].

Результаты. В селекционном процессе нельзя выделить какой-то питомник как приоритетное, все они равнозначны, что показывают данные наших исследований.

За годы проведения исследований было установлено, что из 217 сортообразцов картофеля в коллекционном питомнике 64 сорта обеспечили высокую полевую устойчивость к фитофторе и были оценены от 7 до 9 баллов, 113 сортов были со средней устойчивостью и показателями 5–7 баллов, остальные 40 сортов были неустойчивыми со средним баллом устойчивости ниже 5. Высокую иммунность к фитофторе и нематоды по клубням и хорошую урожайность, варьирование которой составило от 30 до 48 т/га, показало 48 сортов, т.е. 75% от устойчивых по ботве. Свободны от вирусной инфекции 55 сортов и гибридов, у остальных образцов степень пораженности составила 0,1-0,6% (допустимая норма).

В питомнике сеянцев 1-го года в 2023 году было высеяно 1758 семян комбинации 20.106/ 215 х (Крепыш × Щербининский) (таблица 1), распикировано 1700 сеянцев с отличной мощностью развития. Грибковые, вирусные и бактериальные заболевания не обнаружены и при полевой, и при лабораторной оценке. По морфобиологическим признакам забраковано 62 семьи, в том числе 159 одноклубневок, что составило 36,7%; на 2024 год отобрано 410 генотипов, что составило 38,1%.

В питомнике сеянцев 2-го года комбинации 733-65 × Аврора высеяно 200 семян, возшло 187, т.е. 93,5%. 63 образца отбраковано по болезням, 53 – по морфобиологическим признакам. В целом отобрано 60 генотипов (34,0%). В питомнике сеянцев III-го года изучали комбинации Ред Скарлет × Бриз, Алена × Бриз и Метеор × Бриз. Всхожесть генотипов абсолютная. Потомства комбинаций показали высокую устойчивость к вирусным, грибковым, бактериальным и микоплазменным заболеваниям. После выбраковки и сбора урожая потомство комбинации Алена х Близ было наиболее перспективным, с коэффициентом отбора 76,6%. Комбинации Ред Скарлет × Бриз и Метеор × Бриз дали 11,1 и 61 % отбора, соответственно. В целом, потомство комбинации Алена × Бриз было лучшим.

По результатам научно-исследовательской работы в направлении изучения хозяйственной ценности и морфобиологических признаков в 61 комбинации (Волжанин × Наяда) из 120 генотипов в питомнике предварительного испытания в этом году было отобрано 26 гибридов – т.е. 21,6%, выбраковано 94 гибрида – 78,3%.

У 18 гибридов не было обнаружено никаких признаков вирусной инфекции ни визуально, ни с помощью ИФА или ПЦР, устойчивость остальных образцов варьировала от 0,1 до 0,4%.

С гибридами вышеупомянутых комбинаций исследования продолжатся в последующих питомниках. В комбинации 62 (Живница × Кондор) из 112 генотипов по результатам оценки высококачественного материала в условиях горной и предгорной зон Северо-Кавказского региона было отобрано 19 гибридов (17%). 93 гибрида (83,0 %) были забракованы по причине глубокого залегания глазков, столонного следа и израстания. По продуктивности (г/куст) некоторые гибриды показали превосходство по сравнению со стандартом. Товарность клубней некоторых гибридов была ниже стандарта.

Таблица 1. Скрещивания, проведенные в 2022 году
Table 1. Crossings carried out in 2022

№ поряд- ковый	комби- нации	Проведены скрещивания		Опылено цветков, шт.	Число заяв- завшихся продуктив- ных ягод, шт.	Количество получен- ных гиб- ридных се- мян, шт.
		♀	♂			
1	231	Никулинский × 12.58/208	20.108/53	60	34	2090
2	236	Крепыш × Щербинин- ский	20.106/215	50	30	2630
3	241	Крепыш × Щербинин- ский	20.106/247	32	13	580
4	242	Крепыш × Щербинин- ский	20.106/191	17	15	340
5	249	Крепыш × Щербинин- ский	20.106/4	47	12	420
6	228	Никулинский × 12.58/208	20.108/65	34	1	133
7	237	Крепыш × Щербинин- ский	20.106/80	30	16	290

Гибридное потомство в 63 комбинации (Тирасс × Одиссей), – было высажено в количестве 15 генотипов, из которых отобрано 8 гибридов (53,3%) и выбраковано 7 (46,6%) по причине 100% поражения обыкновенной паршой, уродливости формы клубней и 100% пораженности ботвы фитофторой. Отобранные генотипы сформировали высокую товарность – свыше 80%. Гибридное потомство этой комбинации довольно четко проявило материальную и функциональную преемственность от родительской пары: доминантную удлиненную форму клубня розовой окраски,

красный цвет глазков с поверхностным и мелким их расположением.

За отобранными гибридами в последующих питомниках будет вестись наблюдение за стабильностью проявления вышеуказанных признаков.

Как показывают данные 2023 г, генотипы 3-х комбинации сформировали разную массу клубней с 1-го куста. Поэтому показателю выделился генотип 11.26/33, сформировав 1041 г. С числом товарных клубней 233 и их весом 15,7 кг, % товарных клубней составил 87, с массой товарного клубня 67,2 г. Остальные генотипы, по

данному показателю обеспечили от 733,0 до 962 г/куст. Наибольшее число товарных клубней в гибридном потомстве сформировано в комбинациях 35,26 (с десяти кустов) от 201 до 247 у генотипа 11.26/35 соответственно. Средний вес одного товарного клубня по этим генотипам колебался от 83,1 до 91,4 у генотипа 11.26/816.

Исследованиями также было установлено, что в 2023 году по накоплению массы клубней на 1 куст наблюдается большое разнообразие. По большинству комбинаций гибриды сформировали от 627,5 до 956,1 на куст. По количеству товарных клубней выделился гибрид 65 комбинации – 200 клубней. Гибридное потомство остальных комбинаций по данному показателю ему уступали на 12-18%.

В результате проведенных исследований было установлено, что устойчивость гибридного потомства в питомнике основного испытания к фитофторе по ботве была не однозначной. Максимальные баллы устойчивости обеспечили потомства комбинации 35 под номером 11.35/160, сохранив высокий балл устойчивости и по клубням. Гибридное потомство 26 комбинации по устойчивости клубней к фитофторе были оценены в 9 баллов – это гибриды 11.26/33, 11.26/35. Гибридное потомство 30 комбинации также показал высокий иммунитет устой-

чивости по клубням – 9 баллов, остальные – от 7 до 8 баллов в разных комбинациях. Высокий иммунитет устойчивости к вирусным болезням проявили почти все гибриды (от 0,3 до 0,9%), кроме гибрида 11.35/160 – его заболеваемость составила 2,3%. По урожайности с гектара выделившиеся гибриды трех комбинаций сформировали урожай выше контрольного сорта на 23–29%, что в физическом весе получается по некоторым гибридам: 11.35/12 – 45,2 т/га, 11.26/816 – 44,3 т/га, 11.26/33 – 48 т/га, 11.26/35 – 43,1 т/га.

По сравнению с предыдущими годами в 2023 году гибридное потомство в питомнике основного испытания по 7 комбинациям проявило более высокий иммунитет к фитофторозу по ботве и клубням. По нашему мнению, этому способствовали погодные условия года исследования. Следует выделить такие гибриды как 12.58/31, 12.58/121, 12.41/7, 12.41/93, 12.41/131, 12.66/10, 12.65/3, 12.65/20, 12.39/17, 12.39/86, которые были оценены баллом 9 как по ботве, так и по клубням, остальные гибриды от 7 до 8 баллов. По устойчивости к вирусным болезням гибридное потомство некоторых комбинаций проявило иммунитет от 0,3 до 0,9%. Совершенно свободными от вирусных болезней было 11 гибридов разных комбинаций как визу-ально, так и по данным ИФА и ПЦР.

Таблица 2. Результаты проведенных исследований гибридного потомства
Table 2. The results of the conducted studies of hybrid offsprings

№ пп	Стандарт и гибриды	Масса клубней, кг/куст	Число то- варных клубней, шт.	Масса товарных клубней, кг	% то- варно- сти	Масса 1-го товарного клубня, г	Урожай- ность, т/га
1	Невский	0,889	147	15,7	92,2	105,3	41,7
2	11.35/12	1,013	140	17,1	95,3	123,7	45,2
3	11.26/327	0,291	49	3,4	41,7	45,4	13,6
4	11.26/816	0,812	144	12,5	88,8	95,2	44,3
5	11.26/35	0,919	184	16,3	93,0	88,1	43,1
6	11.30/26	0,938	155	16,1	92,8	108,7	44,0
7	11.26/33	1,131	207	17,3	95,0	84,0	48,0
8	11.26/782	0,889	146	14,0	90,8	95,7	41,7
9	11.26/475	0,888	184	14,3	92,2	81,7	41,7

По содержанию крахмала у гибридных потомств в питомнике основного испытания в 2023 году выделились 3 гибрида – 11.35/12, 11.26/816, 11.26/594 – накопив от 16,2 до 16,8% с последующим увеличением % сухого вещества от 22,2 до 22,8%.

Особо важное значение в производстве картофелепродуктов и приготовления различных блюд имеет такой показатель, как потемнение мякоти клубня.

Анализируя данные исследований, два гибрида имели совершенно нетемнеющую мякоть – 8–2 балла, остальные – 7–3 балла.

Таким образом, все гибриды питомника основного испытания по потемнению мякоти клубня оценены выше контрольного районированного сорта.

С 2000 года наиболее эффективным было потомство комбинации Роко х Романо, от которой в основном получены удлинённые и удлинённо-овальные клубни розового и красного цвета с поверхностными красными глазками. Эта комбинация отличается высокой долей товарного семенного материала (>80%) и урожайностью клубней более 30 т/га.

Особое значение имеет цвет мякоти, который варьируется от бледно-желтого до ярко-желтого как в столовом направлении, так и в технологии промышленной переработки картофельной продукции.

По степени поражения вирусом более 55% всех изученных генотипов были устойчивы к вирусной инфекции. Инфицированность других генотипов также наблюдалась в допустимых пределах (0,1-0,5%), а иммунитет к грибным болезням также был высоким и составлял от 7 до 9 баллов по ботве и 8-9 баллов по клубням.

Гибриды 10.11/181; 10.4/316; 11.26/274 были успешно протестированы на устойчивость к раку и цистообразующей золотистой картофельной нематоды.

Анализируя качественные показатели гибридов в питомнике 2-го конкурсного

испытания, можно отметить, что в формировании содержания крахмала в пределах исследуемых гибридов наблюдаются колебания от 16,8% у гибрида 11.26/816 до 17,8% у гибрида 11.26/475, что можно отнести к положительным результатам из-за стабильности.

Что касается максимальных показателей в формировании крахмала и сухих веществ в потомстве остальных 7-ми комбинаций были не регулярными и каждый год исследования менялись. Следовательно, можно судить о том, что крахмал и сухие вещества, сформировавшиеся в клубнях этих гибридов, не стабильны и могут подвергаться вмешательству внешних условий.

Заключение. Было установлено, что из 217 сортообразцов картофеля в коллекционном питомнике 64 сорта обеспечили высокую полевую устойчивость к фитофторе и были оценены от 7 до 9 баллов, 113 сортов были со средней устойчивостью и показателями 5–7 баллов, остальные 40 сортов были неустойчивыми со средним баллом устойчивости – ниже 5. В питомнике основного испытания исследовали гибриды 10-ти комбинаций. Генотип 11.26/33 сформировал наибольшую массу клубней на куст – 1041 г. Товарность клубней находилась в пределах 76,0–98,3% с максимумом по гибриду 12.41/7, масса одного товарного клубня колебалась от 50,5 (12.40/1) до 122,6 г (12.64/320). Высоким баллом устойчивости по ботве к фитофторе были оценены гибриды 35, 26 и 30-й комбинаций. Устойчивость к вирусным болезням проявили почти все гибриды – от 0,3 до 0,9%. Высокий конкурентоспособный урожай обеспечили гибриды: 11.35/12 – 45,2 т/га, 11.26/816 – 44,3 т/га, 11.26/33 – 48 т/га, 11.26/35 – 40,0 т/га. Стабильные показатели крахмалистости и сухих веществ показали гибриды: 11.35/12, 11.26/816, 11.26/594 (16,2–16,8%, 22,2–22,8% соответственно), а максимальное накопление крахмала было отмечено по гибридам 7-ой комбинаций (от 17,4 до 24,4%) и сухих веществ (от 23,3 до 30,5%).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выращивание здорового семенного картофеля: монография / Басиев С.С. [и др.]. Владикавказ: Горский гос. аграрный ун-т, 2016. 198 с.
2. Картофель в предгорье / Басиев С.С. [и др.] // Картофель и овощи. 2015. № 6. С. 21-22.
3. Симаков Е.А. Перспективы направления развития селекции и семеноводства картофеля // Картофелеводство. М., 2011. С. 35-40.
4. Кипер И.М. Селекция и семеноводство раннего картофеля. М.: Россельхозиздат, 1972. С. 24-25.
5. Синцова Н.Ф., Сергеева З.Ф., Осипова Т.А. Оценка гибридных популяций при селекции картофеля на повышенное содержание крахмала // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 3 (46). С. 32-37.
6. Яшина И.М. Модель сорта картофеля // Плодоовощное хозяйство. 1986. № 1. С. 41-43.
7. Сортосые особенности и технические качества клубней картофеля, определяющие их пригодность к переработке / Козаева Д.П. [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2011. Т. 48, № 1. С. 34-39.
8. Phenotypic changes in potato plants under stress factors / Basiev S.S. [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Vol. 9, No. 11. P. 2315-2318.
9. Усков А.Н., Юрлова С.М., Варицев Ю.А. Семеноводство картофеля в России: состояние, проблемы перспективные направления / Анисимов Б.В. [и др.] // Картофелеводство России. М.: Росинформ-агротекс. 2007. С. 41-50.
10. Симаков Е.А., Склярова Н.П., Яшина И.М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: Достижения науки и техники АПК, 2006. 70 с.

REFERENCES

1. Growing healthy seed potatoes: a monograph / Basiev S.S. [et al.]. Vladikavkaz: Gorsk State Agrarian University, 2016. 198 p. (In Russ.).
2. Potatoes in the foothills / Basiev S.S. [et al.] // Potatoes and vegetables. 2015. No. 6. P. 21-22. (In Russ.).
3. Simakov E. A. Prospects for the Direction of Development of Potato Breeding and Seed Production // Potato Growing. M., 2011. P. 35-40. (In Russ.).
4. Kiper I.M. Breeding and Seed Production of Early Potatoes. M.: Rosselkhozizdat, 1972. P. 24-25. (In Russ.).
5. Sintsova N.F., Sergeeva Z.F., Osipova T.A. Evaluation of Hybrid Populations in Potato Breeding for Increased Starch Content // Agrarian Science of the Euro-North-East. Scientific Journal of the North-East Regional Agrarian Research Center. 2015. No. 3 (46). P. 32-37. (In Russ.).
6. Yashina I.M. Model of potato variety // Fruit and vegetable farming. 1986. No. 1. P. 41-43. (In Russ.).
7. Varietal features and technical qualities of potato tubers that determine their suitability for processing / Kozayeva D.P [et al.] // Bulletin of the Gorsk State Agrarian University. 2011. Vol. 48, No. 1. P. 34-39. (In Russ.).
8. Phenotypic changes in potato plants under stress factors / Basiev S.S. [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Vol. 9, No. 11. P. 2315-2318.

9. Potato seed production in Russia: status, problems, and promising areas / Anisimov B.V. [et al.] // Potato growing in Russia. M.: Rosinform-agrotex, 2007. P. 41-50. (In Russ.).

10. Simakov E.A., Sklyarova N.P., Yashina I.M. Methodical guidelines for potato breeding technology. M: Achievements of Science and Technology in the APK, 2006. 70 p. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Джабиев Урузмаг Юрьевич, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, Российская Федерация, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37.

Темиров Виру Эльванович, младший научный сотрудник селекционно-семеноводческого центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, Российская Федерация, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37

Царикаев Заурбек Ахсарбекович, младший научный сотрудник селекционно-семеноводческого центра, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, Российская Федерация, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37, e-mail: zaurbek_tsarikaev@mail.ru

Басиев Солтан Сосланбекович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агрономии, селекции и семеноводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»; 362040, Российская Федерация, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2920-2143>, e-mail: basiev_s@mail.ru.

Uruzmag Yu. Jabiev, Postgraduate student, Gorsk State Agrarian University; 362040, the Russian Federation, Vladikavkaz, 37 Kirov str.

Viru E. Temirov, Junior Researcher, Seed Breeding and Seed Center, Gorsk State Agrarian University; 362040, the Russian Federation, Vladikavkaz, 37 Kirov str.

Zaurbek A. Tsarikaev, Junior Researcher, Seed Breeding and Seed Center, Gorsk State Agrarian University; 362040, the Russian Federation, Vladikavkaz, 37 Kirov st., e-mail: zaurbek_tsarikaev@mail.ru

Soltan S. Basiyev, Dr Sci. (Agr.), Professor, Head of the Department of Agronomy, Selection and Seed Production, Gorsk State Agrarian University; 362040, the Russian Federation, Vladikavkaz, 37 Kirov St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2920-2143>, e-mail: basiev_s@mail.ru.

Заявленный вклад авторов

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Claimed contribution of authors

All authors have contributed equally to the publication.

Поступила в редакцию 07.10.2024

Поступила после рецензирования 12.11.2024

Принята к публикации 19.11.2024

Received 07.10.2024

Revised 12.11.2024

Accepted 19.11.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-107-124>
УДК 634.11(470.6)



Продуктивность интенсивных садов яблони при вертикальной зональности в условиях Северного Кавказа

А.В. Сатибалов✉, Ж.Х. Бакуев

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; Нальчик, Российская Федерация,
✉aslan-07@list.ru*

Аннотация. В статье представлен анализ результатов изучения уровня продуктивности интенсивных шпалерно-карликовых яблоневых многолетних насаждений в контексте вертикальной зональности садоводства Кабардино-Балкарской Республики. **Целью** исследований является установление эффективности возделывания садов суперинтенсивного типа в условиях вертикальной зональности. **Методика.** Все эксперименты осуществляются с применением стандартных методов, общепринятых в области плодоводства. **Результаты.** Установлено, что по показателю продуктивности практически во всех зонах возделывания наилучшие результаты имеют сортаобразцы зимнего срока созревания: Голден Делишес, Голден Делишес клон Б, Голден Рейнджерс, Гренни Смит, Бребурн, Ред Делишес Хапке, Фуджи Кику. Выявлено, что самые лучшие свойства по качеству плодов проявляются в условиях лесогорной и предгорной экологических зон, где порядка 90 и более процентов яблок составляют плоды высшего и первого сорта. Расчётами по экономической эффективности доказано, что выращивание яблони в условиях лесогорной и предгорной плодовых зон является весьма рентабельным. **Выводы.** В лесогорной и предгорной зонах при разработке земельных участков под сады суперинтенсивного типа высадку саженцев яблони зимнего срока созревания рекомендуется проводить сортами Гренни Смит, Жеромин, Фуджи Кику, Эрли Ред Ван, Супер Чиф Сандидж, Голден Рейнджерс. Сорта Эрли Ред Ван, Супер Чиф Сандидж, Ред Чиф Камспур имеют компактную конструкцию кроны дерева, что позволяет закладывать сады по уплотнённой схеме с размещением в ряду до 0,5...0,7м. Это позволяет рационально использовать горные и предгорные земли. Закладываемые в регионе сады высокоинтенсивного типа, относительно рано вступают в пору плодоношения, обеспечивая получение стабильных урожаев в пределах 35...45 т/га уже к 3...4-му году с последующим увеличением до 50...60 т/га и более. Таким образом, культивирование в регионе высокоинтенсивных садов доказывает высокий уровень рентабельности производства и быстрый возврат инвестиционных вложений.

Ключевые слова: яблоня, вертикальная зональность, продуктивность, рост, качество плодов, урожайность, экономическая эффективность

Для цитирования: Сатибалов А.В, Бакуев Ж.Х. Продуктивность интенсивных садов яблони при вертикальной зональности в условиях Северного Кавказа. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):107-124. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-107-124>

Productivity of intensive apple orchards in the context of vertical zonality in the North Caucasus

A.V. Satibalov✉, Zh.Kh. Bakuev

*The North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Gardening; Nalchik, the Russian Federation,
✉aslan-07@list.ru*

Abstract. The article presents an analysis of the results of studying the productivity level of intensive espalier -dwarf apple perennial plantations in the context of vertical zonality of horticulture in the Kabardino-Balkarian Republic. The goal of the research is to establish the efficiency of cultivating super-intensive orchards under vertical zonality. **Methodology.** All experiments were carried out using standard methods generally accepted in the field of fruit growing. **The results.** It has been established that in terms of productivity in almost all cultivation zones, the best results have been shown by winter-ripening varieties - Golden Delicious, Golden Delicious clone B, Golden Rangers, Granny Smith, Braeburn, Red Delicious Hapke, Fuji Kiku. It has been revealed that the best properties in terms of fruit quality are manifested in the conditions of forest-mountain and foothill ecological zones, where about 90 percent or more of apples are premium and first grade fruits. Calculations on economic efficiency have proven that growing apple trees in forest-mountain and foothill fruit zones is very profitable. **Conclusions.** In the forest-mountain and foothill zones, when developing land plots for super-intensive orchards, it is recommended to plant winter-ripening apple tree seedlings of the following varieties: Granny Smith, Jerome, Fuji Kiku, Early Red Van, Super Chief Sandidge, Golden Rangers. The Early Red Van, Super Chief Sandage, Red Chief Kamspur varieties have a compact tree crown structure, which allows for the establishment of orchards in a compacted pattern with row spacing of up to 0.5...0.7 m. This allows for the rational use of mountain and foothill lands. High-intensity orchards established in the region begin to bear fruit relatively early, providing stable yields of 35...45 t/ha by the 3rd...4th year, with subsequent increases to 50...60 t/ha and more. Thus, the cultivation of high-intensity orchards in the region proves a high level of production profitability and a quick return on investment.

Keywords: apple tree, vertical zoning, productivity, growth, fruit quality, yield, economic efficiency

For citation: Satibalov A.V., Bakuev Zh.Kh. Productivity of intensive apple orchards in the context of vertical zonality in the North Caucasus. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(4):107-124. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-107-124>

Введение. Наблюдавшийся дефицит плодово-ягодной продукции в нашей стране был вызван продовольственным эмбарго, ослаблением рубля и увеличением стоимости импорта фруктов и ягод. Однако в этой ситуации имелся и положительный аспект: у садоводства в России повысилась инвестиционная привлекательность. Правительство страны приняло меры для решения проблемы, объявив о реализации инвестиционных планов развития в области садоводства с упором на интенсификацию земледелия. Основной целью интенсивного садоводства является удовле-

нение внутреннего спроса на плодово-ягодную продукцию [1...3]. Для достижения этой задачи необходимо задействовать современные научные разработки в области интенсивного развития отрасли. Это позволит эффективно использовать финансовые и материальные ресурсы хозяйств, повысить выход валовой плодовой продукции, улучшить эффективность её производства [3...7].

Внедрение интенсивного садоводства преследует ряд основных целей: создание уплотнённых посадок плодовых насаждений с привлечением сортов с малообъёмным

габитусом крон; наиболее благоприятный подбор пород и сортов; введение в культуру продуктивных, иммунных (или с высокой устойчивостью) перспективных сортов; использование капельного орошения, органических и минеральных удобрений, предельно возможное применение механизации основных агротехнических процессов культивирования плодовых культур.

Основное превосходство садов интенсивного и суперинтенсивного типа заключается в культивировании растений со сдержанным ростом. В таких насаждениях за счёт привлечения сортов, обладающих высокой адаптивностью к агроэкологическим условиям мест выращивания, высокой и стабильной урожайностью, иммунных или высокоустойчивых к основным болезням, происходит способствование раннему плодоношению урожая через 1...2 года после посадки. Кроме того, наиболее эффективно используются площади и, что немаловажно в современных условиях рыночной экономики, наблюдается снижение затрат на проводимые в садах агротехнические мероприятия. При высадке таких насаждений используются устройства шпалерного типа, с помощью которых формируют крону, что облегчает качественное проведение защитных мероприятий и сбор урожая.

Высокопродуктивные сады интенсивного типа с плотностью посадки деревьев на одном гектаре до 1500 штук и выше представляются перспективным направлением развития садоводства региона. При этом необходимо учитывать сорто-подвойные особенности посадочного материала, наличие трудовых ресурсов, а также возможности механизации производственных процессов. Такие сады требуют значительных затрат на единицу площади, преимущественно на обрезку и формирование малообъёмных крон [7...10].

Практический опыт показывает [11, 12], что рентабельность интенсивных и суперинтенсивных насаждений существенно превос-

ходит среднеотраслевые показатели. Всё это привело к тому, что на сегодняшний день закладываемые под сады площади в большей степени проектируются с применением инновационных технологий.

Плодоводческим хозяйствам рекомендуется закладывать многолетние плодовые насаждения с учётом современных требований, т.е. на основе интенсивной и суперинтенсивной систем садоводства. Несмотря на то, что эта процедура дорогостоящая, окупается она за сравнительно короткий промежуток времени – в среднем за 5...6 лет и при этом позволяет получать относительно большую прибыль. Наряду с этим также предусмотрена государственная поддержка в виде субсидий на закладку многолетних насаждений, а также на работы по уходу за ними [13].

Шпалерно-карликовые сады с высокой плотностью посадки, где на единицу площади приходится большое количество деревьев, стали широко использоваться в мировом садоводстве [14...16].

Основная привлекательность яблоневых садов интенсивного типа заключается в раннем начале плодоношения, где первые урожаи начинают собирать на второй год после высадки. При этом кардинально снижаются затраты, связанные с применением на сложных агротехнических процессах наиболее трудоёмкого ручного труда. Опыт показывает, что такие сады окупаются уже на третий-четвёртый год эксплуатации, что в 2...2,5 раза быстрее, чем в садах, выращиваемых по традиционной системе на среднерослых подвоях.

Цель исследований. Основной целью исследований было установление эффективности возделывания садов суперинтенсивного типа в условиях вертикальной зональности Кабардино-Балкарской Республики.

Объекты исследований. В качестве предметов изучения выступали одиннадцать интродуцированных зимних сортов яблони: Голден Делишес и его клоны

(Голден Рейнджерс, Голден Делишес клон Б), Гренни Смит, Бребурн, Ред Чиф Камспур, Ред Делишес Хапке, Жеромин, Фуджи Кику, Эрли Ред Ван, Супер Чиф Сандидж. Насаждения заложены в 2018 году по схеме 3,5х0,8м (3571 дер./га). Подвой М-9. Осуществляется полив с помощью капельного орошения. Насаждения защищены противоголодовой сеткой. Общая площадь исследуемых плодовых насаждений составляет около 50 га.

Методика исследований. Все эксперименты осуществляются с применением стандартных методов, принятых в области плодоводства. Наблюдения и учёт при установлении параметров роста и развития дерева и плода осуществлены согласно материалам общепринятых в плодоводстве «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н.Седова и доктора с.-х. наук Т.П.Огольцовой), г.Орёл (1999) [17], «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» Всесоюзного НИИ садоводства им. И.В.Мичурина, г.Мичуринск (1973) [18].

Результаты и обсуждения

Рост и развитие деревьев яблони в суперинтенсивных садах в различных плодовых зонах

Исходя из общепринятой в плодоводстве методики [18], применяемой в ходе наших исследований, все сортообразцы по силе роста распределены на три группы: слаборослые, среднерослые и сильнорослые (рис. 1). В первую группу вошли сорта: Супер Чиф Сандидж, Ред Чиф Камспур, Жеромин и Эрли Ред Ван. Ко второй группе отнесены Голден Делишес, Голден Рейнджерс, Голден Делишес клон Б, Бребурн, Фуджи Кику. В состав третьей группы включены Гренни Смит и Ред Делишес Хапке.

Большинство сортов составили группу среднерослых (46%), меньше сильнорослых (18%).

Характер роста и развития яблони в садах суперинтенсивного типа связан с особенностями формирования кроны, системной обрезки и плотностью размещения деревьев. В таких садах используются компактные кроны. Поэтому важно знать биометрические параметры деревьев яблони, которые определяют особенности роста и развития деревьев в зависимости от возраста, сортовых особенностей, силы роста подвоя и условий выращивания. Эти параметры включают в себя высоту дерева, диаметр кроны, длину окружности штамба, длину годичного прироста побегов.

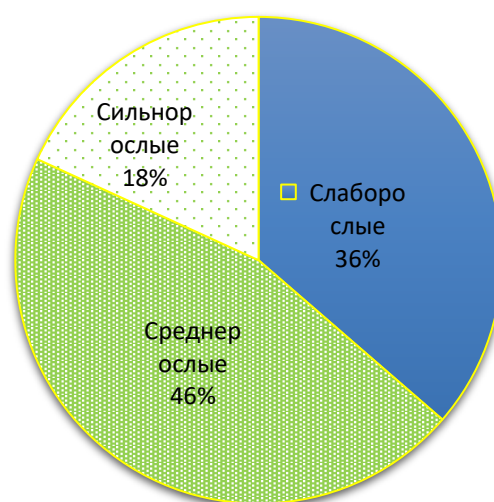


Рис. 1. Распределение сортообразцов яблони по силе роста

Fig. 1. Distribution of apple tree varieties by growth strength

Из приведённых в таблице 1 биометрических данных четырёхлетних яблонь следует, что по высоте деревьев и толщине штамба наблюдаются заметная разница.

Наблюдениями установлено, что наибольшей высоты в четырёхлетнем возрасте достигают деревья сортов Гренни Смит и Ред Делишес Хапке. Так, например, до 3,55...3,7 метров вырастают деревья этих сортов в благоприятных для яблони условиях лесогорной и предгорной плодовых зон. Данная высота является максимально допустимым пределом, так как на

этом уровне размещается противопогодная сетка. У Голден Делишеса и его клонов в предгорной зоне деревья несколько ниже – 3,25 метров и в лесогорной – 3,35 метров. В пределах 2,2...2,55 метров в условиях предгорной и лесогорной плодовых зон имеют высоту деревьев сорта Ред Чиф Камспур, Супер Чиф Сандидж, Эрли Ред Ван и Жеромин, характеризующиеся слабоборослостью.

Сравнительный анализ показывает, что в экологических условиях горно-степной и степной плодовых зон садоводства высота растений и ряд иных параметров биометрии ниже, чем в лесогорной и предгорной.

Важную роль в формировании урожая яблони играет фаза цветения, т.к. в этот период происходит опыление и образование завязи плодов, т.е. закладывается основа будущего урожая. Без цветения не будет плодовой продукции. В таблице 2 представлены данные о характере цветения, процессе образования и сохранения завязи у различных сортов яблони в садах с суперинтенсивным типом выращивания в зависимости от условий вертикальной зональности.

Исследованиями установлено, что качество и природа цветения сортов яблони

различается по степени интенсивности. Как известно, деревья с малообъемными кронами располагают оптимальным режимом освещения, лучшими условиями обеспечения влагой и элементами минерального питания. Вследствие этого осуществляется качественное и эффективное закладывание генеративных органов и их дальнейшее формирование. Этим и объясняется, что наиболее высокие результаты полезной завязи (от 8,4 до 14,0 %) были выявлены в предгорной и лесогорной зонах.

Таким образом, природно-климатические условия каждой плодовой зоны существенно влияют на интенсивность цветения и завязываемость плодов. В лесогорной зоне садоводства условия окружающей среды наиболее близки к оптимальным, что способствует лучшему образованию завязей плодов. Затем следуют предгорная, степная и горно-степная зоны плодового садоводства, где эти показатели несколько снижаются.

У сортов Голден Рейнджерс, Ред Делишес Хапке, Гренни Смит, Супер Чиф Сандидж, Бребурн отмечена высокая завязываемость плодов. Остальные сортообразцы имеют меньшие параметры этого показателя.

Таблица 1. Биометрические показатели в яблоневых садах суперинтенсивного типа в зависимости от экологической зоны

Table 1. Biometric indicators in super-intensive apple orchards depending on the ecological zone

Сорт	Биометрические показатели:		
	высота дерева, см.	окружность штамба, см.	годовой прирост побегов, см.
Лесогорная плодовая зона			
Ред Чиф Камспур	235	13,7	45,8
Эрли Ред Ван	242	13,6	48,5
Супер Чиф Сандидж	245	13,5	43,4
Жеромин	255	13,8	49,2
Фуджи Кику	294	16,7	55,3
Бребурн	315	16,5	52,8
Голден Рейнджерс	332	15,6	52,7
Голден Делишес (К)	335	15,8	55,4

Окончание табл. 1/ End of Table 1

Ред Делишес Хапке	365	18,5	65,8
Гренни Смит	370	17,6	59,0
НСР ₀₅	0,3	1,3	4,0
Предгорная плодовая зона			
Ред Чиф Камспур	220	12,5	40,6
Эрли Ред Ван	232	12,7	43,4
Супер Чиф Сандидж	233	12,4	38,7
Жеромин	242	13,5	46,9
Бребурн	264	14,7	47,5
Фуджи Кику	273	15,6	51,1
Голден Делишес клон Б	325	15,7	51,6
Голден Рейнджерс	325	14,7	50,5
Голден Делишес (К)	325	14,6	48,6
Ред Делишес Хапке	355	16,5	58,8
Гренни Смит	360	15,8	55,6
НСР ₀₅	0,3	1,2	3,4
Степная плодовая зона			
Супер Чиф Сандидж	222	10,3	34,4
Ред Чиф Камспур	225	10,5	35,6
Жеромин	244	11,7	39,3
Бребурн	244	12,6	41,2
Фуджи Кику	255	13,8	44,9
Голден Рейнджерс	264	12,5	42,4
Голден Делишес (К)	264	12,5	41,6
Голден Делишес клон Б	273	13,4	43,7
Ред Делишес Хапке	314	14,9	51,6
Гренни Смит	325	14,8	50,4
НСР ₀₅	0,3	1,0	3,0
Горно-степная плодовая зона			
Фуджи Кику	200	10,6	32,8
Ред Чиф Камспур	205	9,5	30,3
Супер Чиф Сандидж	205	9,2	28,9
Жеромин	213	10,7	36,3
Голден Рейнджерс	215	10,8	37,2
Эрли Ред Ван	215	9,5	35,2
Голден Делишес (К)	215	9,3	38,7
Гренни Смит	222	10,4	35,5
Бребурн	224	11,7	40,7
Ред Делишес Хапке	255	12,6	44,8
НСР ₀₅	0,3	1,0	2,5

Примечания: год посадки 2018 г, схема 3,5 x 0,8 м, подвой М-9, 3571 дер./га.

Таблица 2. Характер цветения и качество завязи в суперинтенсивных садах
Table 2. Flowering character and quality of buttons in super-intensive gardens

Наименование сорта	Количество плодов, шт.	Кондиция генеративных органов		
		количество цветков, шт.	количество соцветий на 1 дерево, шт.	процент по- лезной за- вязи, %
Лесогорная плодовая зона				
Жеромин	46	456	83	10,1
Эрли Ред Ван	48	478	87	10,0
Ред Чиф Камспур	50	495	90	10,1
Супер Чиф Сандидж	55	522	95	10,5
Ред Делишес Хапке	65	588	107	11,1
Бребурн	70	605	110	11,6
Фуджи Кику	83	781	142	10,6
Гренни Смит	93	665	121	14,0
Голден Делишес (К)	95	995	181	9,5
Голден Рейнджерс	105	1006	183	10,4
Голден Делишес клон Б	110	1017	185	10,8
НСР ₀₅	6,8	-	13,0	1,4
Предгорная плодовая зона				
Ред Чиф Камспур	40	440	80	9,1
Жеромин	43	451	82	9,5
Эрли Ред Ван	45	467	85	9,6
Супер Чиф Сандидж	50	495	90	10,1
Бребурн	65	577	105	11,3
Ред Делишес Хапке	70	605	110	11,6
Фуджи Кику	75	753	137	10,0
Голден Делишес (К)	80	946	172	8,4
Голден Делишес клон Б	90	935	170	9,6
Гренни Смит	90	643	117	14,0
Голден Рейнджерс	100	990	180	10,1
НСР ₀₅	7,2	-	11,2	1,4
Степная плодовая зона				
Ред Чиф Камспур	35	386	71	9,1
Эрли Ред Ван	38	430	79	8,9
Супер Чиф Сандидж	41	441	81	9,2
Жеромин	44	435	80	10,0
Бребурн	55	523	96	10,4
Ред Делишес Хапке	59	556	102	10,5
Голден Делишес клон Б	67	881	161	7,6
Фуджи Кику	71	694	127	10,2
Голден Делишес (К)	71	908	166	7,8
Гренни Смит	73	605	110	12,1
Голден Рейнджерс	92	962	175	9,5
НСР ₀₅	6,6	-	10,2	1,5

Окончание табл. 2/ End of Table 2

Горно-степная плодовая зона				
Жеромин	30	396	72	7,6
Фуджи Кику	32	417	83	7,7
Ред Чиф Камспур	33	374	68	8,8
Эрли Ред Ван	35	396	72	8,8
Супер Чиф Сандидж	38	418	76	9,1
Гренни Смит	41	495	90	8,3
Бребурн	41	467	85	8,8
Ред Делишес Хапке	53	527	98	10,1
Голден Делишес (К)	61	854	157	7,2
Голден Делишес клон Б	67	882	162	7,6
Голден Рейнджерс	87	935	170	9,3
НСР ₀₅	5,6	-	8,8	1,0

В июне у деревьев яблони наблюдается естественное опадение завязи. В этот период опадают мелкие плоды с небольшими плодоножками и недостаточным количеством семян. Это нормальный процесс, который помогает дереву перераспределить ресурсы и улучшить качество оставшихся плодов. После прохождения стадии так называемого «июньского осыпания» у сортов Голден Делишес и его клонов, Ред Делишес Хапке, Суппер Чиф Сандидж, Фуджи Кику и Гренни Смит на деревьях зафиксировано максимальное количество плодов. Также отмечено, что плоды сортов яблони Фуджи Кику и Гренни Смит в условиях горно-степной плодовой зоны садо-

водства завязываются несколько хуже, чем в других экологических зонах.

Урожайность яблони в суперинтенсивных садах

Ключевым хозяйственно-биологическим параметром оценки сорта, определяющим его экономическую эффективность, пригодность для масштабного возделывания и конкурентный потенциал по отношению к сортам, районированным в данной местности, является такой важный признак, как продуктивность сорта. На рисунке 2 изображены показатели урожайности изучаемых сортов яблони в зависимости от условий культивируемой экологической зоны.

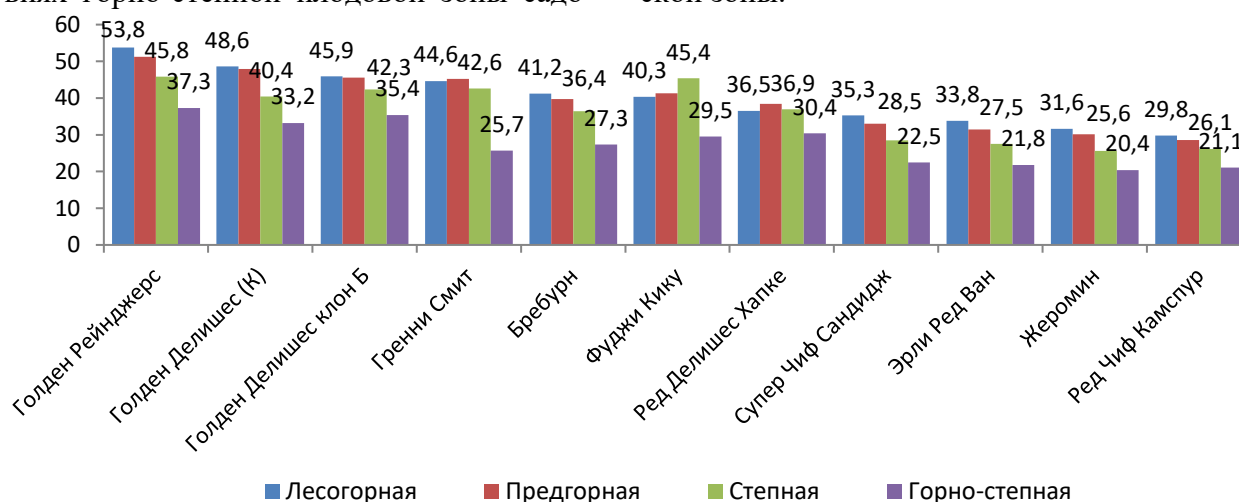


Рис. 2. Урожайность яблони в суперинтенсивных садах в разных экологических зонах, т/га

Fig. 2. Apple tree yield in super-intensive orchards in different ecological zones, t/ha

Для многих сортов яблонь характерно такое негативное свойство, как периодичность плодоношения. С целью обойти это нежелательное явление для получения высококачественных плодов в текущем году, а также для лучшей закладки цветковых почек на следующий год проводят специальный агротехнический приём – прореживание. В ходе нормировки урожая (регулирование количества плодов) на каждом дереве для обеспечения оптимального снабжения питательными веществами у оставшихся яблок на сортах с избыточным цветением (Голден Делишес и его клонов, Гренни Смит) в лесогорной и предгорной плодовых зонах на четвёртый год оставлялось по 70...100 штук плодов. У группы слаборослых сортов (Эрли Ред Ван, Жеромин, Супер Чиф Сандидж, Ред Чиф Камспур) было в среднем по 40...60 штук плодов на каждом дереве.

На экспериментальных участках с каждого гектара в среднем было получено по 35,8 тонн яблок. При этом в насаждениях в лесогорной зоне собрано максимальное количество качественных плодов – 40,1 т/га. За ними следуют сады в предгорной плодовой зоне – 39,3 т/га. В условиях степной экологической зоны средняя урожайность

достигла 36,1 т/га. Наименьшие сборы урожая отмечены в горно-степной зоне садоводства – 27,7 т/га.

Наибольший валовой сбор продукции зафиксирован на сортах Голден Делишес и его клонах, Гренни Смит, Бребурн, Фуджи Кику. Несмотря на то, что сорта Ред Чиф Камспур, Супер Чиф Сандидж, Эрли Ред Ван и Жеромин значительно уступают предыдущей группе, они характеризуются компактной формой кроны, что даёт возможность уплотнять посадки или использовать их на полукарликовых подвоях (М-26, СК-2).

Товарные свойства плодов яблони в суперинтенсивных насаждениях

Товарность плодов включает оценку их внешнего вида, размера, вкуса, лёжкости и других характеристик. Основными показателями качества являются свежесть, целостность, окраска, форма, состояние поверхности и зрелость. В ходе исследования товарных свойств плодов выявлено (табл. 3), что в садах с суперинтенсивным выращиванием яблони наилучшие размеры плодов, их вкус, биохимический состав и другие качества отмечены в лесогорной и предгорной плодовых зонах.

Таблица 3. Влияние вертикальной зональности на товарность плодов в суперинтенсивных садах

Table 3. The effect of vertical zoning on fruit marketability in super-intensive orchards

Сорт	Средняя масса плода, гр.	Товарная сортность плодов, %		
		высший и 1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт
Лесогорная плодовая зона садоводства				
Фуджи Кику	171	90,0	5	5
Жеромин	178	90,0	8	2
Бребурн	180	92,0	5	3
Голден Делишес клон Б	181	92,0	6	2
Эрли Ред Ван	181	88,0	8	4
Голден Делишес (К)	186	92,0	6	2
Ред Чиф Камспур	186	94,0	3	3
Супер Чиф Сандидж	186	92,0	7	1
Голден Рейнджерс	188	94,0	4	2
Ред Делишес Хапке	196	94,0	4	2

Окончание табл. 3/ End of Table 3

Гренни Смит	197	94,0	3	3
НСР ₀₅	16,7	-	-	-
Предгорная плодовая зона садоводства				
Жеромин	171	89,0	9	2
Голден Делишес (К)	175	90,0	7	3
Супер Чиф Сандидж	176	89,0	8	3
Фуджи Кику	177	93,0	5	2
Эрли Ред Ван	177	86,0	9	5
Голден Делишес клон Б	181	92,0	5	3
Ред Чиф Камспур	181	92,0	5	3
Голден Рейнджерс	183	92,0	6	2
Бребурн	183	94,0	4	2
Ред Делишес Хапке	190	95,0	3	2
Гренни Смит	206	97,0	2	1
НСР ₀₅	16,0	-	-	-
Степная плодовая зона садоводства				
Голден Делишес (К)	145	87,0	8	5
Голден Делишес клон Б	156	86,0	7	7
Голден Рейнджерс	158	89,0	8	3
Эрли Ред Ван	161	85,0	9	6
Жеромин	166	87,0	9	4
Ред Чиф Камспур	166	86,0	8	6
Супер Чиф Сандидж	172	90,0	6	4
Фуджи Кику	172	94,0	4	2
Бребурн	178	94,0	4	2
Ред Делишес Хапке	187	91,0	5	4
Гренни Смит	194	94,0	4	2
НСР ₀₅	14,7	-	-	-
Горно-степная плодовая зона садоводства				
Голден Делишес (К)	142	84,0	8	8
Голден Делишес клон Б	144	84,0	9	7
Голден Рейнджерс	152	86,0	9	5
Эрли Ред Ван	153	84,0	9	7
Гренни Смит	155	80,0	10	9
Жеромин	156	82,0	11	7
Ред Чиф Камспур	156	85,0	6	9
Бребурн	158	81,0	10	9
Фуджи Кику	160	86,0	8	6
Супер Чиф Сандидж	162	88,0	7	5
Ред Делишес Хапке	166	91,0	5	4
НСР ₀₅	14,5	-	-	-

Самые крупные плоды (206 гр.) получены на сорте Гренни Смит в условиях предгорной плодовой зоны садоводства КБР. Как видно из таблицы 4 и остальные исследуемые сортотипы также имеют крупные плоды. В этой связи в садах суперинтенсивного типа плоды отличаются высокими товарными свойствами.

Сроки сбора урожая в суперинтенсивных садах

Основным условием успешной борьбы с потерями и повышения товарных характеристик собираемого урожая служит своевременный и качественный съём плодов. В этой связи были проведены исследования, целью которых являлось изучение воздействия вертикальной зональности на время сбора урожая яблок в интенсивных шпалерно-карликовых садах. Для решения поставленной задачи использовался метод определения плотности мякоти плодов.

Полученные результаты отражены на рисунке 3, которые доказывают, что даты сбора урожая сортотипов яблони в разных условиях вертикальной зональности отличаются и зависят от показателей, связанных с параметрами среды их возделывания. Такой вывод обосновывается исходя из проведённых исследований по установлению плотности мякоти плодов.

Для каждого сорта имеются рекомендации индекса плотности мякоти, которые служат основанием для начала уборки плодов. Так, рекомендуемые для съёма плодов индексы плотности мякоти (кг/см²) у исследуемых сортотипов составили: Ред Делишес Хапке – 7,0...7,5; Ред Чиф Камспур, Жеромин, Супер Чиф Сандидж, Эрли Ред Ван и Голден Делишес (и его клоны) – 7,5...8,0; Бребурн – 8,0...8,5; Фуджи Кику – 8,5...9,0; Гренни Смит – 10,0...10,5.

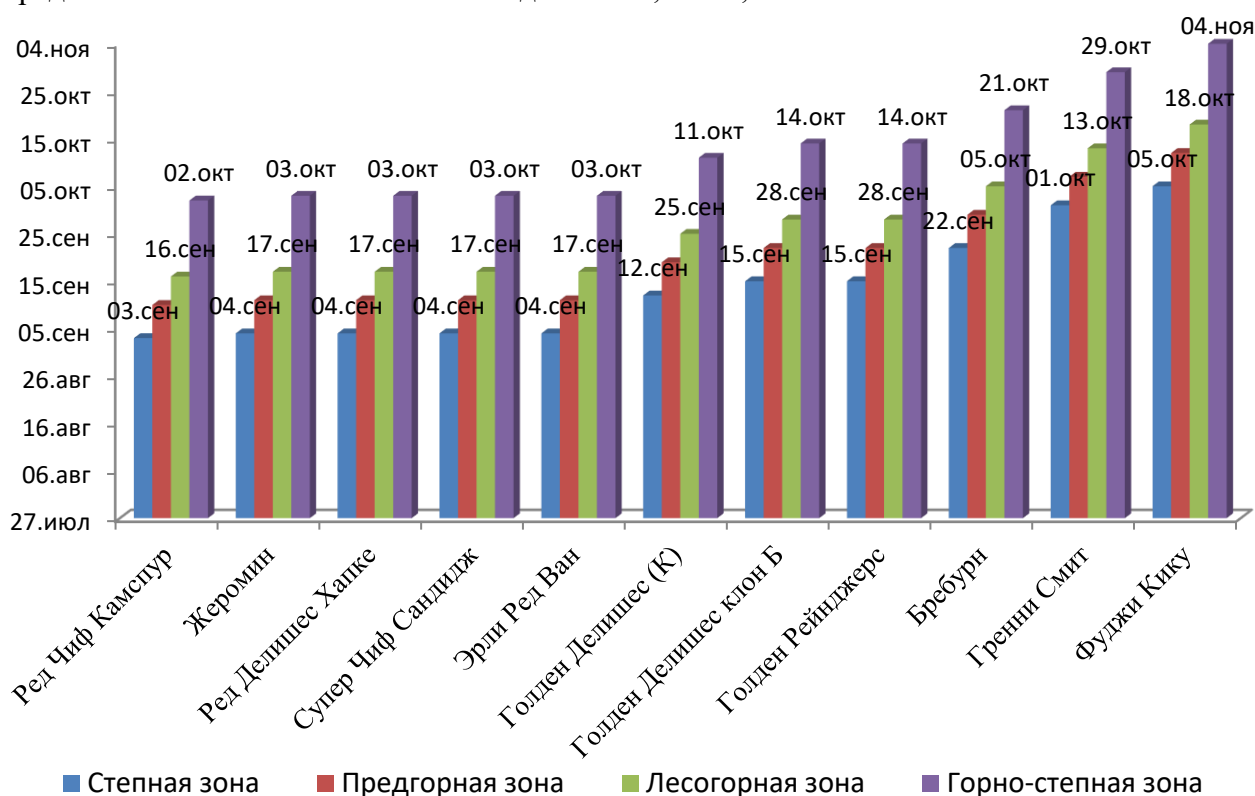


Рис. 3. Сорта яблони по срокам созревания плодов в суперинтенсивных садах в условиях вертикальной зональности

Fig. 3. Apple tree varieties by fruit ripening time in super-intensive orchards under vertical zoning conditions

Данные исследований констатируют значительное расхождение в сроках установления съёмной зрелости сортов образцов яблони среди сортов в рамках одной зоны, а также для каждого сорта, исходя из экологических факторов места произрастания. На каждые 100 метров подъёма происходит задержка периода начала созревания плодов в среднем на 3,1 дня. Запаздывание в наступлении физиологической зрелости в предгорной зоне в соотношении со степной составляет в среднем 7...8 дней, на 5...6 дней позже в лесогорной зоне в сравнении с предгорной и с задержкой на 16...17 дней в горно-степной зоне по отношению к лесогорной.

В результате проведённых экспериментальных исследований определена разница в наступлении сроков созревания яблони различных сортов между степной и горно-степной зонами, которая колеблется в пределах 25...30 дней.

Также следует отметить, что у зимних сортов Фуджи Кику и Гренни Смит в условиях горно-степной зоны садоводства зафиксировано невызревание плодов, т.к. они не укладываются в короткие сроки вегетации и для полного созревания им не достаточно суммы температур этой экологической зоны.

За период исследований из-за смещения сроков начала вегетации на более ранние даты обнаруживается сдвиг начала съёмной зрелости в среднем на 6...7 дней.

На основании вышеизложенного следует, что высокоинтенсивные сады начинают плодоносить рано, и на четвёртый год урожайность может достигать до 35...45 тонн с гектара и более. Проведёнными исследованиями доказано, что сады с высокой интенсивностью производства эффективны и быстро окупаются.

Экономическая эффективность

Одним из наиболее значимых критериев комплексной оценки возделывания

яблоневых садов являются такие показатели, как продуктивность, товарно-потребительские качества плодов, устойчивость к стрессовым факторам среды. Это способствует получению более полного представления об экономической эффективности выращивания различных сортов яблони.

Подсчёты экономической эффективности (рис. 4,8) введения в культуру шпалерно-карликовых суперинтенсивных садов яблони поздних сроков созревания доказывают, что наилучшие показатели рентабельности производства наблюдаются в предгорной и лесогорной зонах садоводства, и далее – в степной и горно-степной.

Анализ приведённых выше данных свидетельствует, что далеко не все исследуемые сорта могут служить гарантией получения равной прибыли. Так, например, культивирование сортов Голден Делишес (и его клонов), Гренни Смит, Ред Делишес Хапке и Супер Чиф Сандидж способствует получению наибольшей экономической эффективности. В этом им значительно проигрывают Эрли Ред Ван, Жеромин и Ред Чиф Камспур.

В условиях горно-степной плодовой зоны нередко наблюдаются раннеосенние заморозки, которые приводят к тому, что сорта с растянутым периодом вегетации (Гренни Смит и Фуджи Кику) часто страдают от воздействия отрицательных температур. Этот фактор негативно отражается на цене реализации урожая.

Всесторонняя сравнительная оценка данных экономического анализа показала, что самый высокий уровень рентабельности производства фруктов зарегистрирован в лесогорной плодовой зоне садоводства (рис. 8), который варьирует в зависимости от сорта от 337,3 % (Гренни Смит) и до 427,5 % (Голден Рейнджерс).

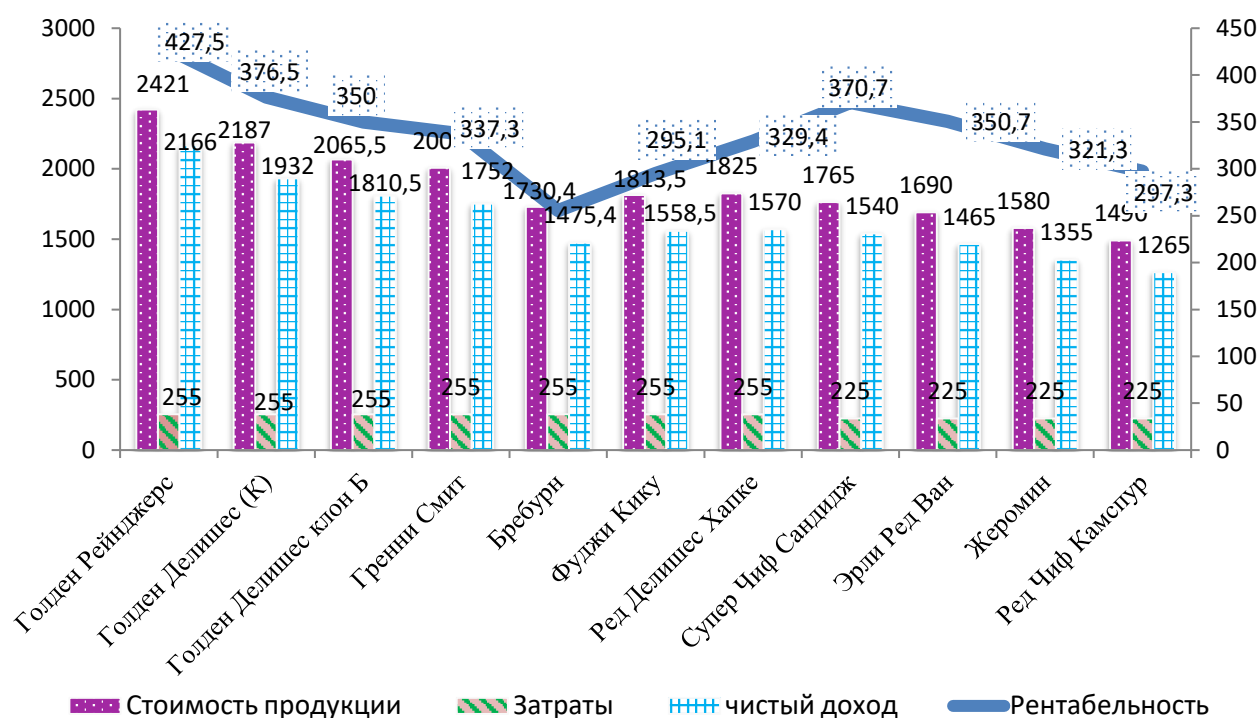


Рис. 4. Экономическая оценка выращивания яблони в шпалерно-карликовых садах суперинтенсивного типа в лесогорной плодовой зоне

Fig. 4. Economic assessment of apple tree cultivation in espalier -dwarf orchards of super-intensive type in forest-mountain fruit zone

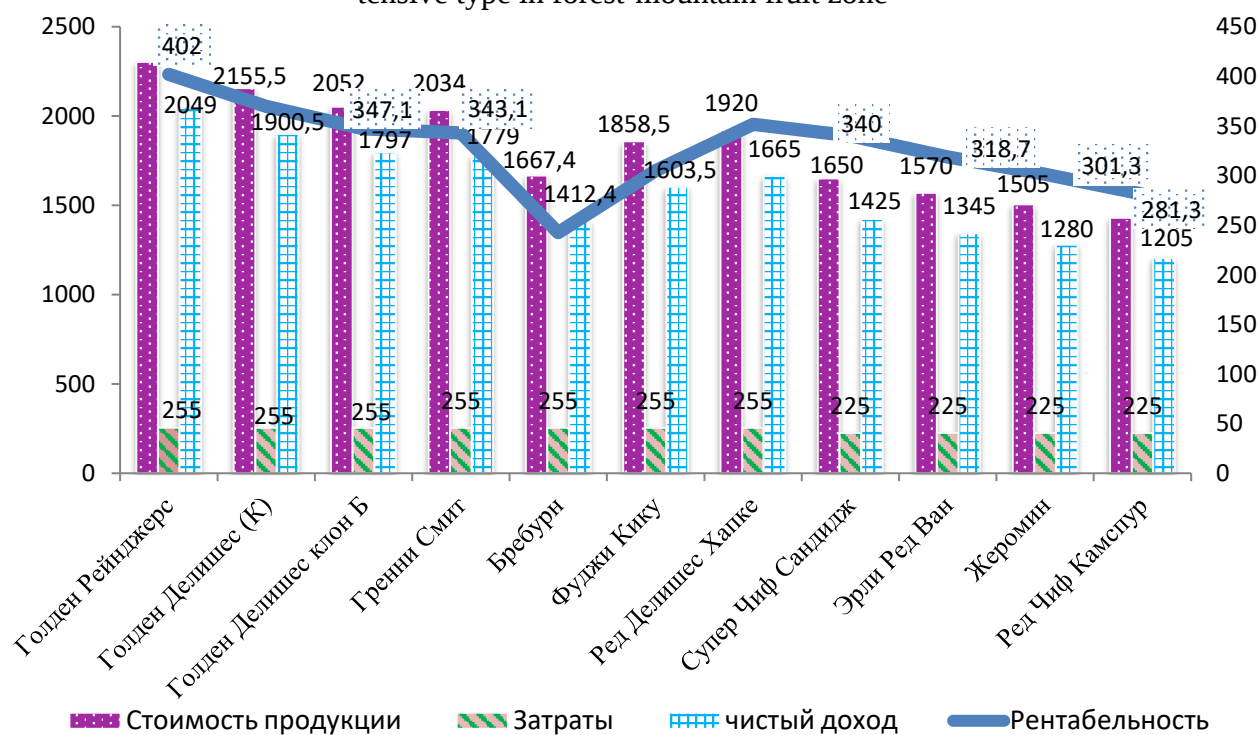


Рис. 5. Экономическая оценка выращивания яблони в шпалерно-карликовых садах суперинтенсивного типа в предгорной плодовой зоне

Fig. 5. Economic assessment of apple tree cultivation in espalier -dwarf orchards of super-intensive type in the foothill fruit zone

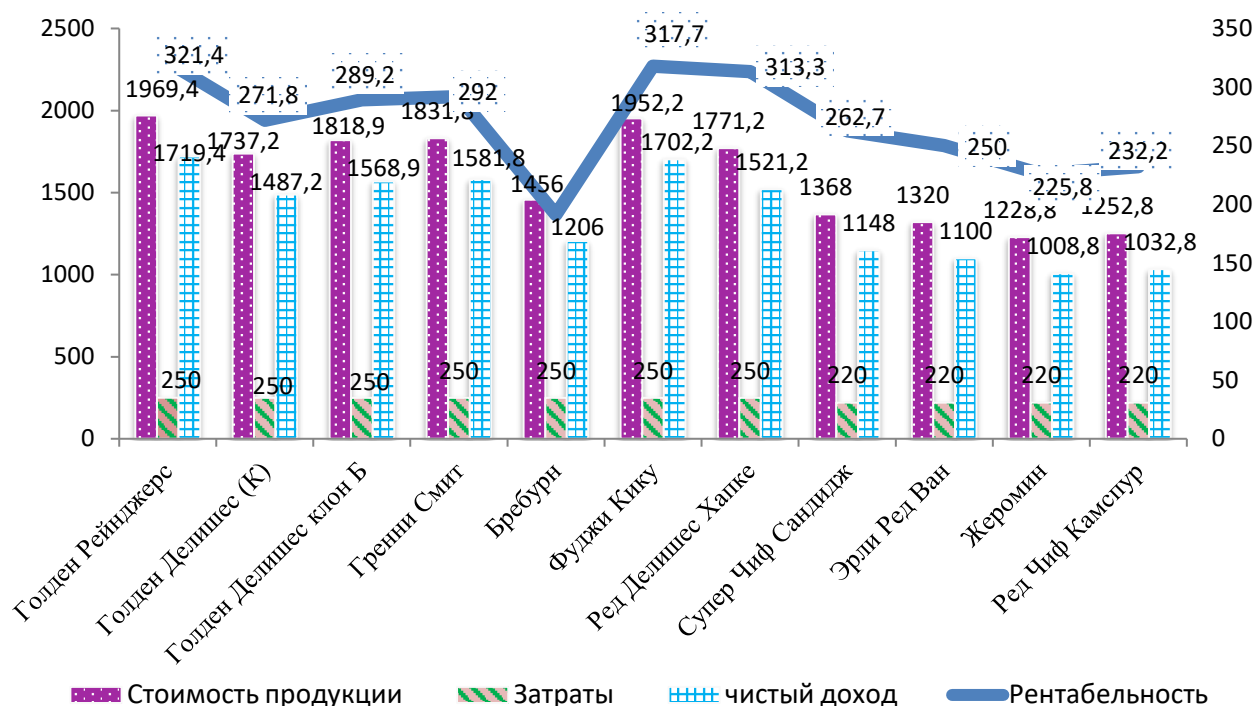


Рис. 6. Экономическая оценка выращивания яблони в шпалерно-карликовых садах суперинтенсивного типа в степной плодовой зоне

Fig. 6. Economic assessment of apple tree cultivation in espalier-dwarf orchards of super-intensive type in the steppe fruit zone

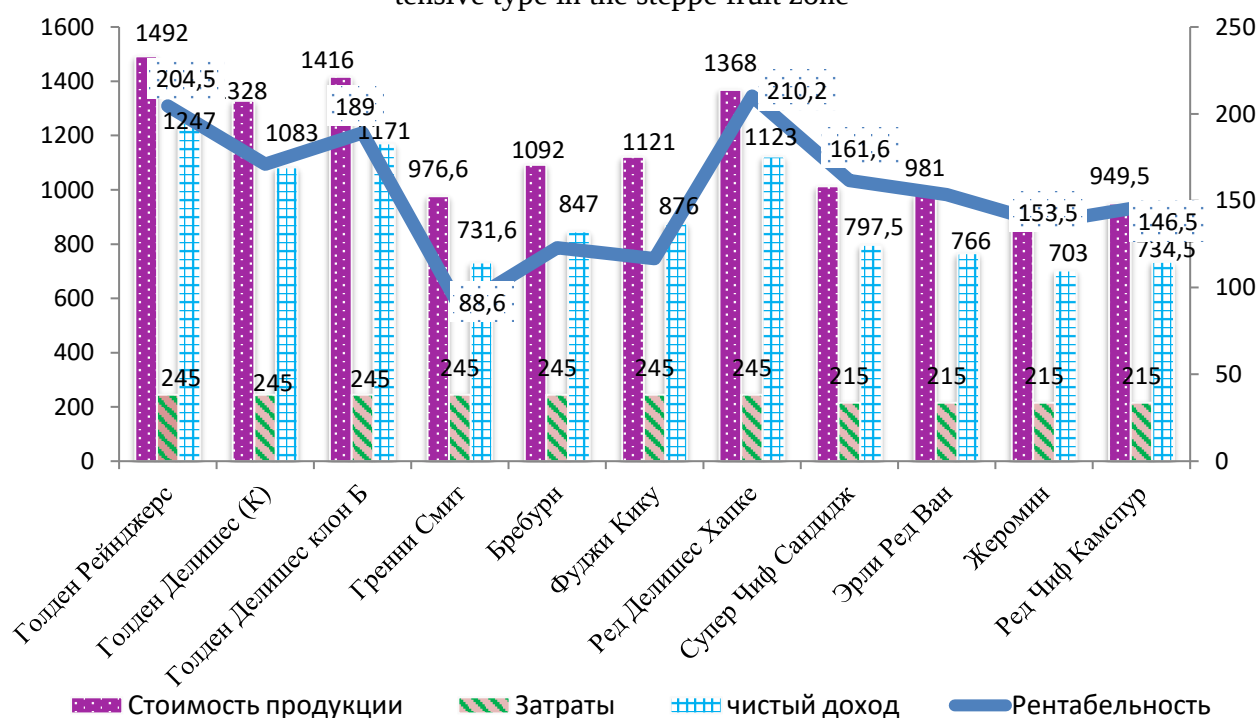


Рис. 7. Экономическая оценка выращивания яблони в шпалерно-карликовых садах суперинтенсивного типа в горно-степной плодовой зоне

Fig. 7. Economic assessment of apple tree cultivation in espalier-dwarf orchards of super-intensive type in the mountain-steppe fruit zone

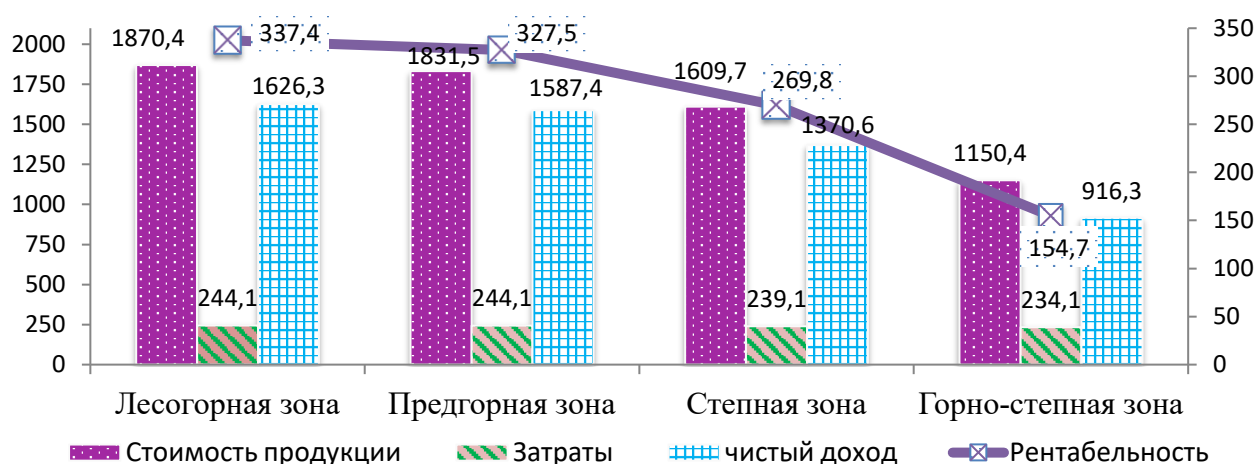


Рис. 8. Сравнительная экономическая оценка выращивания груши в различных плодовых зонах садоводства

Fig. 8. Comparative economic assessment of pear cultivation in various fruit growing zones of horticulture

Выводы. Культивирование садов с использованием интенсивных и суперинтенсивных инноваций экономически выгодно применительно ко всем садоводческим районам Кабардино-Балкарии. Самые высокие результаты рентабельности производства плодовой продукции были зафиксированы в садах, расположенных в предгорной и лесогорной экологических зонах, затем следуют степная и горно-степная зоны садоводства.

В условиях вертикальной зональности рекомендуется осуществлять закладку яблони зимнего срока созревания сортами Гренни Смит, Голден Рейнджерс, Жермин, Суппер Чиф Сандидж, Эрли Ред Ван, Фуджи Кику при освоении земель под сады суперинтенсивного типа в предгорной и лесогорной плодовых зонах садоводства.

Сорта, обладающие компактной формой кроны, с ограниченным ростом (Ред Чиф Камспур, Супер Чиф Сандидж, Эрли Ред Ван) для рационального использования земельных ресурсов горных территорий рекомендуется размещать с плотностью посадки в ряду 0,5...0,7 метра, используя в качестве подвоя М-9.

Таким образом, исследования доказали высокую эффективность выращивания высокоинтенсивных садов, которая заключается в раннем вступлении деревьев в плодоношение (на 3...4 год), получении равномерных ежегодных урожаев (в пределах 35...45 т/га с последующим увеличением до 50...60 т/га и более) качественных плодов (90% и более высшего и первого сорта), снижении расходов на уход и уборку продукции, быструю окупаемость капиталовложений.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сатибалов А.В. Агроэкологические аспекты формирования ассортимента семеночковых культур в предгорном садоводстве Северного Кавказа: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. д-ра с.-х наук. Махачкала, 2018. 41 с.

2. Kumar N. High Density Planting in Mango-Prospects and Problems // *Adv Agri Res Technol J.* 2019. No. 3. P. 47-53.
3. Abobatta W.F. Intensive fruit orchards cultivation // *Journal of Plant Science and Phytopathology.* 2021. No 5(3). P. 072-075. DOI: 10.29328/journal.jpssp.1001064.
4. Трунов А.И., Ермаков И.Л. Обоснование эффективности закладки интенсивного сада // *Главный агроном.* 2021. № 9. С. 574-578.
5. Журавлёва М.К., Дуриева М. Х. Факторы снижения эффективности деятельности организации в современных условиях // *Разработка стратегии социальной и экономической безопасности государства: сборник статей по материалам V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции.* Курган: Курганская ГСХА, 2019. С. 181-185.
6. The Dependence Of The Growth, Development And Productivity Of Apple Trees On The Factors Of Care On Low-Saline Soils Of The Bukhara Region / Yunusov R. [et al.] // *Web of Scientist: International Scientific Research Journal.* 2022. No. 3(02). P. 773-781.
7. Ярославцева М.Ф. Инновации – основное направление повышения эффективности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве // *Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: сборник статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции.* Курган: Курганская ГСХА, 2019. С. 165-169.
8. High-density planting studies in acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) / Ladaniya M.S. [et al.] // *Sci Horticulturae.* 2020. No. 261. P. 108935.
9. Normuratov I, Namozov I, Ergasheva D. Improvement of tree growth technology in weakly growing grafting points of apple tree (*Malus mill*) // *E3S Web of Conferences.* 2021. No. 284. P. 03022.
10. Namozov I., Zhanakova D., Khojiev S. Effect of trees shaping methods on productivity and harvest quality in intensive apple orchards // *E3S Web of Conferences* 2023. No. 381. P. 01013. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101013>.
11. Abobatta WF. Canopy Management of Washington Navel Orchards under Egyptian Conditions. *SunText Rev Biotechnol.* 2020. No. 1. P. 107-110.
12. Соколов О.В. Государственная поддержка развития садоводства – основа интенсивного развития отрасли в современных условиях // *Комплексное развитие сельских территорий и инновационные технологии в агропромышленном комплексе: сборник материалов IV Международной научно-методической и практической конференции.* Новосибирск: Новосибирский ГАУ, 2019. С. 81-85.
13. Бакуев Ж.Х. Интенсификация садоводства в предгорьях Кабардино-Балкарии. Нальчик: Принт-Центр, 2012. 360 с.
14. Бербеков В.Н., Бакуев Ж.Х., Гаглоева Л.Ч. Интенсивные сады в условиях вертикальной зональности Центральной части Северного Кавказа: монография. Нальчик: Принт-Центр, 2016. 153 с.
15. Бакуев Ж.Х., Сатибалов А.В. Эффективность возделывания интенсивных шпалерно-карликовых садов яблони в Кабардино-Балкарской республике // *Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства юга России.* Майкоп: МГТУ, 2019. С. 372-375.
16. Продуктивность интенсивных садов яблони на террасированных склонах / Сатибалов А.В. [и др.] // *Аграрная наука – сельскому хозяйству, посвящ. 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ»:* материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Майкоп: Адыгейский НИИСХ, 2021. С. 466-469.
17. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС им. Мичурина. Мичуринск, 1973. 492 с.

REFERENCES

1. Satibalov A.V. Agroecological aspects of the formation of the assortment of pome crops in the foothill horticulture of the North Caucasus: abstract of dis. for the degree of Dr Sci. (Agr.). Makhachkala, 2018. 41 p. (In Russ.)
2. Kumar N. High Density Planting in Mango-Prospects and Problems // *Adv Agri Res Technol J.* 2019. No. 3. P. 47-53.
3. Abobatta W.F. Intensive fruit orchards cultivation // *Journal of Plant Science and Phytopathology.* 2021. No. 5(3). P. 072-075. DOI: 10.29328/journal.jpssp.1001064.
4. Trunov A.I., Ermakov I.L. Justification of the Efficiency of Planting an Intensive Orchard // *Chief Agronomist.* 2021. No. 9. P. 574-578. (In Russ.)
5. Zhuravleva M.K., Durieva M.Kh. Factors of Declining the Efficiency of an Organization in Modern Conditions // *Development of a Strategy for Social and Economic Security of the State: A Collection of Articles Based on the Materials of the V All-Russian (National) Scientific and Practical Conference.* Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy, 2019. P. 181-185. (In Russ.)
6. The Dependence Of The Growth, Development And Productivity Of Apple Trees On The Factors Of Care On Low-Saline Soils Of The Bukhara Region / Yunusov R. [et al.] // *Web of Scientist: International Scientific Research Journal.* 2022. No. 3(02). P. 773-781.
7. Yaroslavtseva M.F. Innovations – the main direction of increasing the efficiency of land use in Agriculture // *Actual problems of rational use of land resources: a collection of articles based on the materials of the III All-Russian (national) scientific and practical conference.* Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy, 2019. P. 165-169. (In Russ.)
8. Ladaniya M.S, Marathe R.A, Das A.K, Rao C.N, Huchche A.D. et al. High-density planting studies in acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) // *Sci Horticulturae.* 2020. No. 261. P. 108935.
9. Normuratov I, Namozov I, Ergasheva D. Improvement of tree growth technology in weakly growing grafting points of apple tree (*Malus mill*) // *E3S Web of Conferences* 2021. No. 284. P. 03022.
10. Namozov I., Zhanakova D., Khojiev S. Effect of trees shaping methods on productivity and harvest quality in intensive apple orchards // *E3S Web of Conferences* 2023. No. 381. P. 01013. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101013>.
11. Abobatta WF. Canopy Management of Washington Navel Orchards under Egyptian Conditions. *SunText Rev Biotechnol.* 2020. No. 1. P. 107-110. (In Eng.)
12. Sokolov O.V. State support for the development of horticulture is the basis for the intensive development of the industry in modern conditions // *Integrated development of rural areas and innovative technologies in the agro-industrial complex: collection of the IV International scientific-methodical and practical conference.* Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University, 2019. P. 81-85. (In Russ.)
13. Bakuev Zh.Kh. Intensification of horticulture in the foothills of Kabardino-Balkaria. Nalchik: Print-Center, 2012. 360 p. (In Russ.)
14. Berbekov V.N., Bakuev Zh.Kh., Gagloeva L.Ch. Intensive gardens in the conditions of vertical zonality of the Central part of the North Caucasus: a monograph. Nalchik: Print-Center, 2016. 153 p. (In Russ.)
15. Bakuev Zh.Kh., Satibalov A.V. Efficiency of cultivation of intensive espalier-dwarf apple orchards in the Kabardino-Balkarian Republic // *Actual problems and prospects for the development of agriculture in the south of Russia.* Maikop: MSTU, 2019. P. 372-375. (In Russ.)

16. Productivity of intensive apple orchards on terraced slopes / Satibalov A.V. [et al.] // Agrarian science for agriculture, dedicated to the 60th anniversary of the Adyghe Research Institute of Agriculture: materials of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation). Maikop: Adyghe Research Institute of Agriculture, 2021. P. 466-469. (In Russ.).

17. Program and methods for variety study of fruit, berry and nut crops / under the general ed. E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova. Orel: VNIISPK, 1999. 608 p. (In Russ.)

18. Program and methodology for studying varieties of fruit, berry and nut crops / VNIIS named after Michurin. Michurinsk, 1973. 492 p. (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>, e-mail: aslan-07@list.ru

Бакуев Жамал Хажносманович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по науке, 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, e-mail: bakuev.z@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 Gardening; 360004, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 23 Shardanov St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2500-613X>, e-mail: aslan-07@list.ru

Zhamal Kh. Bakuev, Dr Sci. (Agr.), Associate Professor, Deputy Director for Science, The North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Gardening; 360004, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 23 Shardanov St., e-mail: bakuev.z@mail.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 authors

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

Поступила в редакцию 04.09.2024

Поступила после рецензирования 21.10.2024

Принята к публикации 24.10.2024

Received 04.09.2024

Revised 21.10.2024

Accepted 24.10.2024

[illegible]

Научное издание

Рецензируемый научный журнал «Новые технологии/New Technologies»

Том 20. №4. 2024

Издательство МГТУ

385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Бумага Чайка Бумага А. Печать цифровая.

Гарнитура Times. Усл. п.л. 15,5. Формат 60x84/8. Тираж 500 экз. Заказ 20/4.

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