

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

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

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»

Том 20 № 1

2024

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGIES

Журнал издается с 2005 года

Майкоп 2024

<i>Наименование:</i>	Новые технологии / New Technologies Том 20 № 1 2024
<i>Периодичность:</i>	4 выпуска в год, журнал издается с 2005 года
<i>Префикс DOI:</i>	10.47370
<i>ISSN:</i>	ISSN 2072-0920 (Print) ISSN 2713-0029 (Online)
<i>Свидетельство о регистрации средства массовой информации:</i>	Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС77-79835 от 31 декабря 2020 г.
<i>Условия распространения материалов:</i>	Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
<i>Подписка на журнал «Новые технологии / New Technologies»:</i>	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/ На территории России стоимость подписки на полугодие – 2400 руб.
<i>Учредитель / издатель:</i>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191
<i>Редакция:</i>	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
<i>Типография:</i>	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
<i>Дата публикации:</i>	30.03.2024
<i>Копирайт:</i>	© Новые технологии / New Technologies, 2024
<i>Индексирование:</i>	Российский индекс научного цитирования – библиографический и реферативный указатель, реализованный в виде базы данных, аккумулирующий информацию о публикациях российских ученых в российских и зарубежных научных изданиях. Google Scholar – свободно доступная поисковая система, которая индексирует полный текст научных публикаций всех форматов и дисциплин. Индекс Академии Google включает в себя большинство рецензируемых онлайн-журналов Европы и Америки крупнейших научных издательств. Directory of Open Access Journals (DOAJ) – онлайн-каталог, который индексирует и предоставляет доступ к качественным рецензируемым научным журналам открытого доступа.
<i>Тираж:</i>	500 экз. Цена свободная

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

FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION «MAIKOP STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY»

Founder: Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Maikop State Technological University»

Vol. 20 N° 1

2024

NOVYE TEHNOLOGII / NEW TECHNOLOGIES

The journal has been published since 2005

Maikop 2024

<i>Title:</i>	Novye tehnologii / New Technologies Volume 20 No 1 2024
<i>Frequency:</i>	4 issues a year, the journal has been published since 2005
<i>DOI prefix:</i>	10.47370
<i>ISSN:</i>	2072-0920 (Print) 2713-0029 (Online)
<i>The certificate of registration of mass media:</i>	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
<i>Terms of distribution of materials:</i>	The content is available under a Creative Commons Attribution 4.0 License
<i>Subscription to «Новые технологии / New Technologies» journal:</i>	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. On the territory of Russia the cost of a six-month subscription is 2400 rubles.
<i>Founder:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University» 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str.
<i>Editorial office:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maikop 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
<i>Printing house:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University» 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str. tel.: 8(8772)52 30 03 e-mail: nov_teh@mkgtu.ru
<i>Publication date:</i>	30.03.2024
<i>Copyright:</i>	© Новые технологии / New Technologies, 2024
<i>Indexation:</i>	The Russian Science Citation Index is a bibliographic and abstract index implemented in the form of a database that accumulates information on publications by Russian scientists in Russian and foreign scientific journals. Google Scholar is a freely available search engine that indexes the full text of scientific publications in all formats and disciplines. The Google Academy Index includes most of the peer-reviewed online journals in Europe and America from major scientific publishers. Directory of Open Access Journals (DDOAJ) is an online directory that indexes and provides access to quality peer-reviewed open access journals.
<i>Circulation:</i>	500 issues circulation
	<i>Price free</i>

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью журнала «Новые технологии / New Technologies» является формирование единой информационно-коммуникационной среды, способствующей трансферу научно обоснованных инновационных технологий и разработок в производство АПК России.

Научный журнал «Новые технологии / New Technologies» ориентирован на освещение актуальных вопросов теории и практики современной науки, в том числе анализа развития и разработки прогнозных сценариев сельскохозяйственного производства в регионе; работ в области технологии продовольственных продуктов.

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

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

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

Зам. главного редактора:

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

Юрий Иванович Сухоруких, заведующий кафедрой экологии и защиты окружающей среды ФГБОУ ВО «МГТУ», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Майкоп, Россия

Члены редакционной коллегии:

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, Россия);

Солтан Сосланбекович Басиев, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБОУ ВО Горский ГАУ, Владикавказ, Россия);

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

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

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

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, Россия);

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

Константин Николаевич Кулик, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград, Россия);

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

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

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

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

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, Россия);

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

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

Хазрет Русланович Суюхов, доктор технических наук, профессор (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Россия);

Анзаур Адамович Схалыхов, доктор технических наук, профессор (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Россия);

Майя Юрьевна Тамова, доктор технических наук, профессор (ФГБОУ ВО «КубГТУ», Краснодар, Россия);

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

[Флорин Флоринет], доктор естественных наук, профессор (Институт инженерной биологии и ландшафтного строительства Венского университета агрокультуры и прикладных наук, Вена, Австрия);

Зурет Нурбиевна Хатко, доктор технических наук, доцент (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Россия);

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, Россия);

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

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, Россия).

THE GOALS AND THE OBJECTIVES

The goal of «Новые технологии / New Technologies» journal is to create a unified information and communication environment that promotes the transfer of scientifically grounded innovative technologies and developments in the production into the Agroindustrial complex of Russia (AIC).

«Новые технологии / New Technologies» scientific journal is focused on highlighting topical issues of the theory and practice of modern science, including research analysis of the development and design of forecast scenarios for agricultural production in the region; research in the field of food technology.

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, rector of FSBEI HE «MSTU», Doctor of Economics, an associate professor, Maikop, Russia

Deputy chief editor:

Tatyana A. Ovsyannikova, vice rector for research and innovative development of FSBEI HE «MSTU», Doctor of Philosophy, a professor, Maikop, Russia;

Yury I. Sukhorukikh, head of the Department of Ecology and Environmental Protection of FSBEI HE «MSTU», Doctor of Agricultural Sciences, a professor, Maikop, Russia

Members of Editorial Board:

Lesik Y. Aiba, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (Scientific Research Institute of Agriculture of the Academy of Sciences of Abkhazia, Sukhum, Abkhazia);

Irina A. Bandurko, Doctor of Agricultural Sciences, a professor, (FSBEI HE «MSTU», Maikop, Russia);

Soltan S. Basiev, Doctor of Agricultural Sciences (FSBEI HE «Gorsky State Agrarian University», Vladikavkaz, Russia);

Elena P. Victorova, Doctor of Technical Sciences, a professor (FSBSI «Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products», Krasnodar, Russia);

Rimma S. Zaremuk, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (FSBSI «The North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking», Krasnodar, Russia);

Sergey V. Zelentsov, Corresponding Member of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences (Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center «All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoit», Krasnodar, Russia);

Zakir A. Ibragimov, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, The Azerbaijan Republic);

Dmitry A. Ivanov, a corresponding member of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (VNIIMZ – a branch of the FSBSI FIC «Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev», the Tver region, Russia);

Nadezhda V. Kotsareva, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (FSBEI HE «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin», the Belgorod region, Russia);

Konstantin N. Kulik, an academician of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (FSC of Agroecology of the RAS, Volgograd, Russia);

Vyacheslav M. Lukomets, an academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences (Federal State Budgetary Scientific Institution «National Grain Center named after P.P. Lukyanenko», Russia);

Lyudmila S. Malyukova, Doctor of Biological Sciences (FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops», Sochi, Russia);

Markarth Gerhard Otto, Doctor of Natural Science, a professor (Austrian Forestry Research Center, Vienna, Austria);

Magomed D. Omarov, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (FSBSI «All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops», Sochi, Russia);

Rauch Hans Peter, Doctor of Natural Sciences, a professor (Vienna University of Natural Resources and Applied Sciences, Vienna, Austria);

Alexey V. Ryndin, Corresponding Member of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences, (FSBSI «All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops», Sochi, Russia);

Saverio Mannino, Doctor of Chemistry, a professor, a scientific consultant in the field of Nanobiotechnology of Food industry (University of Milan and University of Balzano, Milan, Italy);

Aslan V. Satibalov, Doctor of Agricultural Sciences an associate professor (FSBSI «The North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture», Nalchik, Russia);

Khazret R. Siyukhov, Doctor of Technical Sciences, a professor (FSBEI HE «MSTU», Maikop, Russia);

Anzaur A. Skhalyakhov, Doctor of Technical Sciences, a professor (FSBEI HE «MSTU», Maikop, Russia);

Maya Y. Tamova, Doctor of Technical Sciences, a professor (FSBEI HE «KubSTU», Krasnodar, Russia);

Victor I. Turusov, an academician of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences (FSBSI «Voronezh FACS named after V.V. Dokuchaev», the Voronezh region, Russia);

[Florin Florinet], Doctor of Natural Sciences, a professor (Institute of Engineering Biology and Landscape Construction, Vienna University of Agriculture and Applied Sciences, Vienna, Austria);

Zuret N. Khatko, Doctor of Technical Sciences, an associate professor (FSBEI HE «MSTU», Maikop, Russia);

Henning Gunther, Doctor of Natural Science, a professor (University of Applied Sciences, Dresden, Germany);

Sergey S. Chumakov, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia);

Askhad Kh. Sheudzhen, an academician of the RAS, Doctor of Biological Sciences, a professor (FSBEI HE «Kuban State Agrarian University», Krasnodar, Russia);

Stangl Rosemarie, Doctor of Natural Science, a professor (Vienna University of Natural Resources and Applied Sciences, Vienna, Austria);

Victor P. Yakushev, an academician of the RAS, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (FSBSI «Agrophysical Research Institute», St. Petersburg, Russia).

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

Оригинальные статьи

- Аругтюнова Г.Ю., Гишева С.А., Сиюхова Б.Б., Удычак М.М., Гнетько Л.В.**
Исследование качественных показателей муки из нута, кукурузы и риса 14
- Асфондьярова И.В., Яковлев О.А., Демченко В.А., Павловская Н.А.**
Разработка рыбных полуфабрикатов для фаст-фуд индустрии 26
- Буховец В.А., Семилет Н.А., Новикова Ю.Д.** Хроматографическое определение содержания витаминов в батончике с добавлением сушеных томатов 35
- Васюкова А.Т., Кусова И.У., Дышекова М.М., Мошкин А.В., Глухова Е.В.**
Разработка продуктов с пролонгированным сроком хранения 42
- Жданов Д.Д., Бутина Е.А., Дубровская И.А., Герасименко Е.О., Шаззо А.Ю.**
Адаптация метода идентификации и количественного определения моно- и диацилглицеринов в растительных маслах 50
- Зюзина С.С., Щелкова М.Д., Ушакова Ю.В., Рысмухамбетова Г.Е.** Изучение аминокислотного состава безглютенового бисквита с кэробом 63
- Лисовая Е.В., Ачмиз А.Д., Викторова Е.П., Схаляхов А.А.** Характеристика существующих способов получения каротинов из концентратов каротиноидов 72
- Лунина Л.В., Тазова З.Т., Сиюхова Н.Т.** Комплексный подход к оценке качества вин, реализуемых на потребительском рынке г. Майкопа 83
- Новикова И.М., Блиникова О.М., Ильинский А.С.** Оценка качества ягод земляники садовой зарубежной селекции 98
- Сокол Н.В., Коваленко А.В.** Применение гидроколлоидов в производстве кексов из безглютеновых мучных смесей 110
- Смирнова Е.С., Ражина Е.В., Лопаева Н.Л., Хайрова И.М., Синько В.Н., Шиловцев А.В.** Разработка рецептуры хлеба на основе миндальной муки 119
- Хатко З.Н., Блягоз А.И., Богус М.К., Блягоз Р.Х.** Разработка рецептуры и технологии сдобного печенья с использованием различных видов муки и семян льна 128

Сельскохозяйственные науки**Оригинальные статьи**

-
- Егорова Е.М., Таумурзаева Ф.Д., Абрегов А.А.** Влияние карбонатов почвы на состояние растений голубики высокорослой в условиях КБР 136
- Коряжкина М.Ф., Дмитриева Н.А., Тризно Е.В., Седики А.Б., Утешева А.М., Скоробогатова Е.С.** Введение в культуру in vitro *Salicornia europaea* L 146
- Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г.** Разнообразие отдельных показателей плодов ореха грецкого при отборе по различным методикам 157

Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

Original Acticles

Arutyunova G.Y., Udychak M.M., Gisheva S.A., Gnetko L.V., Siyukhova B.B. Investigation of quality indicators of flour made of chickpea, corn and rice	14
Asfondyarova I.V., Yakovlev O.A., Demchenko V.A., Pavlovskaya N.A. Development of semi-finished fish products for the fast food industry	26
Bukhovets V.A., Semilet N.A., Novikova Yu.D. Chromatographic determination of vitamin content in a bar with dried tomatoes	35
Vasyukova A.T., Kusova I.U., Dyshekova M.M., Moshkin A.V., Glukhova E.V. Development of products with extended shelf life	42
Zhdanov D.D., Butina E.A., Dubrovskaya I.A., Gerasimenko E.O., Shazzo A.Y. Adaptation of the method for identification and quantification of mono- and diacylglycerols in vegetable oils	50
Zyuzina S.S., Shchelkova M.D., Ushakova Yu.V., Rysmukhambetova G.E. Investigation of the amino acid composition of gluten-free biscuit with carob	63
Achmiz A.D., Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Skhalyakhov A.A. Characteristics of the existing methods for obtaining carotenes from carotenoid concentrates	72
Lunina L.V., Tazova Z.T., Siyukhova N.T. An integrated approach to assessing the quality of wines sold on Maikop consumer market	83
Novikova I.M., Blinnikova O.M., Ilyinsky A.S. Quality assessment of garden strawberries of foreign selection	98
Sokol N.V., Kovalenko A.V. The use of hydrocolloids in the production of muffins from gluten-free flour mixtures	110
Smirnova E.S., Razhina E.V., Lopaeva N.L., Khairova I.M., Sinko V.N., Shilovtsev A.V. Development of almond flour bread recipe	119
Khatko Z.N., Blyagoz A.I., Bogus M.K., Blyagoz R.Kh. Development of recipes and technology for butter cookies using various types of flour and flax seeds	128

Agricultural sciences***Original Acticles***

- Egorova E.A., Taumurzaeva F.D., Abregov A.A.** The influence of soil carbonates on highbush blueberry plants in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic . . . 136
- Koryazhkina M.F., Dmitrieva N.A., Trizno E.A., Sediki A.B., Utesheva A.M., Skorobogatova E.S.** Introduction of *Salicornia europaea* L to in vitro culture 146
- Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G.** Diversity of specific indicators of walnut fruits during selection using various methods 157

Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-14-25>

УДК 664.641.1/2

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Исследование качественных показателей муки из нута, кукурузы и риса

Гаянэ Ю. Арутюнова*, Майя М. Удычак, Сима А. Гишева,
Людмила В. Гнетько, Белла Б. Сиюхова

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования качественных показателей муки из нута, кукурузы и риса. Для людей, страдающих целиакией, безглютеновые пищевые продукты в буквальном смысле становятся панацеей к здоровой и счастливой жизни, учитывая, что у пациентов в острой фазе заболевания присутствует высокий риск летального исхода в сравнении с основной популяцией населения. Комплексная терапия предполагает как медикаментозное лечение, так и строгую безглютеновую диету. Кроме того, популярность безглютеновых продуктов возросла у людей, ведущих здоровый образ жизни, следящих за своим питанием, стремящимся либо снизить избыточную массу тела, либо держать вес под контролем. Создание безглютеновых продуктов – общемировая тенденция. Хлеб, по статистике, самый употребляемый пищевой продукт, и индустрия развития рынка безглютеновых хлебобулочных изделий имеет большой потенциал.

Анализ рынка показал, что в основном безглютеновые хлебобулочные изделия производятся на основе гречишной, рисовой, овсяной или картофельной муки. Нутовая, рисовая и кукурузная мука не содержат глютен, вследствие этого могут быть использованы для диетического питания как для страдающих целиакией, так и других категорий граждан.

Рассмотрены биохимические и физико-химические показатели исследуемых видов муки. На основании того, что все рассмотренные виды муки являются безглютеновыми, их можно рекомендовать для производства безглютеновых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Ключевые слова: целиакия, безглютеновые хлебобулочные изделия, биохимические и физико-химические показатели, нутовая мука, кукурузная мука, рисовая мука

Для цитирования: Арутюнова Г.Ю., Удычак М.М., Гишева С.А. и др. Исследование качественных показателей муки из нута, кукурузы и риса. *Новые технологии / New technologies.* 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-14-25>

Investigation of quality indicators of flour made of chickpea, corn and rice

Gayaneh Y. Arutyunova*, Maya M. Udychak, Sima A. Gisheva,
Lyudmila V. Gnetko, Bella B. Siyukhova

*FSBEI HE «Maikop State Technological University»,
191 Pervomaiskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation*

Abstract. The article presents the results of the investigation of the quality indicators of flour from chickpeas, corn and rice. Gluten-free foods literally become a panacea to a healthy and happy life for people suffering from celiac disease, given that patients in the acute phase of the disease have a high risk of death compared to the general population. Complex therapy involves both drug treatment and a strict gluten-free diet. In addition, the popularity of gluten-free products has increased among people leading a healthy lifestyle, watching their diet, seeking to either reduce excess body weight or keep weight under control. Creating gluten-free products is a global trend. Bread is statistically the most consumed food product and the gluten-free bakery products market development industry has great potential.

The market analysis has shown that gluten-free bakery products are mainly produced from buckwheat, rice, oat or potato flour. Chickpea, rice and corn flour do not contain gluten and as a result can be used for dietary nutrition both for those suffering from celiac disease and for other categories of citizens.

The biochemical and physicochemical parameters of the studied types of flour have been considered. Taking into account that all the types of flour considered in the research are gluten-free, they can be recommended for the production of gluten-free bakery and flour confectionery products.

Keywords: celiac disease, gluten-free bakery products, biochemical and physico-chemical indicators, chickpea flour, corn flour, rice flour

For citation: Arutyunova G.Yu., Udychak M.M., Gisheva S.A. et al. Investigation of quality indicators of flour made of chickpea, corn and rice. *Novye tehnologii / New technologies.* 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-14-25>

Исследования пищевого рациона населения Южного Федерального Округа показывают, что пищевые пристрастия и успешное привыкание к условиям внешней среды обусловлены климатическими, геофизическими факторами.

Давление научно-технического прогресса, ухудшение количественных и качественных показателей окружающей среды, стресс и депрессивно-подавленное состояние, обусловленное различными социальными факторами, привели к нару-

шению и ухудшению здоровья нации [3].

На сегодняшний день питательные нутриенты, нетрадиционные виды сырья для привычных продуктов становятся особенно актуальными.

Для людей, страдающих целиакией, безглютеновые пищевые продукты в буквальном смысле становятся панацеей к здоровой и счастливой жизни, учитывая, что у пациентов в острой фазе заболевания присутствует высокий риск летального исхода в сравнении с основной популяцией населения. Комплексная терапия предполагает как медикаментозное лечение, так и строгую безглютеновую диету [9]. Кроме того, популярность безглютеновых продуктов возросла у людей, ведущих здоровый образ жизни, следящих за своим питанием, стремящихся либо снизить избыточную массу тела, либо держать вес под контролем. Создание безглютеновых продуктов – общемировая тенденция.

Хлеб, по статистике, самый употребляемый пищевой продукт, и индустрия развития рынка безглютеновых хлебобулочных изделий имеет большой потенциал [7].

Анализ рынка показал, что в основном безглютеновые хлебобулочные изделия производятся на основе гречишной, рисовой, овсяной или картофельной муки [8]. Но основная проблема безглютеновых хлебобулочных продуктов – внешняя непривлекательность, органолептические показатели такого продукта могут проигрывать традиционным видам хлеба (теряются привычный вкус и аромат продукта), а, как известно, потребитель сначала выбирает глазами. С технологической точки зрения главным недостатком безглютенового хлеба является свойство глютена связывать воду, что может уменьшить срок годности продукта. Для улучшения качественных характеристик безглютенового хлеба, как показывают многочисленные научные исследования, используют стабилизаторы и загустители,

которые значительно изменяют механические и структурные свойства, но не дают должного эффекта для органолептических характеристик и повышения функциональной направленности. Суммируя данные факты, приходим к выводу, что разработка рецептов безглютеновых хлебобулочных изделий функциональной направленности, которые соответствуют требованиям потребителя, является актуальной задачей для хлебопекарной отрасли.

Нутовая, рисовая и кукурузная мука не содержат глютен, вследствие этого могут быть использованы для диетического питания как для страдающих целиакией, так и других категорий граждан.

Цель работы состояла в исследовании нутовой, кукурузной и рисовой муки для последующей разработки рецептуры безглютенового хлеба функциональной направленности.

Объекты исследования: мука нутовая, кукурузная и рисовая, пшеничная мука как контроль.

Нутовая мука – продукт, получаемый путем перемалывания бобов до мельчайшего состояния. По сравнению с пшеничной мукой нутовая мука менее калорийна и не содержит глютен. Применение нутовой муки широко распространено, из нее изготавливают различные мучные изделия (крекеры, кексы, лепешки, блины).

Мука из нута представляет собой благоприятное сочетание белков, жиров, углеводов, микро- и макроэлементов, биологически активных веществ, а также полезных и необходимых человеку витаминов (рис. 1).

В нутовой муке содержится 50–61% углеводов, до 30% белка, 4,2–13% жира и 2,5% минеральных веществ. В бобах нута содержится около 12% витаминов и минералов, среди них важнейшие – лизин и фолиевая кислота.

Нут содержит большое количество углеводов, что нормализует влияние жиров и белков на организм человека.



Рис. 1. Содержание белков, жиров, углеводов в нутовой муке

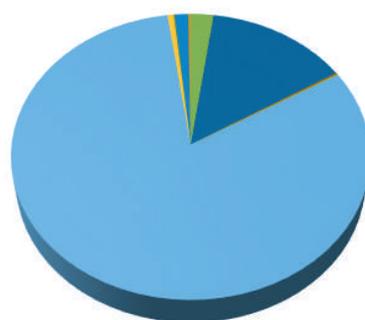
Fig. 1. Content of proteins, fats, carbohydrates in chickpea flour

В нутовой муке содержатся следующие витамины: (рис. 2).

Из рис. 2 следует, что наибольшее количество в нутовой муке витамина В9 (фолаты), примерно 81%. Витамин В9 развивает новые клетки и синтез нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), нехватка этого

витамина может стать фактором развития инфаркта или инсульта. Следующим по содержанию является витамин В4 (холин), на его долю приходится 14%. Наименьшее содержание приходится на долю бета каротина 0,08 мг – 0,08%.

Наиболее высокие содержания в нут-



■ витамин А - 15мкг	■ бета Каротин - 0,09мг
■ витамин В1 (тиамин) - 0,08мг	■ витамин В2 (рибофлавин) 0,212мг
■ витамин В4 (холин) - 95,2мг	■ витамин В5 (пантотеновая) - 1,588мг
■ витамин В6 (пиридоксин) - 0,535мг	■ витамин В9 (фолаты) - 557мг
■ витамин С (аскорбиновая) - 4мг	■ витамин Е (альфа токоферол, ТЭ) 0,82мг
■ витамин К (филлохинон) - 9мкг	■ витамин РР (НЭ) - 1,541мг

Рис. 2. Содержание витаминов в нутовой муке

Fig. 2. Content of vitamins in chickpea flour



Рис. 3. Содержание минералов в нутовой муке

Fig. 3. Content of minerals in chickpea flour

вой муке приходится на долю меди, которая помогает функционировать нервной и дыхательной системам.

В кукурузной муке на долю углеводов

приходится 80–87%, до 9% белка и 2–4% жира (рис. 4).

Витаминный состав кукурузной муки представлен на рисунке. 5.

Доля БЖУ в калорийности

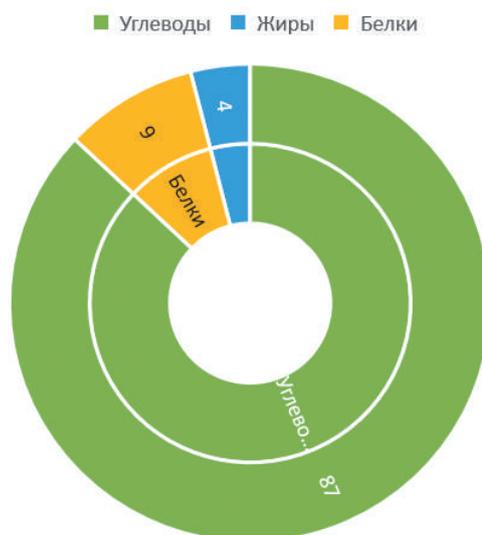
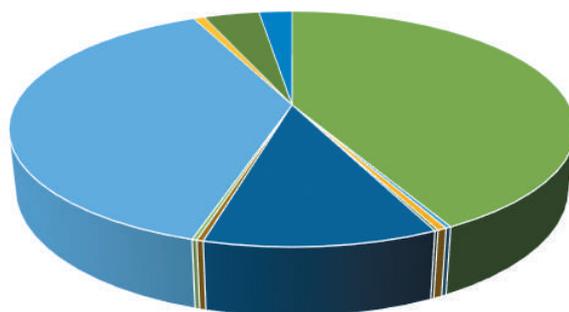


Рис. 4. Содержание белков, жиров, углеводов в кукурузной муке

Fig. 4. Content of proteins, fats, carbohydrates in corn flour



■ Витамин А, РЭ - 33мкг	■ бета Каротин - 0,2мг
■ Витамин В1, тиамин - 0,35мг	■ Витамин В2, рибофлавин - 0,13мг
■ Витамин В4, холин - 8,6мг	■ Витамин В5, пантотеновая - 0,24мг
■ Витамин В6, пиридоксин - 0,182мг	■ Витамин В9, фолаты - 30мкг
■ Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ - 0,6мг	■ Витамин РР, НЭ - 3мг
■ Ниацин - 1,8мг	

Рис. 5. Содержание витаминов в кукурузной муке

Fig. 5. Content of vitamins in corn flour

Анализируя рис. 5, приходим к выводу, что наибольшее количество в кукурузной муке приходится на витамин А, примерно 42%. Следующим по содержанию является витамин В9 (фолаты), на его долю

приходится 38%. Наименьшее содержание приходится на долю *витамина В2 (рибофлавин) – 0,04%*.

На рисунке 6 представлено процентное содержание минералов в кукурузной муке.



Рис. 6. Содержание минералов в кукурузной муке

Fig. 6. Content of minerals in corn flour

Наиболее высокое содержания минералов в кукурузной муке приходится на селен (19%), защищающий клетки от токсического воздействия. Наименьшее содержание приходится на долю $Na - 0,5\%$ [2].

В рисовой муке содержится 85–90% углеводов, до 7% белка, 2–4% жира (рис. 7). Содержание витаминов в рисовой муке представлено на рисунке 8:

Доля БЖУ в калорийности

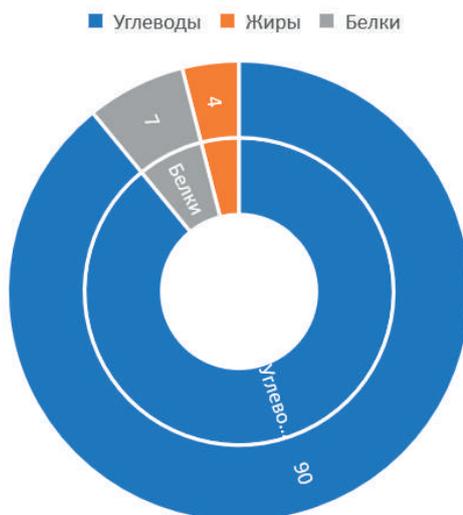
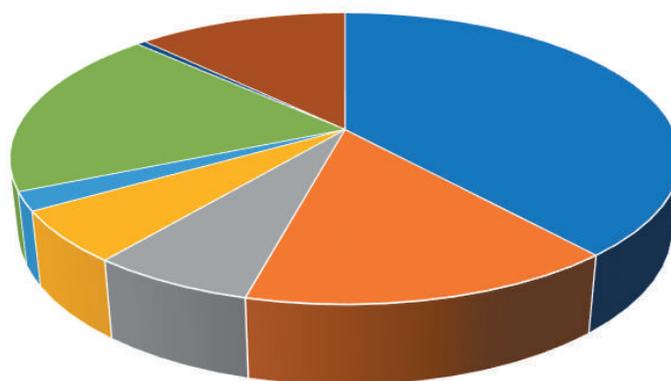


Рис. 7. Содержание белков, жиров, углеводов в рисовой муке

Fig. 7. Content of proteins, fats, carbohydrates in rice flour



- Витамин В1, тиамин - 0,138 мг
- Витамин В2, рибофлавин - 0,021 мг
- Витамин В4, холин - 5,8 мг
- Витамин В5, пантотеновая - 0,819 мг
- Витамин В6, пиридоксин - 0,436 мг
- Витамин В9, фолаты - 4 мкг
- Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ - 0,11 мг
- Витамин РР, НЭ - 2,59

Рис. 8. Содержание витаминов в рисовой муке

Fig. 8. Content of vitamins in rice flour

Из рисунка 8 видно, что наибольшее количество в рисовой муке приходится на долю витамина В1 (тиамин), примерно 39%. Следующим по содержанию явля-

ется витамин В9 (фолаты), на его долю приходится 19%. Наименьшее содержание приходится на долю *витамина Е (альфа токоферол)* – 1% [5].

Витамины и минералы

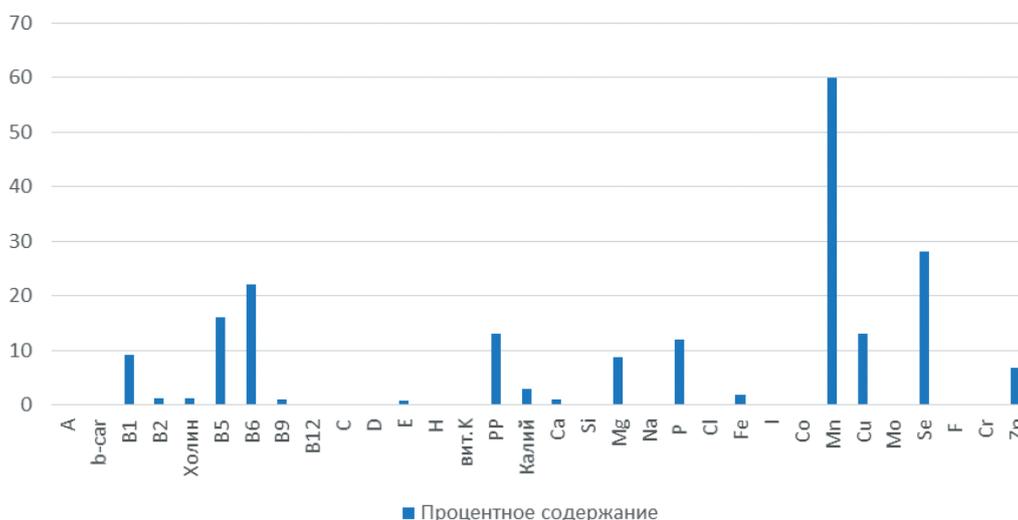


Рис. 9. Содержание минералов в рисовой муке

Fig. 9. Content of minerals in rice flour

Из рисунка 9 следует, что наиболее высокое содержание в рисовой муке марганца (60%) и селена (28%). Селен защищает клетки от токсического воздействия.

Марганец в свою очередь способствует усвоению кальция, участвует в формировании соединительных тканей [1].

Таблица 1

Показатели качества нута, кукурузы, пшеницы и риса [6]

Table 1

Quality indicators of chickpea, corn, wheat and rice [6]

Показатель	Нут	Кукуруза	Пшеница	Рис
Цвет	Розовато-желтый	Топленого молока	Белый с красным оттенком	Белый, допускаются единичные зерна с цветными оттенками.
Форма	Овальные, вздутые, на верхушке с коротким острием	Верхушка зерна округлая без вдавленности	Яйцевидное или овальное	Зерно округлой формы
Поверхность	Слабоморщинистая	Гладкая, блестящая	Гладкая	Гладкая, блестящая
Зараженность вредителями	Не допускается	Не допускается	Не допускается	Не допускается

Как показывают данные таблицы 1, каждая культура имеет свою форму, цвет и поверхность. Зараженность вредителями во всех случаях не допускается.

Качество муки определяют органолептическими (цвет, запах, вкус) и физико-химическими (влажность, зольность, крупность помола, количество и качество клейковины, содержание примесей и зараженность ам-

барными вредителями) показателями. Органолептическая оценка муки производится в первую очередь. Если мука по запаху, вкусу или цвету не удовлетворяет требованиям стандарта, то она не подлежит пищевому использованию и дальнейшая оценка ее, соответственно, не производится [4].

Анализ качества муки из нутовой, кукурузной, пшеничной и рисовой муки.

Таблица 2

Органолептические показатели качества нутовой, кукурузной, рисовой и пшеничной муки

Table 2

Organoleptic quality indicators of chickpea, corn, rice and wheat flour

Показатель	Нутовая мука	Кукурузная мука	Пшеничная мука	Рисовая мука
Цвет	Желтый	Белый или желтый с оттенками	Белый	Белый
Вкус	Свойственный нутовой муке, без кислого, горького и другого постороннего привкуса	Свойственный кукурузной муке, без кислого, горького и другого постороннего привкуса	Сладковатый приятный вкус без горьковатого и кислого привкуса	Свойственный рисовой муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Запах	Свойственный нутовой муке, без затхлого и плесневелого запаха	Свойственный кукурузной муке, без затхлого и плесневелого запаха	Свойственный пшеничной муке, без затхлого и плесневелого запаха	Свойственный рисовой муке, без затхлого и плесневелого запаха
Консистенция	Однородный порошок	Однородный порошок	Однородный порошок	Однородный порошок
Внешний вид	Желтый порошок, без темных точек	Желтый порошок, без темных точек	Белый порошок, без темных точек	Белый порошок, с наличием темных частиц
Минеральная	При разжевывании не ощущается хруста	При разжевывании не ощущается хруста	При разжевывании не ощущается хруста	При разжевывании не ощущается хруста

Как показывают данные таблицы 2, нутовая, кукурузная, рисовая и пшеничная мука имеют различия по цвету, вкусу, внешнему виду и запаху.

Физико-химические показатели нутовой, кукурузной, пшеничной и рисовой муки представлены на рисунке 10.

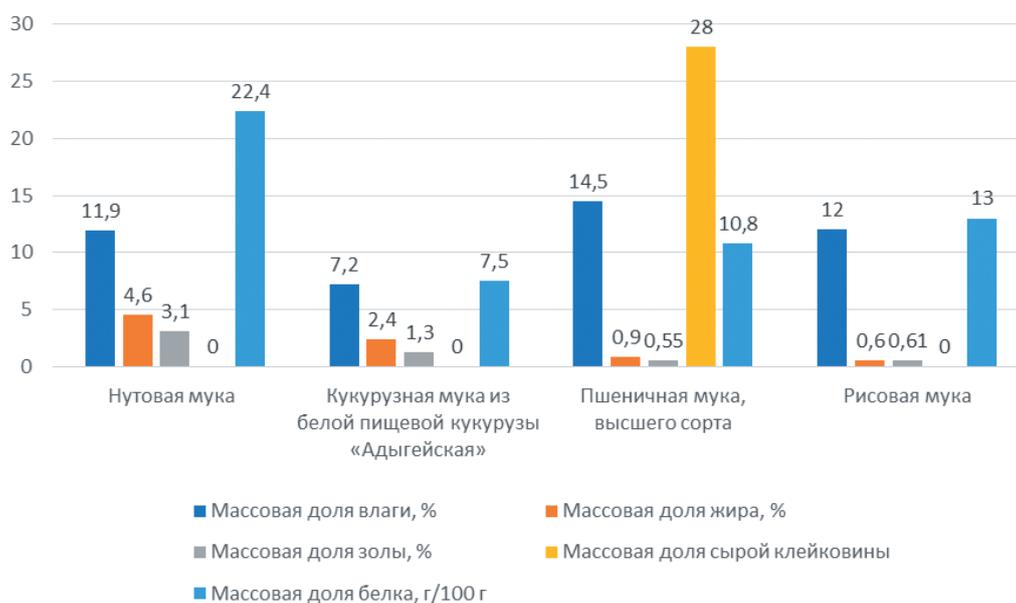


Рис. 10. Физико-химические показатели исследуемых видов муки

Fig. 10. Physical and chemical indicators of the studied types of flour

Из рисунка 10 следует, что мука из нута имеет более высокое соотношение массы жира и массы белка по сравнению с кукурузной, пшеничной и рисовой мукой. А пшеничная мука имеет более высокий показатель по массовой доле влаги и массовой доле сырой клейковины.

Выводы: по результатам исследования очевидно, что нуттовую, кукурузную и рисовую муку можно рекомендовать для разработки рецептур безглютеновых хлебобулочных изделий функционального назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 31645-2012 Мука для продуктов детского питания. Технические условия.
2. ГОСТ 14176-2022 Мука кукурузная. Технические условия.
3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20.
4. Иванова Т.Н. Идентификационная и товарная экспертиза продуктов растительного происхождения: учебное пособие. М.: Инфра-М; 2012. (Высшее образование)
5. Попова В.Ю., Смоленцева А.А. Разработка заварного полуфабриката специализированного назначения на основе рисовой муки. Пищевые технологии и биотехнологии: материалы XVI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 150-летию Периодической таблицы химических элементов: в 3-х ч. Ч. 2. Казань: КНИТУ; 2019: 347-353.
6. Тугуз Р.К., Хатко З.Н., Беретарь С.Т. Разработка рецептуры пектиносодержащего песочного печенья из муки белой пищевой кукурузы «Адыгейская». Новые технологии. 2012; 2: 51-54.
7. Чубенко Н.Т. Структура ассортимента хлебобулочных изделий по новой классификации. Хлебопечение России. 2011; 6: 9-11.
8. Шнейдер Д.В., Крылова Е.И. Безглютеновые смеси для выпечки из кукурузной, рисовой и гречневой муки. Пищевая промышленность. 2012; 8: 63-65.

9. Kristaleva O.N., Mel'nik M.G. Celiakija u vzroslyh – sovremennye podhody k diagnostike i lecheniju. Sibirskij med. zhurn. 2010; 94(3): 121-123. (In Russ).

REFERENCES:

1. GOST 31645-2012 Flour for baby food. Technical conditions.
2. GOST 14176-2022 Corn flour. Technical conditions.
3. Doctrine of food security of the Russian Federation [Electronic resource]: Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020 No. 20.
4. Ivanova T.N. Identification and commodity examination of products of plant origin: a textbook. M.: Infra-M; 2012. (Higher education). [in Russian]
5. Popova V.Yu., Smolentseva A.A. Development of a custard semi-finished product for specialized purposes based on rice flour. Food technologies and biotechnologies: materials of the XVI All-Russian conference of young scientists, graduate students and students with international participation, dedicated to the 150th anniversary of the Periodic Table of Chemical Elements: in 3 parts. Part 2. Kazan: KNRTU; 2019: 347-353. [in Russian]
6. Tuguz R.K., Khatko Z.N., Beretar S.T. Development of a recipe for pectin-containing shortbread cookies from white food corn flour «Adygeyskaya». New technologies. 2012; 2:51-54. [in Russian]
7. Chubenko N.T. Structure of the range of bakery products according to the new classification. Bakery industry in Russia. 2011; 6:9-11. [in Russian]
8. Shneider D.V., Krylova E.I. Gluten-free baking mixtures made from corn, rice and buckwheat flour. Food industry. 2012; 8: 63-65. [in Russian]
9. Kristaleva O.N., Mel'nik M.G. Celiakija u vzroslyh – sovremennye podhody k diagnostike i lecheniju. Sibirskij med. zhurn. 2010; 94(3): 121-123. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Гаянэ Юрьевна Арутюнова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машин и оборудования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

G-arutyunova@bk.ru
тел.: +7 (8772) 57 12 84

Майя Мугдиновна Удычак, кандидат философских наук, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

тел.: +7 (8772) 57 12 84

Сима Аслановна Гишева, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машин и оборудования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Майкопский

Gayaneh Y. Arutyunova, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Technology of Machines and Equipment for Food Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University»

G-arutyunova@bk.ru
tel.: +7 (8772) 57 12 84

Maya M. Udychak, PhD (Philosophy), Associate Professor, Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University»

tel.: +7 (8772) 57 12 84

Sima A. Gisheva, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Technology of Machines and Equipment for Food Production, Federal State Budgetary Educational

государственный технологический университет»

Людмила Васильевна Гнетко, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

тел.: +7 (8772) 57 12 84

Белла Батмизовна Сиюхова, старший преподаватель кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

тел.: +7 (8772) 57 12 84

Institution of Higher Education «Maikop State Technological University»

Lyudmila V. Gnetko, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University»

tel.: +7 (8772) 57 12 84

Bella B. Siyukhova, Senior lecturer, Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University»

tel.: +7 (8772) 57 12 84

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 06.12.2023; поступила после рецензирования 29.01.2024; принята к публикации 31.01.2024

Received 06.12.2023; Revised 29.01.2024; Accepted 31.01.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-26-34>

УДК 664.95.002.62:642.5

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка рыбных полуфабрикатов для фастфуд-индустрии

Ирина В. Асфондырова¹, Олег А. Яковлев¹,
Вера А. Демченко^{2*}, Наталья А. Павловская¹

¹Высшая школа сервиса и торговли, Института промышленного менеджмента, экономики и торговли (ИПМЭиТ), Политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), 194094, Санкт-Петербург, Политехническая, д. 29.

²Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации) ВА МТО, 191123, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная д. 10А

Аннотация. Одним из многочисленных сегментов рынка общественного питания как за рубежом, так и в России является продукция фастфуда [1]. Рестораны данного формата имеют широкую аудиторию за счет лояльной ценовой политики, доступности и постоянных новинок [2]. Кроме того, индустрия быстрого питания с помощью разных средств и рекламы способствует решению проблем потребителей, связанных с нехваткой времени, трудностями приготовления и удобством употребления. В то же время, фастфуд способствует снижению качества питания и ухудшению здоровья как молодежи, так и взрослых.

Цель исследования – выявить потребительские предпочтения в сегменте рыбных полуфабрикатов, оценить их качество и разработать рецептуры рыбной продукции для ресторанов быстрого питания.

В задачи исследования входили маркетинговые исследования потребительских предпочтений при выборе рыбных полуфабрикатов, оценка качества рыбных полуфабрикатов, реализуемых в розничной торговле и в предприятиях быстрого питания, и разработка рецептуры рыбных полуфабрикатов для фастфуд-индустрии.

Для проведения социального опроса использовали google-form, органолептическую оценку осуществляли по 5-балльной шкале, физико-химические показатели исследовали по стандартным методикам.

По итогам маркетингового исследования установили, что рыбные полуфабрикаты в виде рыбных котлет и палочек пользуются спросом, потребители хотят видеть новые рыбные позиции в меню ресторанов быстрого питания. По данным органолептической оценки и физико-химического исследования установили, что наилучшие потребительские органолептические свойства имели рыбные котлеты из ресторанов быстрого питания «Вкусно и точка», «Бургер-Кинг» и рыбные палочки, реализуемые в сети магазинов «Перекрёсток». По физико-химическим показателям исследуемые образцы рыбных полуфабрикатов не превышали 2,5% по количеству поваренной соли, 71% влаги и 37% жира.

В качестве новых позиций для фаст-индустрии были разработаны рецептуры рыбных полуфабрикатов в виде наггетсов с внесением плавленого сыра, свиного жира и стрипсов из продольных полосок рыбы, обваленные в панировке и обжаренные во фритюре при температуре 180°C до золотистой корочки.

Ключевые слова. маркетинговые исследования, рыбные полуфабрикаты, рыбные палочки, рыбные котлеты, фастфуд, качество, органолептические и физико-химические показатели, наггетсы, стрипсы

Для цитирования: Асфондырова И.В., Яковлев О.А., Демченко В.А. и др. Разработка рыбных полуфабрикатов для фастфуд-индустрии. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-26-34>

Development of semi-finished fish products for the fast food industry

Irina V. Asfondyarova¹, Oleg A. Yakovlev¹,
Vera A. Demchenko^{2*}, Natalia A. Pavlovskaya¹

¹Higher School of Service and Trade, Institute of Industrial Management, Economics and Trade (IPMET), Peter the Great Polytechnic University (SPbPU), 194094, St. Petersburg, 29 Politekhnicheskaya str.

²Research Institute (military system research of material and technical support of the Armed Forces of the Russian Federation) VA MTO, 191123, St. Petersburg, 10A Voskresenskaya naberezhnaya

Abstract. One of the segments of public catering market both abroad and in Russia is fast food products [1]. Restaurants of this format have a wide audience due to their loyal pricing policy, availability and constant new products [2]. In addition, the fast food industry, through various media and advertising, contributes to solving consumer problems related to lack of time, difficulty in preparation and ease of consumption. At the same time, fast food contributes to a decrease in the quality of nutrition and deterioration in the health of both young people and adults.

The goal of the research is to identify consumer preferences in the segment of semi-finished fish products, evaluate their quality and develop recipes for fish products for fast food restaurants.

The objectives of the research include marketing research of consumer preferences when choosing semi-finished fish products, assessing the quality of semi-finished fish products sold in retail trade and fast food establishments, and developing recipes for semi-finished fish products for the fast food industry.

To conduct a social survey, Google-form has been used, organoleptic assessment has been carried out using 5-point grading scale; physicochemical indicators have been studied using standard methods.

Using the results of marketing research, it has been established that semi-finished fish products in the form of fish cutlets and sticks are in demand; consumers want to see new fish items on the menu of fast food restaurants. According to organoleptic assessment and physical and chemical research, it has been found that the best consumer organoleptic properties are found in fish cutlets from fast food restaurants «Vkusno i Tochka», «Burger King» and fish sticks sold in the «Perekrestok» chain of stores. According to physicochemical indicators, the studied samples of semi-finished fish products do not exceed 2.5% in the amount of table salt, 71% moisture and 37% fat.

As new items for the fast industry, recipes for semi-finished fish products were developed in the form of nuggets with the addition of processed cheese, pork fat and strips, from longitudinal strips of fish, breaded and deep-fried at a temperature of 180 ° C until golden brown.

Keywords: marketing research, semi-finished fish products, fish fingers, fish cutlets, fast food, quality, organoleptic and physico-chemical indicators, nuggets, strips

For citation: *Asfondyarova I.V., Yakovlev O.A., Demchenko V.A. et al. Development of semi-finished fish products for the fast food industry. Novye tehnologii/ New technologies. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-26-34>*

Введение. Происходящие в мире процессы глобализации привели к изменению образа жизни различных групп населения. Произошел переход от традиционного рациона питания к нездоровому быстро приготавливаемому и употребляемому рациону питания, обусловленный экономическим развитием и сокращением профессиональной, домашней и транспортной активности в результате возросшей механизации промышленности [3, 4].

Рестораны быстрого питания много лет представлены на рынке России и уже давно стали частью повседневной жизни многих россиян. В ассортимент таких ресторанов входят: гамбургеры, стрипсы и наггетсы из мяса птицы, говядины, свинины, сыра и картофель фри. Рыбные же позиции представлены только фишбургерами.

Фастфуд-индустрия для повышения конкурентоспособности своей продукции прибегает к нестандартным маркетинговым стратегиям и инновационным технологиям с целью удержать постоянных клиентов, привлечь новых посетителей и улучшить качество обслуживания. В качестве инновационных технологий рестораны быстрого питания применяют: автоматизацию доставки с помощью квадрокоптеров или небольших автомобилей с функцией автопилота, а также с развитием нейросетей появляется такая опция, как анализ потребительских привычек – предложение доставки сможет само анализировать и предлагать к заказу определённый набор блюд для каждого потребителя [5]. Также интересной идеей может быть автоматизация некоторых процессов приготовления блюд, уже существуют роботы, способные делать кофе, салаты и даже

печь блины, и ещё множество различных технических инноваций: 3D-принтеры для печати пиццы и кондитерских изделий, робот-помощник для приготовления бургеров и т. д. [6]. Существуют примеры менее футуристичных инноваций в сфере общественного питания, которые могут быть внедрены в ближайшем будущем, например, технология CapKold подразумевает приготовление пищи в больших объемах с последующим быстрым охлаждением и длительным хранением в условиях низкого температурного режима [7].

Однако с позиций здорового образа жизни система фастфуда обнаружила и свои негативные стороны: высокую калорийность, преобладание углеводов и жировых составляющих в ущерб белкам, большое содержание поваренной соли и трансизомеров жирных кислот [3, 8]. Потребление фастфуда тесно связано с избыточным весом, что способствует развитию целого ряда заболеваний, в том числе и ожирения. Во всем мире ожирение считается важной проблемой общественного здравоохранения, появившейся в развитых странах. В настоящее время она распространяется в странах с низким и средним уровнем дохода в результате новых пищевых привычек, а также социальных изменений и изменений образа жизни [9, 10, 11]. Поэтому все больше людей становятся осознанными потребителями и стремятся к здоровому образу жизни.

Исходя из всего вышесказанного, кроме возможности для ресторанов быстрого питания повысить доступность полезной и вкусной еды для населения, расширение ассортимента ресторанов быстрого питания с помощью рыбных

блюдо может привлечь новых клиентов и стать привлекательным вариантом для людей, которые хотят питаться быстро, но полезно [12].

В последнее время наиболее распространено изготовление рыбных полуфабрикатов [13] в виде филе и стейков, фаршей, котлет, наггетсов, рыбных палочек, бургеров, пельменей из разных семейств рыб: лососевых, сельдевых, тресковых и других. Также в состав некоторых рыбных полуфабрикатов входят яйцепродукты, мука пшеничная или соевая, соль, пряности, растительные волокна, репчатый лук, крахмал и панировка (сухари панировочные, мука пшеничная, соль, паприка), консерванты, усилитель вкуса.

Исходя из вышесказанного, **цель исследования** – провести маркетинговые исследования по выявлению потребительских предпочтений при выборе рыбных полуфабрикатов, оценить их качество и разработать рецептуры новых рыбных полуфабрикатов.

Методы. Социологический опрос проводили с помощью гугл-формы.

Органолептический анализ проводили по пятибалльной шкале, согласно которой оценивали внешний вид, вкус и запах рыбного полуфабриката в сыре и разогретом виде, консистенцию согласно ГОСТ 31986-2012.

Из физико-химических показателей качества определяли содержание поваренной соли и жира по ГОСТ 7636-85, влаги по ГОСТ Р 54607.4-2015.

Результаты. В опросе участвовало 98 респондентов, из них 86% ответили, что посещают рестораны быстрого питания. Проведя анализ предпочтений покупателей, составили общий портрет среднего потребителя ресторанов быстрого питания – это женщина от 31 года, с доходом от 50 тыс. рублей, имеющая одного или двух детей и посещающая с ними рестораны быстрого питания.

Так как только 84% респондентов ответили, что посещают рестораны быстрого

питания, то далее опрос проводился среди них. «Вкусно и точка» является самым известным рестораном быстрого питания среди опрошенных – его знают все 100% респондентов. В тройку самых популярных также вошли «Ростик'с» и «Бургер Кинг» – 69% и 86%, соответственно.

Самые любимые рестораны среди опрошенных имеют схожие результаты, а именно «Вкусно и точка» самым любимым назвали 66% опрошенных, а «Ростик'с» и «Бургер Кинг» по 38% каждый. При посещении ресторанов быстрого питания 71% респондентов выберут бургеры или роллы, самыми популярными закусками являются наггетсы – 43% опрошенных, далее по убыванию популярности идут стрипсы, креветки, сырныи закуски и куриные крылья – 35%, 33%, 32% и 31%, соответственно. В основном потребители предпочитают бургеры из говядины – 69% опрошенных, курицу предпочитают 48% респондентов, а бургеры с морепродуктами выбрали бы 18% опрошенных.

В связи с тем, что самым популярным рестораном является «Вкусно и точка», далее опрос был направлен на совершенствование ассортимента именно этого ресторана. Данный ресторан посещали 95% респондентов, из них 59% считают, что «Вкусно и точка» стоит расширить свой ассортимент с помощью рыбной продукции. Из них, в свою очередь, 25% предпочли бы красную рыбу в качестве сырья для производства рыбных полуфабрикатов, 13% отметили, что предпочитают белую рыбу, а для 21% не имеет значения, из какой рыбы будут сделаны полуфабрикаты.

Большинство респондентов из белых пород рыб предпочитают семейство тресковых, кроме того, химический состав мяса тресковых характеризуется низким содержанием жира – около 1% и достаточно высоким содержанием белка – 18% [10].

Больше всего респонденты заинтересованы в новых закусках на основе рыбы – рыбные стрипсы хотели бы увидеть в меню 36% опрошенных, а рыбные на-

ггетсы – 33% опрошенных, однако 26% хотели бы увидеть новый бургер с рыбной котлетой, а 24% – новый ролл с рыбной котлетой. Также респонденты заявили, что будут готовы отдать не более 150 рублей за порцию новых рыбных закусок (27%) и не более 250 рублей за новый бургер или ролл с рыбной котлетой (40%). Из тех, кто хотел бы увидеть новые рыбные закуски, считают, что оптимальная порция для них – 6 штук, так ответили 62% опрошенных.

Для разработки предложений по расширению ассортимента рыбной продук-

ции в ресторанах быстрого питания «Вкусно и точка» необходимо было исследовать и рыбные полуфабрикаты, реализуемые в торговой сети, чтобы понимать, какие рыбные полуфабрикаты востребованы и какого они качества.

В качестве образцов исследования были выбраны рыбные палочки и рыбные котлеты, реализуемые в АО «Торговый дом «Перекресток»», а также котлеты, реализуемые в «Бургер Кинг» и «Вкусно и точка».

Результаты органолептической оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Данные по органолептической оценке рыбных полуфабрикатов

Table 1

Data on organoleptic evaluation of semi-finished fish products

Образцы	Показатели				Средний итоговый балл
	Внешний вид	Консистенция	Цвет и вид фарша на разрезе	Запах и вкус	
Котлета из «Вкусно и точка»	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Котлета из «Бургер Кинг»	5,00	5,00	5,00	4,60	4,90
Рыбные палочки «VICI»	5,00	4,30	4,60	2,80	4,18
Рыбные палочки «Перекрёсток»	4,50	5,00	4,60	4,30	4,60
Рыбные котлеты «Перекрёсток»	3,20	3,30	3,60	3,30	3,35
Рыбные котлеты «VICI»	5,00	4,50	5,00	4,60	4,78

По результатам органолептической оценки установили следующее. Рыбные котлеты из ресторанов быстрого питания «Вкусно и точка» и «Бургер Кинг» имели отличное качество и баллы – 5,0; 4,9, соответственно. Незначительное снижение баллов было отмечено в котлетах «Бургер Кинг» из-за выраженного вкуса специй.

Рыбные палочки сети магазинов «Перекрёсток» имели отличное качество и итоговый балл 4,60. Незначительное снижение баллов было из-за неравномерной панировки котлет. Рыбные палочки

«VICI» получили оценку 4,18, снижение баллов было связано с нехарактерным для рыбы запахом, вкусом и более рыхлой консистенцией по сравнению с образцом из «Перекрестка».

Рыбные котлеты «VICI», реализуемые в торговой сети «Перекрёсток», получили оценку 4,78 за отличное качество, балл был снижен за консистенцию, которая в отличие от рыбных палочек того же производителя, была, наоборот, слишком плотной. Рыбные котлеты «Перекрёсток» получили оценку 3,35 балла, так как они

имели крайне неприятный бледный внешний вид и очень мягкую разваливающуюся консистенцию.

Результаты исследования физико-химических показателей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты физико-химических исследований рыбных полуфабрикатов

Table 2

Results of physical and chemical studies of semi-finished fish products

Образцы	Массовая доля поваренной соли, %	Массовая доля влаги, %	Массовая доля жира, %
Котлета из «Вкусно и точка»	1,90%	66,26%	28,51%
Котлета из «Бургер Кинг»	1,19%	70,80%	23,03%
Рыбные палочки «VICI»	2,26%	62,81%	35,87%
Рыбные палочки «Перекрёсток»	1,45%	59,54%	24,06%
Рыбные котлеты «Перекрёсток»	2,44%	57,07%	30,43%
Рыбные котлеты «VICI»	2,21%	57,98%	36,02%

По результатам физико-химических показателей установили, что по содержанию поваренной соли образцы рыбных полуфабрикатов варьировались от 1,19% до 2,44%, массовая доля влаги – от 57,07 до 70,80% и массовая доля жира – от 23,03% до 36,02%.

Обсуждение. Исходя из опроса посетителей ресторанов быстрого питания, рыбные полуфабрикаты востребованы, и

потребители, в первую очередь, хотят видеть такие позиции, как рыбные наггетсы и рыбные стрипсы порцией по 6 штук и ценой до 150 рублей за порцию. В связи с этим, авторами были разработаны рецептуры рыбных полуфабрикатов на основе рыбы тресковых пород для предприятий общественного питания, так как экономически нецелесообразно использовать рыбу лососевых пород (см. табл. 3).

Таблица 3

Разработанные рецептуры рыбных полуфабрикатов

Table 3

Developed recipes for semi-finished fish products

Компоненты	Наггетсы 1	Наггетсы 2	Стрипсы
Яйцо	0,03	0,03	0,032
Рыбный фарш из тресковых пород рыб (минтай)	0,6	0,8	0,86
Лук репчатый	0,025	0,025	–
Панировка сухарная	0,08	0,08	0,10
Перец черный молотый	0,002	0,002	0,004
Свиной жир животного происхождения	0,25	–	–
Соль	0,001	0,001	0,004
Чеснок	0,012	0,012	–
Сыр плавленый	–	0,05	–
Итого, кг	1	1	1

В состав всех рыбных полуфабрикатов входит в качестве основы минтай, для улучшения вкусо-ароматических свойств – перец черный молотый и поваренная соль, для связки рыбной массы с панировкой – куриное яйцо.

Отличительной особенностью состава наггетсов 1 является добавление в рецептуру свиного жира для придания их сочности, а наггетсов 2 – плавленого сыра для хрустящей корочки снаружи и мягкости внутри изделия. Внесение лука репчатого и чеснока придаст рыбному изделию приятный вкус и аромат.

Технология изготовления рыбных наггетсов заключается в измельчении рыбы в мясорубке для получения рыбного фарша и внесении всех компонентов согласно рецептуре. Далее рыбные наггетсы обмакивают во взбитое яйцо, затем обваливают в панировке и жарят во фритюре при температуре не выше 180°C до готовности.

Для изготовления стрипсов филе минтая нарезают на продольные полоски шириной не более 2 см и длиной до 10 см, рыбу обмакивают во взбитое яйцо и обва-

ливают в панировке, а затем обжаривают во фритюре при температуре не выше 180°C до готовности.

Выводы. Исходя из результатов маркетингового исследования, образцы рыбных полуфабрикатов в ресторанах быстрого питания показали крайне высокий уровень качества, единственное, за что были снижены баллы – это излишнее использование специй в образце из «Бургер кинга», которые «перебивали» вкус самой рыбы.

Качество рыбных полуфабрикатов, представленных в торговой сети, – рыбных котлет и рыбных палочек – в среднем хорошее. Однако одна из самых частых претензий потребителей – это консистенция изделий. Она либо слишком рыхлая, либо, наоборот, слишком плотная.

Наиболее востребованы у посетителей ресторанов быстрого питания наггетсы и стрипсы из мяса птицы, в связи с этим для расширения ассортимента продукции фаст-индустрии нами были предложены рецептуры рыбных наггетсов с внесением свиного жира, плавленого сыра и стрипсов, обваленных в сухарной панировке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Mohammad Alsabieh, Mohammad Alqahtani, Abdulaziz Altamimi, Abdullah Albasha, Alwaleed Alsulaiman a, Abdullah Alkhamshi, Syed Shahid Habib, Shahid Bashir Fast food consumption and its associations with heart rate, blood pressure, cognitive function and quality of life. Pilot study. 2019; 5: 1-6.
2. Павловская Н.А., Асфондьярова И.В., Каткова Н.М. Качество фастфуда, реализуемого в сети общественного питания Санкт-Петербурга XXI века: итоги прошлого и проблемы настоящего. Вестник Пензенского государственного технологического университета. 2019; 8(4): 160-165.
3. Джулай Г.С., Джулай Т.Е., Карпова А.Д. и др. Фастфуд в питании студенческой молодежи города Твери: представленность, предпочтения, риски. Верхнеложский журнал. 2017; 16(2): 22-25.
4. Noora Kanerva, Lucy Joy Wachira, Noora Uusi-Rant et al. Wealth and Sedentary Time Are Associated with Dietary Patterns among Preadolescents in Nairobi City, Kenya. Society for Nutrition Education and Behavior. 2023; 55(5): 322-330.
5. Еда будущего. Как технологии изменят привычный обед в ресторане [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/rshb/articles/564652/> (дата обращения: 01.11.2023).
6. Новые технологии и фастфуд [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii-photogallery/342123-novye-tehnologii-i-fastfud-6-samyh-interesnyh-razrabotok-v-oblasti?image=205771> (дата обращения: 01.11.2023).
7. Как эффективно внедрить инновации в ресторане [Электронный ресурс]. URL: <https://restoplace.cc/blog/innovacii-v-restorane> (дата обращения: 03.11.2023).

8. Агапитова В.С., Лепухова Е.А., Козлов У.С. Фастфуд в жизни современного человека. Вестник науки. 2022; 1(6): 333-339.
9. Zasimova L. The association between fast-food consumption and job-related factors among Russian adults. *Economics & Human Biology*. 2022; 46: 101147.
10. Чем конкретно вреден фастфуд для здоровья детей и взрослых – документальные сведения. URL: <https://specialfood.ru/sf-sovety/chem-konkretno-vreden-fastfud-dlya-zdorovya-detej-i-vzroslyx-dokumentalnye-svedeniya/> (дата обращения: 17.04.2019).
11. Hanlin Zhouab, Gyoorie Kimab, Jue Wangab et al. Investigating the association between the socioeconomic environment of the service area and fast food visitation: A context-based crystal growth approach. *Health Place*. 2022; 76: 102855.
12. Минакова Н. Рыба для здоровья. Наука и инновации. 2020: 34-35.
13. Кучерявенко М.А., Асфондырова И.В. Демченко В.А. Рыбные формованные изделия повышенной пищевой ценности XXI века: итоги прошлого и проблемы настоящего. Вестник Пензенского государственного технологического университета. 2018; 7(4): 238-244.

REFERENCES:

1. Mohammad Alsabieh, Mohammad Alqahtani, Abdulaziz Altamimi, Abdullah Albasha, Alwaleed Alsulaiman a, Abdullah Alkhamshi, Syed Shahid Habib, Shahid Bashir Fast food consumption and its associations with heart rate, blood pressure, cognitive function and quality of life. Pilot study. 2019; 5:1-6.
2. Pavlovskaya N.A., Asfondyayrova I.V., Katkova N.M. The quality of fast food sold in the public catering chain of St. Petersburg XXI century: results of the past and problems of the present. *Bulletin of Penza State Technological University*. 2019; 8(4): 160-165. [in Russian]
3. Dzhulay G.S., Dzhulay T.E., Karpova A.D. et al. Fast food in the diet of students in the city of Tver: representation, preferences, risks. *Verkhnelozhsky magazine*. 2017; 16(2): 22-25. [in Russian]
4. Noora Kanerva, Lucy Joy Wachira, Noora Uusi-Rant et al. Wealth and Sedentary Time Are Associated with Dietary Patterns among Predolescents in Nairobi City, Kenya. *Society for Nutrition Education and Behavior*. 2023; 55(5): 322-330.
5. Food of the future. How technology will change the usual dinner in a restaurant [Electronic resource]. URL: <https://habr.com/ru/companies/rshb/articles/564652/> (access date: 01.11.2023).
6. New technologies and fast food [Electronic resource]. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii-photogallery/342123-novye-tehnologii-i-fastfud-6-samyh-interesnyh-razrobotok-v-oblasti?image=205771> (access date: 11.01.2023).
7. How to effectively implement innovations in a restaurant [Electronic resource]. URL: <https://restoplace.cc/blog/innovacii-v-restorane> (access date: 11/03/2023).
8. Agapitova V.S., Lepukhova E.A., Kozlov U.S. Fast food in the life of a modern person. *Bulletin of Science*. 2022; 1(6): 333-339. [in Russian]
9. Zasimova L. The association between fast-food consumption and job-related factors among Russian adults. *Economics & Human Biology*. 2022; 46: 101147.
10. How exactly fast food is harmful to the health of children and adults – documentary information. URL: <https://specialfood.ru/sf-sovety/chem-konkretno-vreden-fastfud-dlya-zdorovya-detej-i-vzroslyx-dokumentalnye-svedeniya/> (access date: 17.04.2019).
11. Hanlin Zhouab, Gyoorie Kimab, Jue Wangab et al. Investigating the association between the socioeconomic environment of the service area and fast food visitation: A context-based crystal growth approach. *Health Place*. 2022; 76:102855.
12. Minakova N. Fish for health. *Science and innovation*. 2020: 34-35. [in Russian]
13. Kucheryavenko M.A., Asfondyayrova I.V. Demchenko V.A. Molded fish products with increased nutritional value XXI century: results of the past and problems of the present. *Bulletin of Penza State Technological University*. 2018; 7(4): 238-244. [in Russian]

Информация об авторах/ Information about the authors

Ирина Владимировна Асфондырова, кандидат технических наук, доцент Высшей школы сервиса и торговли, Института промышленного менеджмента, экономики и торговли (ИПМЭиТ), Политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
ririna25@mail.ru

Олег Антонович Яковлев, магистрант Высшей школы сервиса и торговли, Института промышленного менеджмента, экономики и торговли (ИПМЭиТ), Политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
oleg20012209@mail.ru

Вера Артемовна Демченко, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации)
dem8484@gmail.com

Наталья Антоновна Павловская, магистрант Высшей школы сервиса и торговли, Института промышленного менеджмента, экономики и торговли (ИПМЭиТ), Политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
natasha.pavlovskaya.98@mail.ru

Irina V. Asfondyarova, PhD (Eng.), Associate Professor, Higher School of Service and Trade, Institute of Industrial Management, Economics and Trade (IPMET), Peter the Great Polytechnic University (SPbPU)
ririna25@mail.ru

Oleg A. Yakovlev, Master student, Higher School of Service and Trade, Institute of Industrial Management, Economics and Trade (IPMET), Peter the Great Polytechnic University (SPbPU)
oleg20012209@mail.ru

Vera A. Demchenko, PhD (Eng.), Senior Researcher, Research Institute (Military System Research of Logistics Support of the Armed Forces of the Russian Federation)
dem8484@gmail.com

Natalya A. Pavlovskaya, Master student, Higher School of Service and Trade, Institute of Industrial Management, Economics and Trade (IPMET), Peter the Great Polytechnic University (SPbPU)
natasha.pavlovskaya.98@mail.ru

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 04.12.2023; поступила после рецензирования 17.01.2024; принята к публикации 18. 01.2024

Received 04.12.2023; Revised 17.01.2024; Accepted 18. 01.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-35-41>

УДК 664.66:635.64.078:577.16

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Хроматографическое определение содержания витаминов в батончике с добавлением сушеных томатов

Валентина А. Буховец*, Никита А. Семилет, Юлия Д. Новикова

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»; пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, 410012, Россия, г. Саратов

Аннотация. В современных условиях жизни существует проблема несбалансированного питания. Употребление овощей и фруктов в основном носит сезонный характер, и они употребляются не всеми в ежедневном рационе питания в должном количестве для удовлетворения суточной потребности в пищевых веществах. Все большей популярностью среди населения нашей страны пользуются продукты для перекуса, в их числе и различные батончики. Зачастую с такими продуктами поступает недостаточное количество витаминов и других микронутриентов, столь необходимых для обеспечения здоровья органов и организма человека в целом. Как следствие недостаточности этих пищевых веществ, развиваются различные заболевания, ухудшается состояние кожи, волос, ногтей и даже настроение.

Цель работы состояла в определении количества витаминов в батончике, произведенном на основе семян подсолнечника с добавлением растительного сырья – измельченных высушенных плодов томата.

Объектами исследования стали: батончик с добавлением сахарной крошки, содержащий 15% высушенных томатов к массе готового изделия, и контрольный образец – козинак.

Испытания проводились на хроматографе Dionex Ultimate 3000 с использованием обратно-фазовой хроматографии на колонке Luna C18. Данный прибор используют при проведении измерений содержания широкого спектра компонентов в пробах веществ и материалов, растворах, продуктах питания и других объектах анализа.

Было установлено, что с внесением в рецептуру растительной добавки и сахарной крошки количественный состав витамина А и Е в готовом изделии увеличился, по сравнению с контрольным образцом.

Результаты данного исследования могут быть использованы при разработке новых рецептов продуктов питания.

Ключевые слова: батончик, овощная добавка, томаты, растительное сырье, биологическая ценность, витамины, хроматограф, хроматограмма

Для цитирования: Буховец В.А., Семилет Н.А., Новикова Ю.Д. Хроматографическое определение содержания витаминов в батончике с добавлением сушеных томатов. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-35-41>

Chromatographic determination of vitamin content in a bar with dried tomatoes

Valentina A. Bukhovets*, Nikita A. Semilet, Yulia D. Novikova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova»;
Petr Stolypin prospect, building 4, suite 3, 410012, Russia, Saratov

Abstract. There exists a problem of unbalanced nutrition in the modern world. Consumption of vegetables and fruits is mainly seasonal and they are not consumed by everyone in the daily diet in sufficient quantities to meet the daily requirement for nutrients. Snack products, including various bars, are becoming increasingly popular among the population of our country. Often there is an insufficient amount of vitamins and other micronutrients with such products that are so necessary to ensure the health of the human body. Insufficiency of these nutrients causes various diseases, the condition of the skin, hair, nails, and even mood worsens.

The goal of the research was to determine the amount of vitamins in a bar made from sunflower seeds with the addition of plant materials – crushed dried tomato fruits.

The objects of the study were a candy bar with the addition of rusk crumbs, containing 15% of dried tomatoes by weight of the finished product and a control sample – kozinak.

Tests were carried out on a Dionex Ultimate 3000 chromatograph using reverse phase chromatography on a Luna C18 column. This device is used to measure the content of a wide range of components in samples of substances and materials, solutions, food products and other objects of analysis.

It has been found that with the addition of a herbal additive and cracker crumbs to the recipe, the quantitative composition of vitamins A and E in the finished product increased compared to the control sample.

The results of the research can be used in the development of new food recipes.

Keywords: bar, vegetable supplement, tomatoes, plant raw materials, biological value, vitamins, chromatograph, chromatogram

For citation: Bukhovets V.A., Semilet N.A., Novikova Yu.D. Chromatographic determination of vitamin content in a bar with dried tomatoes. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-35-41>

Введение. Пищевая промышленность является одной из важнейших составляющих экономики любого государства. Одной из ведущих отраслей отечественной пищевой промышленности является кондитерская отрасль, обеспечивающая население широким ассортиментом кондитерской продукции, необходимой для питания [1].

Актуальность развития кондитерской отрасли в России связана с тем, что она играет ведущую роль в решении вопроса обеспечения населения продуктами питания в ассортименте и объемах, достаточных для формирования правильного и сбалансированного рациона.

Кондитерские изделия пользуются особой потребительской популярностью среди населения. Они присутствуют практически во всех рационах питания россиян. Их популярность обоснована энергетической ценностью, способной придавать энергию в течение дня, достаточно широким ассортиментом, который удовлетворяет все потребительские запросы, и привлекательной стоимостью. Такие изделия не всегда обладают высокой биологической ценностью, однако достичь оптимального уровня возможно путем их витаминизирования – внесения витаминных комплексов или, к примеру, внесения нетрадиционного растительного сырья. На протяжении

многих лет ведутся исследования и разработки в области повышения питательной ценности продуктов питания. В основе их подхода лежит использование овощей в качестве основного источника витаминов и минералов.

На современном этапе производства хлеба и хлебобулочных изделий существует проблема возникновения брака. Одним из возможных вариантов переработки хлеба является его высушивание и измельчение в сухарную крошку. Также во время процесса нарезки хлебобулочных изделий образуется немалое количество крошки. Ее можно использовать в качестве дополнительного сырья при разработке новых рецептур изделий, в том числе и кондитерских.

Недостаток пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ можно компенсировать за счет включения в рацион овощей и фруктов – растительного сырья. В связи с этим ученые трудятся над разработками кондитерских изделий, включающих продукты его переработки. В качестве растительного сырья могут выступать продукты переработки овощей – высушенные плоды томатов.

Среди физиологически активных веществ витамины занимают особое место. Водорастворимые и жирорастворимые витамины – незаменимые вещества органической природы, являющиеся биологическими катализаторами химических реакций, протекающих в организме человека; они активно участвуют в процессе обмена веществ и поступают в организм человека практически полностью из внешней среды [3].

Естественным образом витамины поступают в организм из пищевых продуктов. Организм нуждается в постоянном ежедневном их поступлении и поддержании на необходимом уровне. Однако сегодня получить необходимое количество витаминов с пищей бывает крайне затруднительно [2].

Потребляя достаточное количество витамина А, организм насыщается его предшественниками – каротинами. Молодость можно продлить, употребляя

пищевые продукты, богатые витамином А. Одна из его форм – ретинол, помогает справиться с заболеваниями кожи лица. Очень важной функцией этого витамина является улучшение регенерации кожного покрова. Также сложные эфиры витамина А играют ключевую роль в метаболизме и вызывают изменения в ДНК и клеточных структурах. Дефицит его может вызвать серьезные заболевания различного характера. При правильном употреблении пищевых продуктов, содержащих данный витамин, можно этого избежать [4].

Витамин Е улучшает потребление кислорода тканями, регулирует коагулирующие свойства крови. Создает мономолекулярную пленку на внутренней оболочке артерий, стимулирует рост новых капилляров. В результате научных исследований было установлено, что витамин Е обладает мощными свойствами защиты человеческого мозга и даже может помочь в профилактике развития болезни Альцгеймера [5].

Цель данного исследования – определить количество витаминов А и Е в разработанном батончике с помощью хроматографа.

Объекты и методы исследования.

Материалы. Для исследований были взяты высушенные томаты сорта «Крупная сливка» (ГОСТ 34298-2017); сухарная крошка, полученная из хлеба пшеничного (ГОСТ Р 58233-2018).

Объекты. Анализировали готовые батончики: с добавлением измельченных высушенных плодов томатов – 15% и сухарной крошки – 10%, и контрольный образец – батончик, произведенный без использования добавок.

Методы. Определение содержания витамина А в испытуемом растворе пробы проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием спектрофотометрического детектора в видимом диапазоне (ГОСТ EN 12822-2014) [7].

Для определения количества витамина Е в исследуемых образцах измеряли

α -токоферол, содержащийся в растворе пробы, методом ВЭЖХ с фотометрическим детектированием (ГОСТ EN 12822-2020) [6].

Результаты исследований. Жидкостная хроматография (ЖХ) – это метод разделения и анализа сложных смесей веществ, в котором подвижной фазой выступает жидкость. Подвижная фаза в жидкостной хроматографии выполняет двойную функцию:

1) обеспечивает перенос десорбированных молекул по колонке;

2) регулирует константы равновесия, а, следовательно, и удерживание в результате взаимодействия с неподвижной фазой (сорбируясь на поверхности) и с молекулами разделяемых веществ [8].

Анализ состава витаминов проводили методом обращенно-фазовой ВЭЖХ на хроматографе Dionex Ultimate 3000 с использованием колонки Luna C18. Из всех вариантов ВЭЖХ именно обращенно-фазовый метод применяется в настоящее время наиболее широко. Его привлекательность определяется методической простотой и универсальностью, во многих случаях – простотой механизма сорбции и предсказуемостью поведения веществ на основании их строения.

В качестве подвижной фазы обычно

используют смеси растворителей, поскольку это позволяет улучшить селективность и эффективность разделения компонентов и уменьшить время, необходимое для проведения исследования. Полученные экстракты хроматографировали в условиях изократического элюирования с использованием 2 растворителей: растворитель А – метанол, растворитель В – ацетонитрил, в соотношении 80:20.

Скорость потока составляла 1 мл/мин. Объем вводимого образца составил 20 мкл. Управление хроматографом и анализ данных выполнялся программой Chromeleon. Детектирование осуществлялось при следующих длинах волн: А, Е – 265 нм.

Элюентная хроматограмма, являющаяся зависимостью сигнала прибора (ось ординат) от времени удерживания подвижной фазы (ось абсцисс), представляет собой совокупность пиков разделяемых компонентов раствора. Фотометрические детекторы имеют весьма высокую чувствительность, благодаря чему и полученные результаты могут быть более точными, чем при использовании детекторов других видов.

Хроматограммы исследуемых витаминов представлены на рисунках 1 (для витамина А), 2 (для витамина Е).

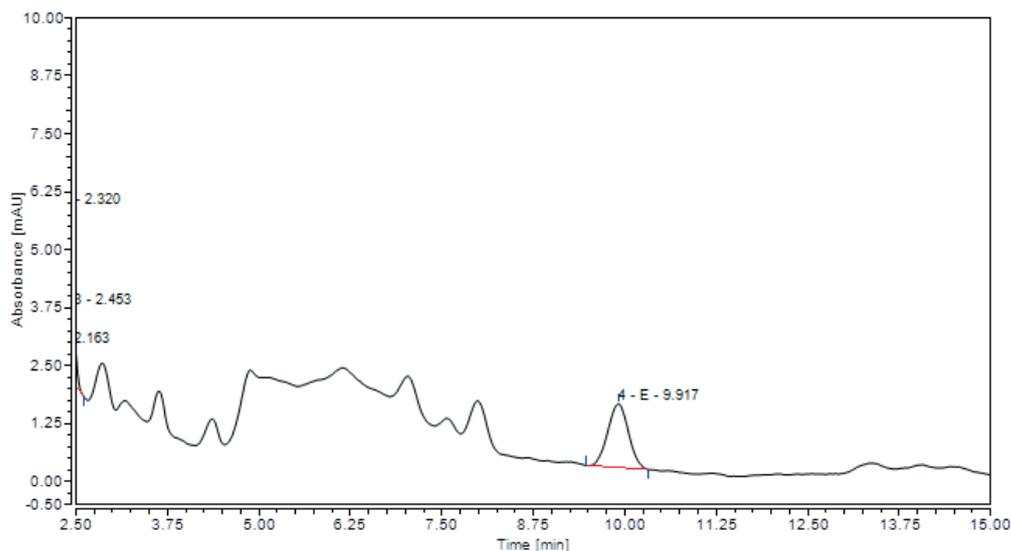


Рис. 1. Хроматограмма витамина А

Fig. 1. Vitamin A chromatogram

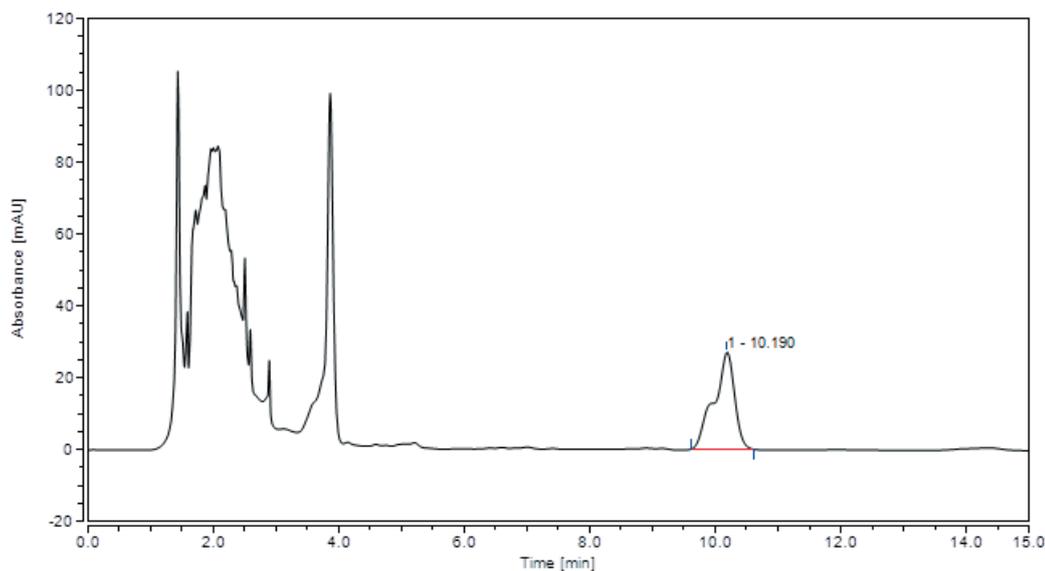


Рис. 2. Хроматограмма витамина E

Fig. 2. Vitamin E chromatogram

Полученные хроматограммы анализируемых растворов позволяют определить качественный и количественный состав продуктов. Качественной характеристикой исследуемых веществ являются их времена удерживания, расположенные на

оси абсцисс полученных хроматограмм.

Количественный расчет содержания витаминов проводили по соотношению площадей пиков стандарта и опытного образца. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание витаминов А и Е в исследуемых образцах батончиков

Table 1

Content of vitamins A and E in the studied samples of bars

Наименование витамина	Контроль	Батончик с добавлением высушенных томатов, сахарной крошки
А (ретинол), мкг	Менее 20	23,5
Е (ацетат α-токоферол), мкг	26 581,6	26 768,9

Вывод. Определено содержание витаминов А и Е в образцах батончиков и установлено, что добавление 15% сушеных томатов и 10% сахарной крошки в рецептуру изделия оказывает положительное влияние на количественное

содержание витаминов в сравнении с контрольным образцом: содержание витамина Е увеличилось на 1%, а содержание витамина А увеличилось на 4%, что позволит их отнести к группе обогащенных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Титов А.К. Состояние и перспективы развития кондитерской промышленности Российской Федерации на современном этапе. Вестник Академии знаний. 2021; 6(47).
2. Коденцова В.М., Погожева А.В., Громова О.А. и др. Витаминно-минеральные комплексы в питании взрослого населения. Вопросы питания. 2015; 6.
3. Шелемetyeva О.В. Определение витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в премиксах, биологически активных добавках и пищевых продуктах: дис. ... канд. хим. наук. М.; 2009.
4. Сидорцова Н.А. Влияние витамина А на организм человека. Актуальные проблемы современной медицины и фармации. 2015: материалы LХІХ научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием. Минск; 2015: 968.
5. Кролевец А.А., Мячикова Н.И., Биньковская О.В. и др. Наноструктурированный витамин Е: его свойства и применение в функциональных продуктах питания. Товаровед продовольственных товаров. 2021; 5: 372-381.
6. ГОСТ EN 12822-2020. Продукция пищевая. Определение содержания витамина Е методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Измерение альфа-, бетта-, гамма- и дельта-токоферолов. М.: РСТ; 2022.
7. ГОСТ EN 12823-2-2014. Продукты пищевые. Определение содержания витамина А методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М.: Стандартинформ; 2014.
8. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа: методическое пособие для специального курса. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова; 2010.

REFERENCES:

1. Titov A.K. The state and prospects for the development of the confectionery industry of the Russian Federation at the present stage. Bulletin of the Academy of Knowledge. 2021; 6(47). [in Russian]
2. Kodentsova V.M., Pogozeva A.V., Gromova O.A. et al. Vitamin-mineral complexes in the nutrition of the adult population. Nutrition issues. 2015; 6. [in Russian]
3. Shelemetyeva O.V. Determination of vitamins by high-performance liquid chromatography in premixes, dietary supplements and food products: dis. ...PhD (Chem.). M.; 2009. [in Russian]
4. Sidortsova N.A. The influence of vitamin A on the human body. Current problems of modern medicine and pharmacy 2015: materials of the LХІХ scientific and practical conference of students and young scientists with international participation. Minsk; 2015: 968. [in Russian]
5. Krolevets A.A., Myachikova N.I., Binkovskaya O.V. et al. Nanostructured vitamin E: its properties and application in functional foods. Commodity specialist of food products. 2021; 5: 372-381. [in Russian]
6. GOST EN 12822-2020. Food products. Determination of vitamin E content by high-performance liquid chromatography. Measurement of alpha, beta, gamma and delta tocopherols. M.: RST; 2022. [in Russian]
7. GOST EN 12823-2-2014. Food products. Determination of vitamin A content by high-performance liquid chromatography. M.: Standardinform; 2014. [in Russian]
8. Shapovalova E.N., Pirogov A.V. Chromatographic methods of analysis: a manual for a special course. M.: Moscow State University named after. M.V. Lomonosov; 2010. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Валентина Алексеевна Буховец, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»
vbuhovets@yandex.ru
тел.: +7 (927) 624 54 80

Valentina A. Bukhovets, PhD (Eng.), Associate Professor, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»
vbuhovets@yandex.ru
tel.: +7 (927) 624 54 80

Никита Александрович Семилет, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»
semiletna@yandex.ru
тел.: +7 (909) 339 06 08

Nikita A. Semilet, PhD (Eng.), Associate Professor, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after. N.I. Vavilov»
semiletna@yandex.ru
tel.: +7 (909) 339 06 08

Юлия Дмитриевна Новикова, магистрант, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»
novikoyulia@yandex.ru
тел.: +7 (962) 623 02 07

Yulia D. Novikova, Master student, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering. N.I. Vavilov»
novikoyulia@yandex.ru
tel.: +7 (962) 623 02 07

Поступила в редакцию 13.12.2023; поступила после рецензирования 14.02.2024; принята к публикации 15.02.2024

Received 13.12.2023; Revised 14.02.2024; Accepted 15.02.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-42-49>

УДК 664.8.031/037

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка продуктов с пролонгированным сроком хранения

Анна Т. Васюкова*, Ирина У. Кусова, Милана М. Дышекова,
Александр В. Мошкин, Екатерина В. Глухова

ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»;
Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация

Аннотация. Целью работы является оценка вкусовых и реологических композиций, сформированных в процессе структурирования гелеобразных растворов различной концентрации на отдельные процессы технологической схемы изготовления полуфабрикатов и комплексного взаимодействия в структуре готового продукта с учетом использования гелеобразователей и БАД. В работе приводятся некоторые особенности течения физико-химических реакций, позволяющих описать динамику взаимодействия нутриентов в сформированных бинарных композициях углеводно-жировых структур растительных систем в технологическом процессе.

Методы. Для проведения испытаний применяли потенциометрический метод и с помощью прибора Эксперт-001-3рН определялась рН каждого образца. Определения сахаров производили по ГОСТ 8756.13-87 перманганатным методом; сухих веществ по ГОСТ 31640-2012; органолептическая оценка по ГОСТ ИСО 6658–2015. Объекты: образцы полуфабрикатов, содержащие 25–30% плодовых и цитрусовых соков, 0,1–0,5% сублимированных пряно-ароматических растений, 0,3–0,5% ягодных или овощных порошков, 0,3–0,6% специй.

Результаты. Установлено, что использование целлюлозы и глицерина в рецептуре углеводно-жировых бинарных композиций на основе плодовых, цитрусовых соков, ягодных или овощных порошков и пряно-ароматического сырья способствует формированию эластичной нежной структуры пленки и комплекса вкусо-ароматических веществ в зависимости от вида используемого сырья и ВАД. С увеличением концентрации целлюлозы пленки уплотняются, и в совокупности с основным сырьем (соком, порошками, специями) увеличивается количество сухих веществ, экстрактивность, пленки становятся непрозрачными и менее эластичными. Установлено, что во всех образцах с увеличением пряно-ароматического сырья возрастает количество включений и пленки приобретают мозаичный внешний вид. Для наглядности экспериментов представлены графики зависимости вида основного сырья и ВАД от концентрации рецептурного состава и формирования вкусо-ароматической гаммы.

Заключение. Полученные экспериментальные данные и зависимости будут полезны при рассмотрении более сложных процессов массопереноса, инверсии сахарозы, разрушении белково-каротиноидных комплексов. Восприятие вкусовой гаммы и плотности пищевых пленок является сложным: баланс между сладостью, экстрактивностью и пороговыми значениями сенсорных характеристик являются основными критериями органолептического качества раз-

рабатываемых пленок. Оно усиливается при концентрации ВАД и вида используемых соков или порошков. Проявляется более насыщенный и выраженный вкус.

Ключевые слова: структурообразование, углеводно-жировые компоненты, растительное сырье, пищевые пленки

Для цитирования: Васюкова А.Т., Кусова И.У., Дышекова М.М. и др. Разработка продуктов с пролонгированным сроком хранения. *Новые технологии / New Technologies* 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-42-49>

Development of products with extended shelf life

Anna T. Vasyukova*, Irina U. Kusova, Milana M. Dysheкова,
Alexander V. Moshkin, Ekaterina V. Glukhova

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Russian Biotechnological University»;
11 Volokolamskoe shosse, Moscow, 125080, the Russian Federation*

Abstract. The goal of the research is to evaluate the flavor and rheological compositions formed in the process of structuring gel-like solutions of various concentrations into individual processes of the technological scheme for the production of semi-finished products and complex interaction in the structure of the finished product, taking into account the use of gelling agents and dietary supplements. The article presents some features of the flow of physicochemical reactions that make it possible to describe the dynamics of the interaction of nutrients in the formed binary compositions of carbohydrate-fat structures of plant systems in the technological process.

Methods. To carry out the tests, the potentiometric method was used and the pH of each sample was determined using the Expert-001-3pH device. Determinations of sugars were carried out according to GOST 8756.13-87 using the permanganate method; dry substances according to GOST 31640-2012; organoleptic assessment according to GOST ISO 6658–2015. Samples of semi-finished products containing 25–30% fruit and citrus juices, 0.1–0.5% freeze-dried aromatic plants, 0.3–0.5% berry or vegetable powders, 0.3–0.6% spices were the objects of the research.

The results. It has been established that the use of cellulose and glycerin in the formulation of carbohydrate-fat binary compositions based on fruit, citrus juices, berry or vegetable powders and spicy-aromatic raw materials contributes to the formation of an elastic, delicate film structure and a complex of flavoring and aromatic substances, depending on the type of raw materials and VAD used. With an increase in the concentration of cellulose, the films become denser, and in combination with the main raw materials (juice, powders, spices), the amount of dry substances and extract content increase, the films become opaque and less elastic. It has been found that in all samples, with an increase in spicy-aromatic raw materials, the number of inclusions increases and the films acquire a mosaic appearance. For clarity of experiments, graphs of the dependence of the type of main raw material and VAD on the concentration of the recipe composition and the formation of the flavor and aromatic range have been presented.

Conclusion. The experimental data and dependencies obtained will be useful when considering more complex processes of mass transfer, sucrose inversion, and destruction of protein-carotenoid complexes. The perception of flavor and density of edible films is complex: the balance between sweetness, extractivity and threshold values of sensory characteristics are the main criteria for the organoleptic quality of the films being developed. It increases with the concentration of VAD and the type of juices or powders used. A richer and more pronounced taste appears.

Keywords: structure formation, carbohydrate-fat components, vegetable raw materials, food films

For citation: Vasyukova A.T., Kusova I.U., Dyshekova M.M. et al. Development of products with extended shelf life. *Novye tehnologii/ New Technologies* 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-42-49>

Введение. В настоящее время, в период высокой конкуренции среди предпринимателей при производстве и реализации продуктов питания, от изготовителя требуется грамотный подход при оформлении нормативной документации. В частности, важны юридически правильные подходы к установлению срока годности производимой продукции.

Пищевые продукты не могут находиться в обращении, если не имеют установленных сроков годности [1] (Федеральный закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов»).

Неизменность всех качественных характеристик товара во многом зависит не только от верного установления срока, в течение которого товар считается пригодным к использованию по назначению, но и от условий хранения. Только совокупность этих двух показателей является гарантией соответствия товара установленным требованиям.

В настоящее время современные технологические процессы, возможность использования пищевых добавок, позволяющих сохранить потребительские качества продукции при сохранении показателей её безопасности, использование современных методов упаковки и новых упаковочных материалов, условий хранения пищевых продуктов позволяют пролонгировать установленные сроки годности пищевой продукции.

Срок годности продукта возможно увеличить, если сменить упаковочный материал или применить консерванты, защитные газы, антиокислители, синергисты антиокислителей, уплотнители (отвердители), влагоудерживающие агенты, антислеживающие агенты, пленкообразователи (покрытия), глазирователи (глянцеватели), стабилизаторы.

В большинстве предприятий, связанных с производством пищевой продукции, проводится работа по совершенствованию технологических процессов с целью пролонгирования сроков годности пищевых изделий при сохранении их показателей безопасности и потребительских свойств [2].

«Основная задача исследования – замедление выхода консерванта в продукт. Испытание покрытий производилось путем нанесения тестовой культуры плесени на продукт с покрытием и без него. В качестве модельного продукта был выбран сыр – он традиционно используется в подобных исследованиях, с ним удобно работать. Испытания подтвердили высокие защитные свойства разработанного покрытия: при комнатной температуре и постоянной влажности после введения противомикробных препаратов в пленку продукт не плесневел вплоть до его высыхания, в отличие от образца без покрытия [3].

Учеными из Кемерово рассмотрены вопросы по увеличению сроков годности пищевых продуктов на базе принципов холодильной технологии и вакуумного концентрирования молочного сырья [4].

Любопытно отметить, что содержание витамина Е в нерафинированном пальмовом масле выше, чем в остальных растительных маслах [5]. Работа, выполненная Ю.В. Земцовым и соавт., подтверждает, что устойчивость липофильной фракции побочных продуктов солодового производства обусловлена присутствием токоферолов и токотриенолов с антиоксидантной активностью. Присутствие солодовых ростков и солодовых отрубей обеспечило увеличение срока годности пищевых продуктов, ими обогащенных [6].

Созданием новых пищевых систем с инновационными сенсорными характери-

стиками занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Так, в исследованиях Бессонова С.М. [7] установлена степень расщепления протопектина при варке некоторых овощей до кулинарной готовности. Но продукты варятся до определенной консистенции и условием тепловой обработки является достижение готовности при максимальном сохранении пищевой ценности. Однако, например, в моркови в процессе варки содержание протопектина понизилось на 24,1%. Конечно, при тепловой обработке корнеплодов водорастворимые связи плавятся, эфирные и альдегидные подвергаются гидролизу [8].

Глубоким изменениям подвергается белково-углеводный комплекс (Барахалева Л.П., 1983) [9]. В процессе гидро- и температурного воздействия вместе с выделяющейся влагой в отвар переходят сахара, минеральные соли, азотистые вещества, продукты декструкции ткани вместе с растворимыми компонентами полисахаридного комплекса.

Для сохранения пищевой ценности и органолептических свойств продукта необходимо провести мероприятия, обеспечивающие данные требования, или закрыть продукт соответствующей пленкой, которая предотвращает испарение влаги из кулинарного изделия и была бы съедобна.

Целью работы является оценка вкусовых и реологических композиций, сформированных в процессе структурирования гелеобразных растворов различной концентрации на отдельные процессы технологической схемы изготовления полуфабрикатов и комплексного взаимодействия в структуре готового продукта с учетом использования гелеобразователей и БАД.

Объекты и методы исследования. Материалы. Для описания процессов формирования вкусовых параметров используются выражения физических и химических моделей. В качестве подтверждения получаемых данных поставлена экспериментальная часть.

В данной работе рассматривается комплексная пищевая система, способствующая поэтапно установить факторы, позволяющие создать ассортимент пищевых пленок, обеспечивающих сохранение органолептических показателей готовой продукции и при доведении до кулинарной готовности способных расплавиться и покрыть при этом кулинарное изделие, добавив ему пикантность, устойчивую или оригинальную вкусо-ароматическую композицию. Объектами исследования стали: образцы полуфабрикатов, содержащие 25–30% плодовых и цитрусовых соков, 0,1–0,5% сублимированных пряно-ароматических растений, 0,3–0,5% ягодных или овощных порошков, 0,3–0,6% специй.

Для проведения испытаний применяли потенциометрический метод и с помощью прибора Эксперт-001-ЗрН определялась рН каждого образца. Определения сахаров производили по ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей» перманганатным методом; сухих веществ по ГОСТ 31640-2012. Органолептическая оценка осуществлялась в соответствии с ГОСТ ИСО 6658-2015 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство» и ГОСТ Р 53161-2008 «Органолептический анализ. Методология. Метод парного сравнения». Экспериментальная часть работы включает приготовление жидкого гелеобразного продукта с заданными вкусо-ароматическими показателями и получения пищевой пленки.

Результаты исследований. Для исследования готовили образцы полуфабрикатов, содержащие 25–30% плодовых и цитрусовых соков, 0,1–0,5% сублимированных пряно-ароматических растений, 0,3–0,5% ягодных или овощных порошков, 0,3–0,6% специй. При этом съедобные пленки готовили из фруктово-овощного сырья, преимущественно из лимонного, апельсинового, тыквенного и сливового сырья.

Особенность технологического процесса характеризуется тем, что у про-

дуктов удаляются несъедобные части и используется в дальнейшем мякоть плодов цитрусовых, содержащих большое количество пектиновых веществ. Мякоть подвергается тепловой обработке и измельчению до пюреобразного состояния, а затем отделяется плотная часть от жидкой. К полученной жидкой составляющей добавляется глицерин и микроцеллюлоза, которые играют роль загустителя и стабилизатора, а также биологически активные

добавки, и стерилизуется. В рецептуру вводятся мелко измельченные сублимированные пряно-ароматических растения (чабрец, базилик, имбирь), которые повышают пищевую ценность и вкусовые качества пленок. Полученная масса равномерно распределяется по всему объему формы тонким слоем и подвергается сушке при 20–25°C в течение 6–8 часов. Образцы пленок показаны на рис. 1–3.

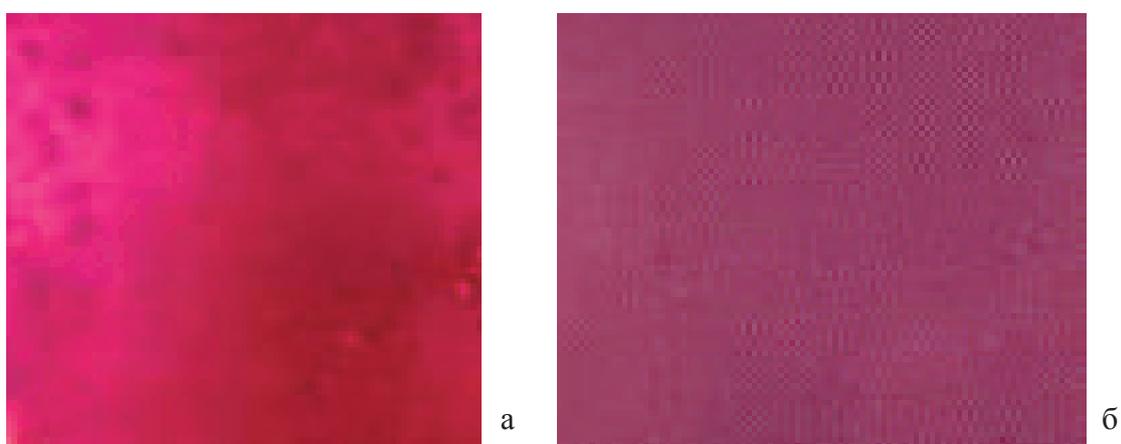


Рис. 1. Пищевые пленки, полученные из свекольного порошка (0,5%):
а – с добавками порошка аджики (0,6%); б – без БАД

Fig. 1. Edible films made from beet powder (0.5%):
a – with the addition of adjika powder (0.6%); b – without dietary supplements

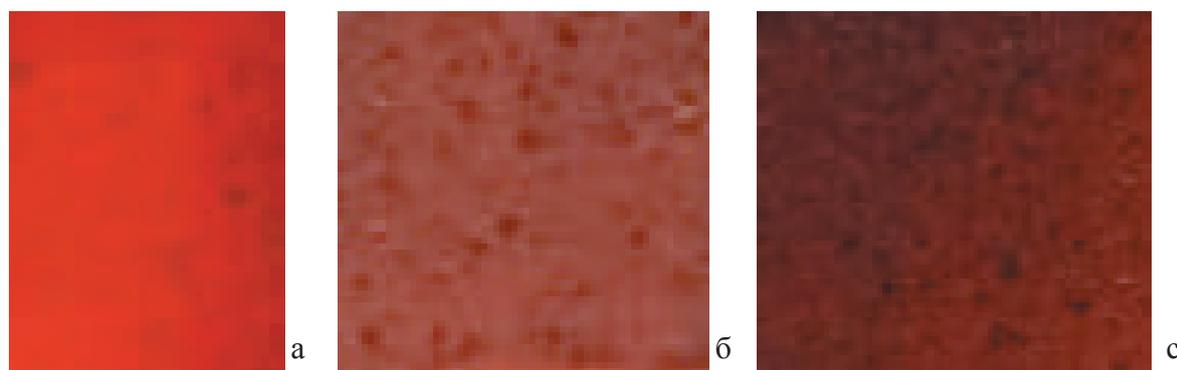


Рис. 2. Пищевые пленки, полученные из клюквенного порошка (0,5%):
а – с добавками порошка имбиря (0,3%); б – 0,4%; с – 0,5%

Fig. 2. Edible films made from cranberry powder (0.5%):
a – with the addition of ginger powder (0.3%); b – 0.4%; s – 0.5%

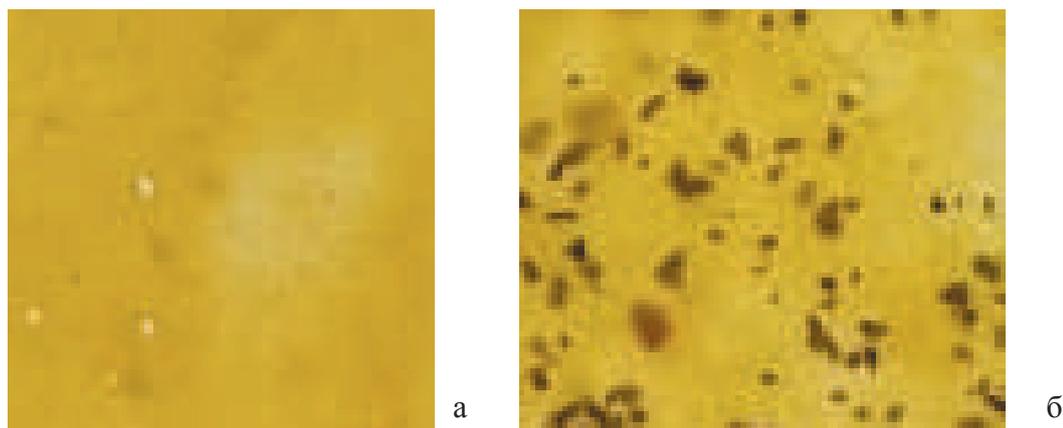


Рис. 3. Пищевые пленки, полученные из сока апельсинов:
а – без БАД, б – с добавками сублимированного базилика (0,5%)

Fig. 3. Edible films obtained from orange juice:
a – without dietary supplements, b – with the addition of freeze-dried basil (0.5%)

Полученные данные позволяют отметить, что все пленки имеют требуемую структуру, красивую цветовую гамму и продолжительность их хранения будет зависеть от концентрации БАД, качества исходного сырья и условий хранения.

Из кожуры и мезги плодов и цитрусовых готовили фруктовые порошки.

Кроме свежевыжатых соков использовали предварительно полученные порошки из малины, клюквы и свеклы. В качестве БАД использовали порошкообразные специи (гвоздику, корицу, мускатный орех и аджику).

Таким образом, разработанная технология позволяет получить съедобные пленки из фруктово-овощного сырья с высокой механической прочностью и может быть использована в пищевой промышленности.

Готовый продукт имеет хорошую усвояемость, легкую пережевываемость и высокие органолептические свойства.

Сенсорные профили представленных образцов, выделенных с помощью шкалы балльной оценки с максимальными и минимальными значениями для каждого признака группы, соответствуют восприятию вкусо-ароматической гаммы у максимального числа экспертов [4, 7, 11–13].

Выводы. Полученные экспериментальные данные и зависимости будут полезны при рассмотрении более сложных процессов массопереноса, разрушении белково-каротиноидных комплексов, входящих в состав сублимированного и порошкообразного пряно-ароматического сырья, и углеводно-жировых компонентов рецептуры пищевых пленок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Комаров С.М. Суп из упаковки. Химия и жизнь. 2014; 9: 27-30.
2. Кудрякова Г.Х., Роева Н.Н., Янковский С.А. и др. Экологически безопасная упаковка на основе полисахаридов. Сахар. 2018; 6: 50-54.
3. Lipatova I.M., Yusova A.A., Makarova L.I. Functional films based on mechanoactivated starch with prolonged release of preservative. Food Bioscience. 2022; 47: 101694.
4. Буянова И.В., Лупинская С.М., Имангалиева Ж.К. Оценка эффективности применения нетрадиционных способов продления сроков годности пищевых продуктов. Вестник международной академии холода. 2018: 19-24.
5. Кудрякова Г.Х. и др. Съедобная упаковка: состояние и перспективы. Пищевая промышленность. 2007; 6: 24-25.

6. Медведев О.С., Иванова А.Ю., Медведева Н.А. Биологические свойства токотриенолов. Вопросы питания. 2018; 8(2): 5-16.
7. Бессонов С.М. Изменение свойств растительной пищи под влиянием тепловой обработки: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Донецк; 1971.
8. Бессонов С.М. Изменение свойств крахмала, протопектина и клеточных стенок растительной пищи под влиянием тепловой и механической обработки: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. д-ра биол. наук. М.; 1958.
9. Барахаева Л.П. Химический состав и технологические свойства тыкв, кабачков и патиссонов: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М.; 1983.
10. Васюкова А.Т., Славянский А.А., Куликов Д.А. Технология продукции общественного питания для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология продукции и организация общественного питания». 2-е изд. М.: Дашков и Ко; 2020. (Учебные издания для бакалавров).
11. Belenkov A., Peliy A., Diop A. et al. Impact of various cultivation technologies on productivity of potato (*solanum tuberosum*) in central non-cenozoic zone of Russia. Research on Crops. 2020; 21(3): 512-519.
12. Васюкова А.Т. Переработка рыбы и морепродуктов. М.: Дашков и Ко; 2009.
13. Васюкова А.Т., Богонослова И.А., Баженов Н.С. Рациональное питание организованных коллективов. Прикладные исследования и технологии ART2019: сборник трудов региональной конференции. М.; 2019: 28-31.

REFERENCES:

1. Komarov S.M. Soup from a package. Chemistry and life. 2014; 9:27-30. [in Russian]
2. Kudryakova G.Kh., N.N. Roeva, S.A. Yankovsky et al. Environmentally friendly packaging based on polysaccharides. Sugar. 2018; 6:50-54. [in Russian]
3. Lipatova I.M., Yusova A.A., Makarova L.I. Functional films based on mechanoactivated starch with prolonged release of preservative. Food Bioscience. 2022; 47:101694. [in Russian]
4. Buyanova I.V., Lupinskaya S.M., Imangalieva Zh.K. Assessing the effectiveness of using non-traditional methods of extending the shelf life of food products. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2018: 19-24. [in Russian]
5. Kudryakova G.Kh. et al. Edible packaging: state and prospects. Food industry. 2007; 6:24-25. [in Russian]
6. Medvedev O.S., Ivanova A.Yu., Medvedeva N.A. Biological properties of tocotrienols. Nutrition issues. 2018; 8(2): 5-16. [in Russian]
7. Bessonov S.M. Changes in the properties of plant foods under the influence of heat treatment: abstract of thesis. dis. ... Ph.D (Eng.). Donetsk; 1971. [in Russian]
8. Bessonov S.M. Changes in the properties of starch, protopectin and cell walls of plant foods under the influence of thermal and mechanical treatment: thesis of dis. ...Dr Sci. (Biology). M.; 1958. [in Russian]
9. Barakhaeva L.P. Chemical composition and technological properties of pumpkins, zucchini and squash: thesis of dis. ... PhD (Eng.). M.; 1983. [in Russian]
10. Vasyukova A.T., Slavyansky A.A., Kulikov D.A. Technology of public catering products for students studying in the Bachelor's program «Product Technology and Organization of Public Catering». 2nd ed. M.: Dashkov and Co.; 2020. (Educational publications for Bachelors). [in Russian]
11. Belenkov A., Peliy A., Diop A. et al. Impact of various cultivation technologies on productivity of potato (*solanum tuberosum*) in central non-cenozoic zone of Russia. Research on Crops. 2020; 21(3): 512-519.
12. Vasyukova A.T. Processing of fish and seafood. M.: Dashkov and Co.; 2009. [in Russian]
13. Vasyukova A.T., Bogonosova I.A., Bazhenov N.S. Rational nutrition of organized teams. Applied research and technologies ART2019: collection of proceedings of the regional conference. M.; 2019: 28-31. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Анна Тимофеевна Васюкова, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ)

vasyukova-at@yandex.ru

тел.: +7 (926) 906 64 50

Ирина Урузмаговна Кусова, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ)

ir.kusowa@yandex.ru

тел.: +7 (916) 481 43 80

Александр Владимирович Мошкин, кандидат технических наук, научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ)

aldahaev@gmail.com

тел.: +7 (926) 870 85 37

Милана Мухамедовна Дышекова, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ)

dyshekovamm@mgupp.ru

тел. +7 (939)666 06 60

Екатерина Владимировна Глухова, научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ)

e.gluhova@mgutm.ru

Anna T. Vasyukova, Dr Sci. (Eng.), Professor, FSBEI HE «Russian Biotechnological University» (ROSBIOTECH)

vasyukova-at@yandex.ru

tel. +7 (926) 906 64 50

Irina U. Kusova, PhD (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, FSBEI HE «Russian Biotechnological University» (ROSBIOTECH)

ir.kusowa@yandex.ru

tel. +7 (916) 481 43 80

Alexander V. Moshkin, PhD (Eng.), Researcher, FSBEI HE «Russian Biotechnological University» (ROSBIOTECH)

aldahaev@gmail.com

tel. +7 (926) 870 85 37

Milana M. Dysheкова – Postgraduate student, FSBEI HE «Russian Biotechnological University» (ROSBIOTECH)

dyshekovamm@mgupp.ru

tel. +7 (939) 666 06 60

Ekaterina V. Glukhova, Researcher, FSBEI HE «Russian Biotechnological University» (ROSBIOTECH)

e.gluhova@mgutm.ru

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 22.11.2023; поступила после рецензирования 12.01.2024; принята к публикации 15.01.2024

Received 22.11.2023; Revised 12.01.2024; Accepted 15.01.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-50-62>

УДК 664.34:547.15:543.426.1

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Адаптация метода идентификации и количественного определения моно- и диацилглицеринов в растительных маслах

Дмитрий Д. Жданов, Елена А. Бутина*, Ирина А. Дубровская,
Евгений О. Герасименко, Аслан Ю. Шаззо

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская 2 Г

Аннотация. Работа посвящена исследованиям по адаптации и внедрению метода определения моно- и диацилглицеринов в растительных маслах. Актуальность исследований определяется введением с 2025 года нормирования монохлорпропандиолов и глицидола в растительных маслах и некоторых видах масложировой продукции. По данным научной литературы моно- и диацилглицерины, образующиеся в период созревания масличных семян под воздействием фермента – липазы, являются прекурсорами монохлорпропандиолов и глицидола, которые, в свою очередь, по данным Всемирной организации здравоохранения, относятся к канцерогенным веществам. Рассмотрены некоторые наиболее вероятные механизмы образования контаминантов из моно- и диацилглицеринов, исходя из которых основным источником глицидоловых эфиров являются диацилглицерины, а источником монохлорпропандиолов – моноацилглицерины. Важным фактором, влияющим на скорость и полноту протекания описанных реакций, является присутствие в системе молекул воды, ионов хлора, протонов водорода, а также высокие температуры. Катализаторами таких побочных реакций являются тяжелые металлы, в том числе их соли. Таким образом, для реализации эффективных мероприятий по контролю образования контаминантов в масле важно иметь полную картину показателей качества исходного сырья и, прежде всего, данные по содержанию моно- и диацилглицеринов, методы определения которых в лабораторной практике РФ отсутствуют.

Целью работы является разработка метода для количественного определения моно- и диацилглицеринов в растительных маслах.

В результате исследований усовершенствована методика подготовки проб, определены калибровочные зависимости с применением внутреннего стандарта, предложена методика идентификации и количественного анализа, основанная на использовании метода газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором и применением высокотемпературной капиллярной колонки. Проведены работы по верификации и определены метрологические характеристики предлагаемого метода. Метод апробирован на реальных объектах – различных видах растительных масел.

Ключевые слова: моноацилглицерины, диацилглицерины, растительное масло, идентификация, количественный анализ, газовая хроматография, пламенно-ионизационный детектор, пробоподготовка, адаптация методики

Б л а г о д а р н о с т и

Исследования выполнены в рамках госзадания Минобрнауки РФ,
проект № FZEZ-2023-0004.

Для цитирования: Жданов Д.Д., Бутина Е.А., Дубровская И.А. и др. Адаптация метода идентификации и количественного определения моно- и диацилглицеринов в растительных маслах. *Новые технологии / New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-50-62>

Adaptation of the method for identification and quantification of mono- and diacylglycerols in vegetable oils

Dmitry D. Zhdanov, Elena A. Butina*, Irina A. Dubrovskaya,
Evgeniy O. Gerasimenko, Aslan Y. Shazzo

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Kuban State Technological University»,
Russia, 350072, Krasnodar, 2 G Moskovskaya str.*

Abstract. The article presents the research on the adaptation and implementation of a method for determining mono- and diacylglycerols in vegetable oils. The relevance of the research is determined by the introduction of standardization of monochloropropanediols and glycidol in vegetable oils and some types of fat and oil products since 2025. According to the scientific literature, mono- and diacylglycerols, formed during the ripening of oil seeds under the influence of the enzyme lipase, are precursors of monochloropropanediols and glycidol, which, in turn, according to the World Health Organization, are carcinogenic substances. Some of the most probable mechanisms for the formation of contaminants from mono- and diacylglycerols have been considered; according to them diacylglycerols are considered to be the main source of glycidyl ethers, and monoacylglycerols are that of monochloropropanediols. An important factor influencing the speed and completeness of the described reactions is the presence in the system of water molecules, chlorine ions, hydrogen protons, as well as high temperatures. Catalysts for such side reactions are heavy metals, including their salts. Thus, in order to implement effective measures to control the formation of contaminants in oil, it is important to have a complete picture of the quality indicators of the feedstock and, above all, data on the content of mono- and diacylglycerols, methods for determining which are not available in laboratory practice in the Russian Federation.

The goal of the research is to develop a method for the quantitative determination of mono- and diacylglycerols in vegetable oils.

As a result of the research, the sample preparation method has been improved, calibration dependencies have been determined using an internal standard, and an identification and quantitative analysis technique has been proposed, on the basis of gas chromatography with a flame ionization detector and the use of a high-temperature capillary column. Verification work has been carried out and the metrological characteristics of the proposed method have been determined. The method has been tested on real objects – various types of vegetable oils.

Keywords: monoacylglycerols, diacylglycerols, vegetable oil, identification, quantitative analysis, gas chromatography, flame ionization detector, sample preparation, method adaptation

A c k n o w l e d g m e n t s

The research was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project No. FZEZ-2023-0004.

For citation: Zhdanov D.D., Butina E.A., Dubrovskaya I.A. et al. Adaptation of the method for identification and quantitative determination of mono- and diacylglycerols in vegetable oils. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-50-62>

Введение. Известно, что в масличном сырье глицидиловые эфиры (ГЭ) и сложные эфиры монохлорпропандиолов (МХПДЭ), являющихся новыми загрязнителями, отсутствуют, однако в нем находятся предполагаемые прекурсоры (предшественники) этих соединений [1–3].

По данным различных исследований, одними из основных прекурсоров, как ГЭ, так и МХПДЭ, являются моно- и диацилглицерины [4–6]. Моно- и диацилглицерины являются эндогенными компонентами липидов масличных семян. Их образование происходит в период созревания масличных семян в результате протекания ферментативных процессов: фермент липаза расщепляет триглицериды жирных кислот до диацилглицеридов (ДАГ) и моноацилглицеридов (МАГ).

Достоверные механизмы образования МХПДЭ и ГЭ до настоящего времени не установлены. По данным одних исследователей, моноацилглицерины являются наиболее активными потенциальными

предшественниками образования МХПДЭ в растительных маслах [7]. Однако другими исследователями было обнаружено, что присутствие диацилглицеринов в большей степени влияет на образование и накопление МХПДЭ, чем присутствие моноацилглицеринов [8]. Несмотря на это, считается, что одним из основных технологических факторов, инициирующих этот процесс, является повышенная (более 150°C) температура [9, 10].

Одним из вариантов образования эфиров монохлорпропандиолов является предположение о том, что в результате внутримолекулярной перегруппировки моноацилглицеридов в присутствии ионов водорода и молекул воды происходит образование промежуточного циклического иона ацилоксония [11]. В результате последующего раскрытия цикла ионом хлора и его присоединением во втором или третьем положении атома углерода глицеринового остатка происходит образование МХПДЭ. Схема протекающих реакций представлена на рис. 1.

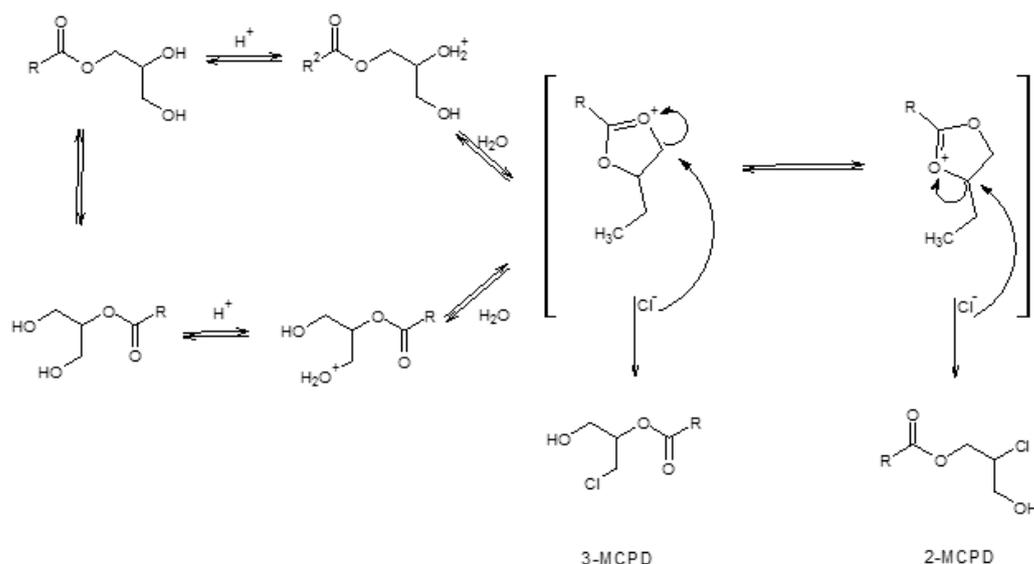


Рис. 1. Возможные механизмы образования МХПД из 1- и 2-моноацилглицеринов [11]

Fig. 1. Possible mechanisms for the formation of MCPD from 1- and 2-monoacylglycerols [11]

Образование глицидиловых эфиров из диацилглицеридов также может происходить при высоких температурах путем внутримолекулярной перегруппировки с последующим удалением жирных кислот. Удаление жирной кислоты из диацилглицеридов может быть инициировано отрывом протона гидроксильной группы вицинальной карбоксильной группой.

Образующийся ацилоксоний – промежуточное соединение, затем перегруппируется за счет миграции заряда, что приводит к высвобождению жирной кислоты. Затем образуется оксирановое кольцо в результате нуклеофильной реакции алкоксидной группы (см. рис. 2). Теоретически такая реакция может происходить как с 1,2-, так и с 1,3-диацилглицеридом [12].

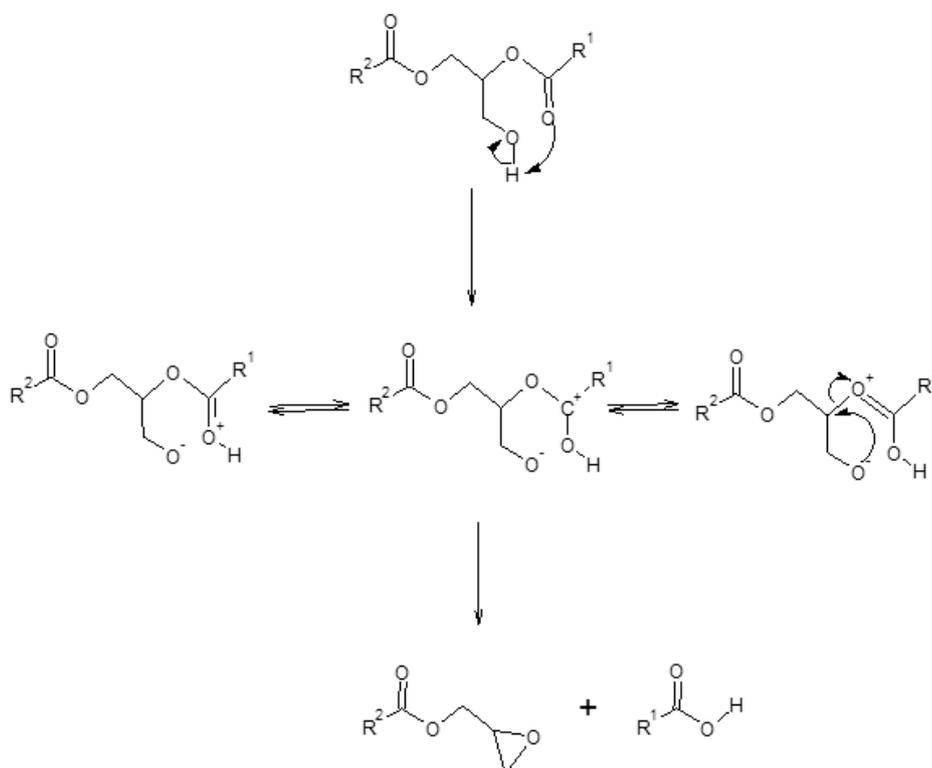


Рис. 2. Возможный механизм образования глицидилового эфира из диацилглицерина при высоких температурах [12]

Fig. 2. Possible mechanism for the formation of glycidyl ether from diacylglycerol at high temperatures [12]

Исходя из предполагаемых механизмов, определение содержания моно- и диацилглицеринов в исходном сырье позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать качество конечной продукции по таким важным показателям, как концентрация контаминантов – МХПДЭ и ГЭ, обладающих токсичными и генотоксичными свойствами [13, 14].

Таким образом, с целью разработки эффективных мероприятий по снижению

содержания МХПДЭ и ГЭ в масложировой продукции производителям необходимо контролировать содержание наиболее вероятных прекурсоров в исходном сырье – нерафинированных растительных масла.

До возникновения данной проблемы количественное определение остаточных количеств моно-, диацилглицеридов, а также свободного глицерина в основном являлось предметом исследования процессов получения метиловых эфиров жирных

кислот, применяемых в качестве замены дизельного топлива [15]. Соответственно, используемые методы были разработаны для данного вида продукции или отдельных конкретных видов продуктов переработки растительных масел и жиров [16, 17]. С учетом вышеизложенного, в настоящее время требуется универсальный метод для определения моно- и диацилглицеринов в широком спектре масло-жировой продукции с применением достаточно распространенного в лабораториях РФ аналитического оборудования – газовых хроматографов (ГХ) с капиллярной колонкой и пламенно-ионизационными детекторами.

Таким образом, учитывая, что в РФ отсутствуют стандартизированные методы количественного определения моно- и диацилглицеринов, актуальным является проведение экспериментальных исследований с целью адаптации наиболее эффективных методик идентификации и количественного определения этих веществ в растительных маслах.

При проведении исследований решали следующие задачи:

- построение калибровочной зависимости применительно к имеющемуся аналитическому оборудованию;
- разработка методики пробоподготовки;
- адаптация метода идентификации и количественного определения моно- и диацилглицеринов в растительных маслах с использованием ГХ;
- верификация и определение метрологических характеристик;
- апробация метода на реальных образцах растительных масел

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали следующие растительные масла: подсолнечные рафинированное и нерафинированное, рыжиковое, соевое; два вида пальмового рафинированного дезодорированного отбеленного масла и три вида переэтерифицированного жира на основе тропических масел. Все образцы масел и

жиров были взяты из коллекции Испытательного центра ФГБОУ ВО «КубГТУ», составленной из проб продукции отечественных и зарубежных производителей, поступающих на испытания.

В качестве стандартных образцов использовали 1,2-диолеоилглицерол ($\geq 97\%$) и 1-моноолеоилглицерол ($\geq 97\%$), приобретенные у фирмы Sigma-Aldrich. В качестве внутреннего стандарта использовали трикаприн ($\geq 98\%$), также приобретенный у фирмы Sigma-Aldrich.

Хроматографический анализ осуществляли на газовом хроматографе – «Хроматэк-Кристалл 5000.2» при следующих условиях:

- объем пробы: 1 мкл
- колонка капиллярная – ZB-1, длина 15 м, диаметр – 0,32 мм, толщина неподвижной фазы 1 мкм.
- программирование температуры колонки: начальная температура 50°C, выдержка – 2 мин; нагрев со скоростью 15 град/мин до 180°C, выдержка – 2 мин; нагрев со скоростью 7 град/мин до 230°C, выдержка – 2 мин; нагрев со скоростью 7 град/мин до 300°C, выдержка – 10 мин; нагрев со скоростью 15 град/мин до 370°C, выдержка – 5 мин.
- пламенно-ионизационный детектор (ПИД), температура 380°C, расход водорода 25 мл/мин, расход воздуха 250 мл/мин.
- испаритель, температура 330°C, деление потока 1:30.
- газ-носитель – гелий, давление – 80 кПа [18].

Результат обрабатывали посредством программного обеспечения для хроматографии «Аналитик 3.1».

Исследования проводились на оборудовании ЦКП «Исследовательский центр пищевых и химических технологий» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (СКР_3111), развитие которого осуществляется при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Соглашение № 075-15-2021-679).

Результаты исследований и их обсуждение. При проведении исследований в качестве базовой была выбрана методика, регламентированная ГОСТ Р ЕН 14105-2008 «Производные жиров и масел. Метилловые эфиры жирных кислот, определение содержания свободного и общего глицерина, моно-, ди-, триглицеридов (метод сравнения)». Данный стандарт был разработан для количественного определения свободного и общего глицерина, моно-, ди-, триглицеридов, содержащихся в метиловых эфирах жирных кислот (FAME), предназначенных для использования в качестве добавки к минеральным маслам.

На первом этапе исследования нами были построены градуировочные графики с использованием стандартных образцов моно- (МАГ) и диацилглицеринов (ДАГ).

Для получения градуировочного графика готовили 4 калибровочных раствора смеси стандартов следующим образом: в четыре стеклянные пробирки микрошприцем вносили исходные растворы

моноолеина в пиридине концентрацией 5 мг/мл, объемом 50, 120, 190, 250 мкл и исходные растворы диолеина в пиридине концентрацией 5 мг/мл, объемом 10, 40, 70, 100 мкл.

Также в каждую пробирку вносили по 100 мкл внутреннего стандарта (трикаприн) концентрацией 5 мг/мл и 100 мкл силирующего агента – N-Метил-N-(триметилсилил)трифторацетамид (MSTFA). Полученные реакционные смеси выдерживали 15 минут при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$, после чего в каждый из них добавляли по 8 мл н-гептана.

Калибровочные растворы вводили в хроматограф в объеме по 1 мкл. Каждый раствор анализировали дважды. На основе результатов анализа строили калибровочные графики для каждого определяемого вещества, откладывая по оси X отношение площади пика стандарта к площади пика внутреннего стандарта, по оси Y – отношение массы стандарта к массе внутреннего стандарта (см. рис. 3–4).

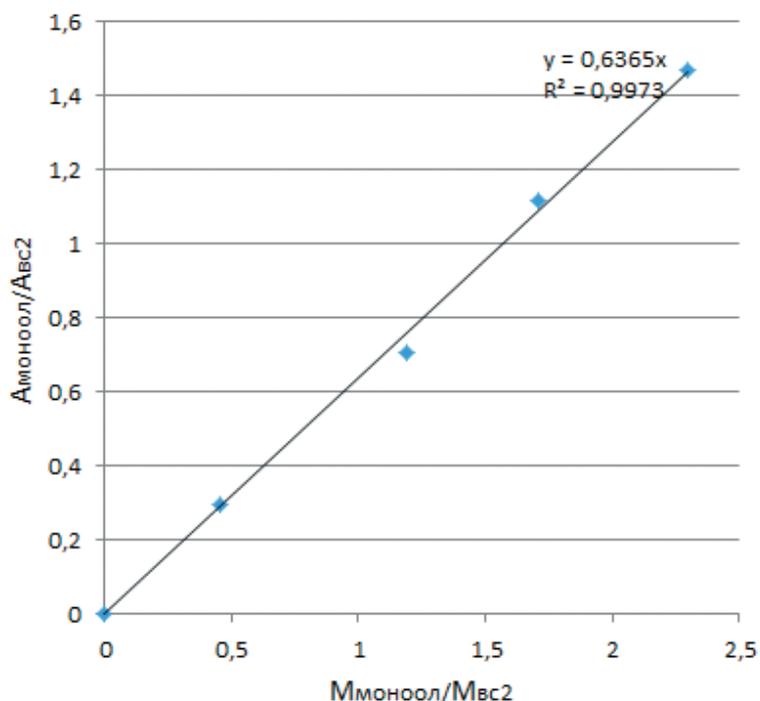


Рис. 3. Калибровочная кривая для количественного расчета моноацилглицеринов

Fig. 3. Calibration curve for quantitative calculation of monoacylglycerols

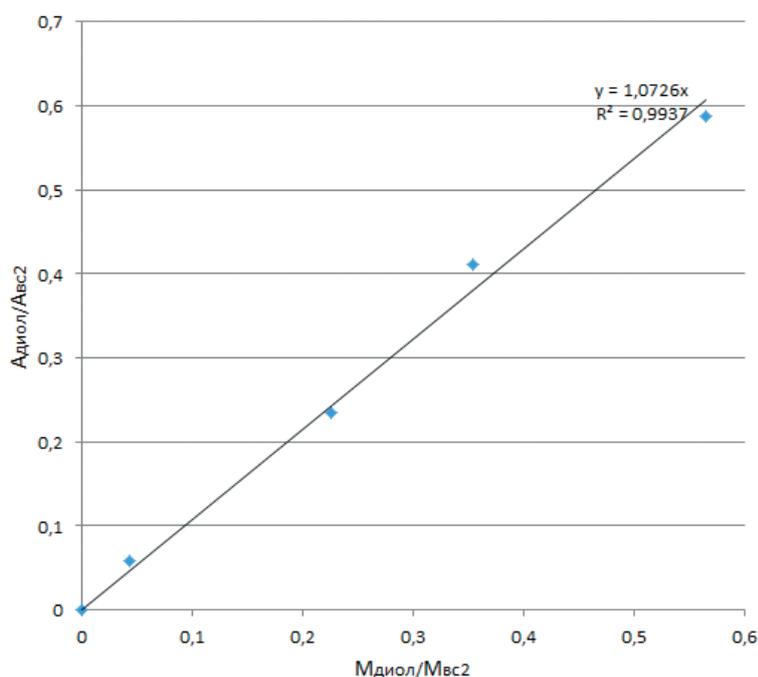


Рис. 4. Калибровочная кривая для количественного расчета диацилглицеринов

Fig. 4. Calibration curve for quantitative calculation of diacylglycerols

Из полученных калибровочных графиков определяли константы регрессионной зависимости a , b , где a – тангенс угла наклона, b – точка пересечения с осью Y . Адекватность полученных зависимостей оценивали по коэффициенту корреляции (R^2), значение которого должно быть не менее 0,95.

На втором этапе исследований разрабатывали методику подготовки пробы.

Отбирали навески образцов масла массой от 100 до 110 мг (с точностью до 0,01 мг) в стеклянные пробирки объемом 10 мл, куда затем добавляли 100 мкл рабочего раствора внутреннего стандарта – трикаприн в пиридине, концентрацией 5,0 мг/мл и 100 мкл MSTFA. Следует отметить, что необходимо избегать попадания влаги в реакционные смеси, так как наличие воды мешает преобразованию спиртов в TMS-производные. Учитывая это, рекомендуется использовать безводный пиридин. Полученную смесь выдерживали в течение 15 минут при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$, затем добавляли 8 мл *n*-гептана и перемешивали.

Анализировали по 1 мкл реакционной

смеси методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором при указанных условиях.

Концентрацию массовой доли моно- и диацилглицеринов рассчитывали по формуле:

$$X = [a(A_x/A_{ст}) + b](M_{ст}/M_x)100, \quad (1)$$

где X – массовая доля определяемого компонента в образце, % масс.;

A_x – площадь пика определяемого компонента;

$A_{ст}$ – площадь пика внутреннего стандарта;

$M_{ст}$ – масса внутреннего стандарта, мг;

M_x – масса навески образца, мг;

a – константа регрессионной зависимости, равная тангенсу угла наклона калибровочной прямой;

b – константа регрессионной зависимости, равная точке пересечения калибровочной прямой с осью Y .

На рис. 5–6 приведены типичные хроматограммы, полученные при определении МАГ и ДАГ в анализируемых образцах.

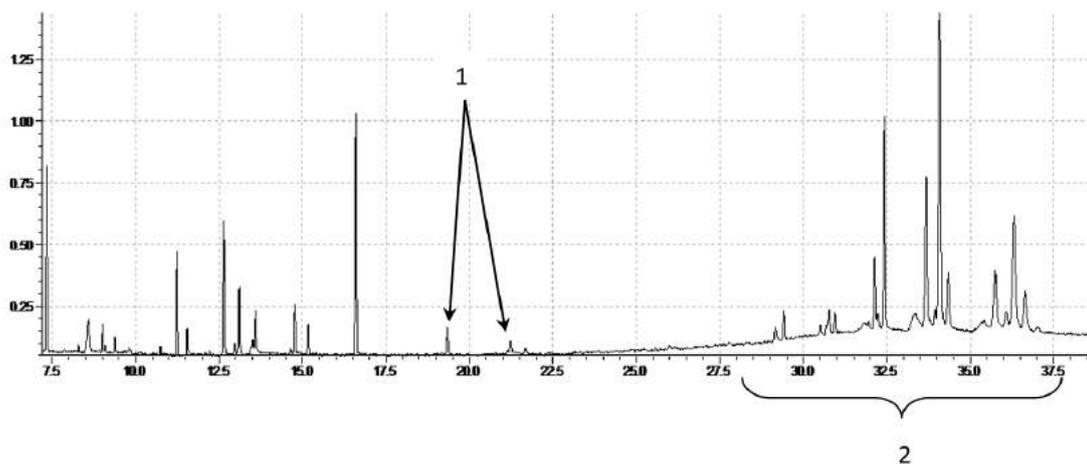


Рис. 5. Типичная хроматограмма пальмового масла: 1 – пики МАГ, 2 – пики ДАГ

Fig. 5. Typical palm oil chromatogram: 1 – MAG peaks, 2 – DAG peaks

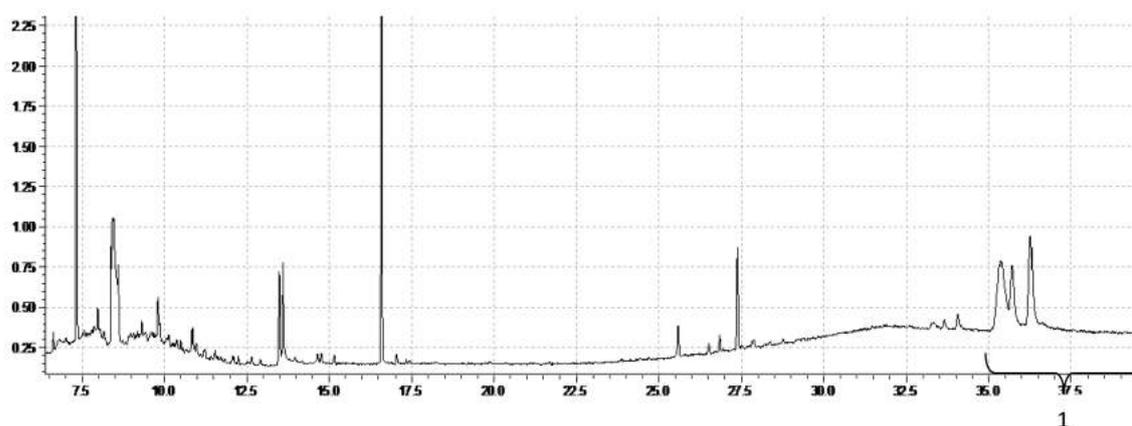


Рис. 6. Типичная хроматограмма подсолнечного рафинированного масла: 1 – пики ДАГ.

Fig. 6. Typical chromatogram of refined sunflower oil: 1 – DAG peaks.

Как видно на представленных хроматограммах, моно- и диацилглицерины элюируются в зонах свободных от мешающих компонентов (жирные кислоты, воска и т. д.), что значительно упрощает идентификацию и повышает точность метода. Кроме того, в отличие от образцов метиловых эфиров жирных кислот (FAME), произведенных из кокосового и пальмового масел, для которых данный метод не пригоден согласно ГОСТ РЕН 14105-2008 из-за перекрывания пиков, для образцов пальмового и кокосового масел, анализируемых предлагаемым

методом, такое ограничение отсутствует, так как время выхода основной массы относительно легкокипящих компонентов меньше, чем у дипальмитатов и монопальмитатов.

Верификацию, включающую оценку метрологических характеристик, осуществляли в соответствии с требованиями РМГ 76-2014 [19]. Установлено, что диапазон измерений как моно-, так и диацилглицеринов составляет от 0,05% до 5,0%. Результаты оценки относительной погрешности предлагаемого метода представлены в таблице 1.

Таблица 1

Относительная погрешность метода

Диапазон концентраций, %	Относительная погрешность метода Δ, %	
	ДАГ	МАГ
0,05–0,5	10	15
0,5–1	5	8
1–5	3	5

Представленные данные свидетельствуют о том, что предлагаемый метод обладает достаточно высокой чувствительностью и точностью.

С использованием предлагаемого метода были проанализированы образцы растительных масел. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты анализа образцов растительных масел

Наименование образца	Содержание компонентов, % масс.	
	МАГ	ДАГ
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное «Первый сорт»	Менее 0,05	0,89±0,04
Масло подсолнечное нерафинированное	Менее 0,05	0,98±0,05
Масло рыжиковое нерафинированное	0,13±0,02	Менее 0,004
Масло соевое нерафинированное	Менее 0,05	0,66±0,03
Масло пальмовое рафинированное дезодорированное отбеленное (Образец 1)	0,07±0,01	3,06±0,31
Масло пальмовое рафинированное дезодорированное отбеленное (Образец 2)	0,05±0,01	2,29±0,23
Жир пальмовый переэтерифицированный (Образец 3)	0,14±0,02	3,17±0,30
Жир пальмовый переэтерифицированный (Образец 4)	0,14±0,02	2,68±0,27
Жир пальмовый переэтерифицированный (Образец 5)	0,07±0,01	2,85±0,29

Полученные данные соответствуют литературным данным [20]. Это, а также высокая сходимости дают сделать вывод о том, что предлагаемая методика позволяет получать данные, адекватно характеризующие содержание моно- и

диацилглицеринов в растительных маслах и жирах.

Учитывая достаточную простоту и доступность предлагаемого метода, можно сделать вывод, что он может быть внедрен в практику не только исследовательских,

но и производственных лабораторий для определения содержания сульфорафана в продовольственном сырье – брокколи и других овощах и частях растений семейства капустных, пищевых и биологически активных добавках.

Выводы. В результате проведенного исследования предложена методика идентификации и количественного определения МАГ и ДАГ в масличном растительном сырье, основанная на использовании метода газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором. В результате вери-

фикации определен диапазон измерений (от 0,05 до 5,0%) и относительные погрешности, значения которых для МАГ не превышают 10% и для ДАГ 15%. Метод апробирован на реальных объектах различных маслах и жирах растительного происхождения. Метод может быть рекомендован для использования в исследовательских и производственных лабораториях, оснащенных необходимым оборудованием для контроля уровня МАГ и ДАГ в масличном сырье и корректировки технологических процессов на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Моргунова Е., Бабодей В, Пчельникова А. Глицидиловые эфиры жирных кислот. Мировой тренд в безопасности продуктов питания. Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов. Минск: Белорусская наука; 2021: 400-407.
2. Chen H., Tsao C.H., Chang Y.H. et al. Occurrence of thermally induced glycidyl esters and 3-monochloropropane-1,2-diol esters in refined oils and pressed oils manufactured by different processes and associated with human health risks in Taiwan. *Food chemistry*. 2021; 360: 130053.
3. Cheng W.W., Liu G.Q., Wang L.Q. et al. Glycidyl fatty acid esters in refined edible oils: a review on formation, occurrence, analysis, and elimination methods. *Comp. Reviews in Food Sc. and Food Saf.* 2017; 16: 263-281.
4. Далабаев А.Б., Альжаскина Н.Е. Контроль содержания глицидиловых эфиров в масло-жировой продукции: вызов современности. Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика: материалы Международной научно-практической конференции (Москва, 16-17 февр. 2023 г.). М.; 2023: 168.
5. Changxia Sun, Ni Wu, Shunli Kou et al. Occurrence, formation mechanism, detection methods, and removal approaches for chloropropanols and their esters in food: An updated systematic review. *Food Chemistry: X* 17. 2023; 100529: 1-10.
6. Wenzl T., Lachenmeier D.W., Gkmen, V. Analysis of heat-induced contaminants (acrylamide, chloropropanols and furan) in carbohydrate-rich food. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2007; 389(1): 119-137.
7. Shimizu M., Vosmann K., Matthus B. Generation of 3-monochloro-1,2-propanediol and related materials from tri-, di-, and mono-olein at deodorization temperature. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2012; 114(11): 1268-1273.
8. Smidrkal J., Tesarova M., Hradkova I. Mechanism of formation of 3-chloropropan-1,2-diol (3-MCPD) esters under conditions of the vegetable oil refining. *Food Chemistry*. 2016; 211: 124-129.
9. Yu H.W., Muhamad H., Abas F. et al. Effects of temperature and NaCl on the formation of 3-MCPD esters and glycidyl esters in refined, bleached and deodorized palm olein during deep-fat frying of potato chips. *Food Chemistry*. 2017; 219: 126-130.
10. Rahn A., Yaylayan V.A. Thermal degradation of sucralose and its potential in generating chloropropanols in the presence of glycerol. *Food Chemistry*. 2010; 118(1): 56-61.
11. Hamlet C.G., Sadd P.A., Gray D.A. Generation of monochloropropanediols (MCPDs) in model dough systems. 1. Leavened doughs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004; 52(7): 2059-2066.
12. Destailats F. et al. Glycidyl esters in refined palm (*Elaeis guineensis*) oil and related fractions. Part I: Formation mechanism. *Food Chemistry*. 2012; 131(4): 1391-1398.

13. IARC (World Health Organization: International Agency for Research on Cancer) Glycidol IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. 2000; 77: 469-486.
14. Sawada S. et al. Proteomic analysis of 3-MCPD and 3-MCPD dipalmitate toxicity in rat testis. Food Chem. Toxicol. 2015; 83: 84-92.
15. Plank C., Lorbeer E. Simultaneous determination of glycerol, and mono-, di- and triglycerides in vegetable oil methyl esters by capillary gas chromatography. Journal of chromatography A. 1995; 697(1/2): 461-468.
16. Goh E.M., Timms R.E. Determination of mono- and diglycerides in palm oil, olein and stearin. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1985; 62(4): 730-734.
17. Соколова Е.В., Султанова Я.М., Ахметова Т.И. Определение моноглицеридов и свободного глицерина в товарном продукте «Моностеарат глицерина» [Электронный ресурс]. Вестник Казанского технологического университета. 2016; 24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-monoglitseridov-i-svobodnogo-glitserina-v-tovarnom-produkte-monostearat-glitserina> (дата обращения: 12.12.2023).
18. McNair H.M., Miller J.M., Snow N.H. Basic gas chromatography. John Wiley & Sons, 2019.
19. РМГ 61-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. М.: Стандартинформ; 2013.
20. Риски для здоровья человека, связанные с наличием 3- и 2-моноклорпропандиолов, их эфиров жирных кислот и глицеридовых эфиров жирных кислот в пищевых продуктах. Масла и жиры. 2018; 7/8: 9.

REFERENCES:

1. Morgunova E., Babodey V, Pchelnicova A. Glycidyl esters of fatty acids. Global trend in food safety. Science, nutrition and health: a collection of scientific papers. Minsk: Belarusian Science; 2021: 400-407. [in Russian]
2. Chen H., Tsao C.H., Chang Y.H. et al. Occurrence of thermally induced glycidyl esters and 3-monochloropropane-1,2-diol esters in refined oils and pressed oils manufactured by different processes and associated with human health risks in Taiwan. Food chemistry. 2021; 360:130053.
3. Cheng W.W., Liu G.Q., Wang L.Q. et al. Glycidyl fatty acid esters in refined edible oils: a review on formation, occurrence, analysis, and elimination methods. Comp. Reviews in Food Sc. and Food Saf. 2017; 16: 263-281.
4. Dalabaev A.B., Alzhaskina N.E. Control of glycidyl ether content in fat and oil products: a modern challenge. Innovative processes in food technologies: science and practice: materials of the International Scientific and Practical Conference (Moscow, February 16-17, 2023). M.; 2023: 168. [in Russian]
5. Changxia Sun, Ni Wu, Shunli Kou et al. Occurrence, formation mechanism, detection methods, and removal approaches for chloropropanols and their esters in food: An updated systematic review. Food Chemistry: X 17. 2023; 100529: 1-10.
6. Wenzl T., Lachenmeier D.W., Gkmen, V. Analysis of heat-induced contaminants (acrylamide, chloropropanols and furan) in carbohydrate-rich food. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2007; 389(1): 119-137.
7. Shimizu M., Vosmann K., Matthus B. Generation of 3-monochloro-1,2-propanediol and related materials from tri-, di-, and mono-olein at deodorization temperature. European Journal of Lipid Science and Technology. 2012; 114(11): 1268-1273.
8. Smidrkal J., Tesarova M., Hradkova I. Mechanism of formation of 3-chloropropan-1,2-diol (3-MCPD) esters under conditions of the vegetable oil refining. Food Chemistry. 2016; 211: 124-129.
9. Yu H.W., Muhamad H., Abas F. et al. Effects of temperature and NaCl on the formation of 3-MCPD esters and glycidyl esters in refined, bleached and deodorized palm olein during deep-fat frying of potato chips. Food Chemistry. 2017; 219: 126-130.

10. Rahn A., Yaylayan V.A. Thermal degradation of sucralose and its potential in generating chloropropanols in the presence of glycerol. *Food Chemistry*. 2010; 118(1): 56-61.
11. Hamlet C.G., Sadd P.A., Gray D.A. Generation of monochloropropanediols (MCPDs) in model dough systems. 1. Leavened doughs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004; 52(7): 2059-2066.
12. Destailats F. et al. Glycidyl esters in refined palm (*Elaeis guineensis*) oil and related fractions. Part I: Formation mechanism. *Food Chemistry*. 2012; 131(4): 1391-1398.
13. IARC (World Health Organization: International Agency for Research on Cancer) Glycidol IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. 2000; 77: 469-486.
14. Sawada S. et al. Proteomic analysis of 3-MCPD and 3-MCPD dipalmitate toxicity in rat testis. *Food Chem. Toxicol.* 2015; 83: 84-92.
15. Plank C., Lorbeer E. Simultaneous determination of glycerol, and mono-, di- and triglycerides in vegetable oil methyl esters by capillary gas chromatography. *Journal of chromatography A*. 1995; 697(1/2): 461-468.
16. Goh E.M., Timms R.E. Determination of mono- and diglycerides in palm oil, olein and stearin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1985; 62(4): 730-734.
17. Sokolova E.V., Sultanova Y.M., Akhmetova T.I. Determination of monoglycerides and free glycerol in the commercial product «Glycerol monostearate» [Electronic resource]. *Bulletin of Kazan Technological University*. 2016; 24. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-monoglitseridov-i-svobodnogo-glitserina-v-tovarnom-produkte-monostearat-glitserina> (date of access: 12.12.2023). [in Russian]
18. McNair H.M., Miller J.M., Snow N.H. *Basic gas chromatography*. John Wiley & Sons, 2019.
19. RMG 61-2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. Indicators of accuracy, correctness of precision of methods of quantitative chemical analysis. Assessment methods. M.: Standartinform; 2013. [in Russian]
20. Risks to human health associated with the presence of 3- and 2-monochloropropanediols, their fatty acid esters and fatty acid glycedyl esters in foods. *Oils and fats*. 2018; 7/8: 9. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Дмитрий Дмитриевич Жданов, ведущий инженер, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Dmitry D. Zhdanov, Leading engineer, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Елена Александровна Бутина, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»
butina_elena@mail.ru

Elena A. Butina, Dr Sci (Eng.), Professor, FSBEI HE «Kuban State Technological University»
butina_elena@mail.ru

Ирина Александровна Дубровская, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Irina A. Dubrovskaya, PhD (Eng.), Associate Professor, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Евгений Олегович Герасименко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Evgeniy O. Gerasimenko, Dr Sci (Eng.), Professor, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Аслан Юсуфович Шаззо, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Aslan Yu. Shazzo, Dr Sci (Eng.), Professor, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 11.12.2023; поступила после рецензирования 21.02.2024; принята к публикации 23.02.2024

Received 11.12.2023; Revised 21.02.2024; Accepted 23.02.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71>

УДК 664.861:547.466:633.36/37

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Изучение аминокислотного состава безглютенового бисквита с кэробом

Софья С. Зюзина*, Маргарита Д. Щелкова, Юлия В. Ушакова,
Гульсара Е. Рысмухамбетова

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова»; пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3,
г. Саратов, 410012, Российская Федерация*

Аннотация. Работа посвящена изучению аминокислотного состава разработанных бисквитных полуфабрикатов. При разработке рецептуры безглютеновых продуктов особое внимание уделялось белковому составу сырья и расчету аминокислотного сора, так как недостаток определенной аминокислоты влияет на способность образования клейковины в процессе замеса. Кроме того, несбалансированный аминокислотный состав может вызвать дисбаланс в организме человека и негативно сказываться на функционировании мышц, сердца, мозга и других органов, перетекающих в заболевания. Цели исследования включали следующее: определение аминокислотного состава безглютеновых бисквитных полуфабрикатов; анализ аминокислотного состава и расчет аминокислотного сора безглютеновых бисквитных изделий. Расчет аминокислотного состава проводили согласно общеизвестным методикам с учетом химического состава пищевых продуктов. В ходе расчета оценивалась биологическая ценность белков, определялся коэффициент утилитарности, коэффициент сбалансированности аминокислотного состава, коэффициент различий аминокислотного сора. Обнаружено, что разработанный безглютеновый бисквит содержит значительное количество треонина, а именно 11,38 г на 100 г белка. В результате расчетов определили, что первой лимитирующей аминокислотой является триптофан, второй – соединение «фенилаланин + тирозин», доли которых в аминокислотном соре составили 0,12 и 0,90, соответственно. Оценка комплексной сбалансированности безглютенового бисквитного полуфабриката показала недостаточный уровень сбалансированности в питании человека, но показатели отдельных аминокислот по сравнению с контролем из пшеничной муки больше, например, валина – в 1,8 раз, изолейцина, лейцина и лизина – в 1,1 раза, метионина + цистеина – в 2,7 раза и треонина – в 2,8 раза.

Ключевые слова: целиакия; диетическое питание; кокосовая мука; кукурузная мука; бисквит; глютенная энтеропатия; аминокислотный состав; кэроб; мука рожкового дерева

Для цитирования: Зюзина С.С., Щелкова М.Д., Ушакова Ю.В. и др. Изучение аминокислотного состава безглютенового бисквита с кэробом. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71>

Investigation of the amino acid composition of gluten-free biscuit with carob

Zyuzina S.S.*, Shchelkova M. D., Ushakova Yu.V.,
Rysmukhambetova G.E.

FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov» (Vavilov University); Petr Stolypin prospect, building 4, suite 3, Saratov, 410012, the Russian Federation

Abstract. The article studies the amino acid composition of the developed biscuit semi-finished products. When developing the recipe for gluten-free products, special attention was paid to the protein composition of the raw materials and the calculation of the amino acid score, since the lack of a certain amino acid affects the ability of gluten formation during the kneading process. In addition, an unbalanced amino acid composition can cause an imbalance in the human body and negatively affect the functioning of muscles, heart, brain and other organs, leading to diseases. The objectives of the research included the following: determination of the amino acid composition of gluten-free biscuit semi-finished products; analysis of amino acid composition and calculation of the amino acid score of gluten-free biscuit products. The amino acid composition was calculated according to well-known methods, taking into account the chemical composition of food products. During the calculation, the biological value of proteins was assessed, the utility coefficient, the amino acid composition balance coefficient, and the amino acid score difference coefficient were determined. It was established that the developed gluten-free biscuit contained a significant amount of threonine, namely 11.38 g per 100 g of protein. As a result of calculations, it was determined that the first limiting amino acid was tryptophan, the second was the compound «phenylalanine + tyrosine», the shares of which in the amino acid score were 0.12 and 0.90, respectively. An assessment of the complex balance of a gluten-free biscuit semi-finished product showed an insufficient level of balance in human nutrition, but the indicators of individual amino acids compared to the control made from wheat flour were higher, for example, valine by 1.8 times, isoleucine, leucine and lysine by 1.1 times, methionine + cysteine 2.7 times and threonine 2.8 times.

Keywords: celiac disease; dietary food; coconut flour; corn flour; biscuit; gluten enteropathy; amino acid composition; carob; carob flour

For citation: Zyuzina S.S., Shchelkova M.D., Ushakova Yu.V. et al. Investigation of the amino acid composition of gluten-free biscuit with carob. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-63-71>

Введение. Мучные кондитерские изделия пользуются большим спросом и популярностью среди населения, однако необходимо помнить, что они имеют высокую калорийность. Кроме того, их химический состав не всегда соответствует рекомендациям ФАО ВОЗ относительно соотношения основных питательных веществ, таких как белки, жиры и углеводы. В результате этого несбалансированного питания могут развиваться алиментарно-зависимые заболевания. Одно из таких

заболеваний – целиакия, которое возникает у людей, страдающих непереносимостью глютена – белка, содержащегося в злаковых культурах. Людям с этим диагнозом назначается пожизненная диета, в которой исключаются все злаки, содержащие глютен, а именно пшеница, рожь, ячмень, овёс и, соответственно, продукты из них. В последнее время безглютеновые продукты также востребованы среди людей, стремящихся к «правильному питанию». Поэтому при разработке рецептур безглютеновых

изделий особенно важно изучение состава сырья, включая аминокислотный скор.

Когда поступление белка с пищей не соответствует рекомендуемым нормам, в организме человека начинают распадаться белки тканей, а полученные аминокислоты используются для синтеза ферментов, гормонов и других важных биологически активных соединений. Состояние обмена белков в организме существенно зависит от наличия или недостатка незаменимых аминокислот [1]. При этом известно, что если какая-то аминокислота отсутствует, организм не может синтезировать необходимый белок, и поэтому он вынужден использовать аминокислоты из других источников белка, что нарушает функционирование органов, мышц, сердца или мозга и может привести к развитию заболеваний и дисбалансу [2].

Цель работы: изучить аминокислотный состав безглютеновых бисквитных полуфабрикатов.

Задачи исследования:

1. Рассчитать аминокислотный состав безглютеновых бисквитных полуфабрикатов;

2. Проанализировать аминокислотный состав и рассчитать аминокислотный скор безглютеновых бисквитных изделий.

Объекты, материалы и методы исследования. В качестве контроля была взята технология бисквита «Прага» №7 [3]. Для определения аминокислотного состава были использованы справочные данные химического состава пищевых продуктов [4]. Биологическая ценность белков методом расчета аминокислотного сора [5–7]. Качественная оценка белка определением коэффициента утилитарности, коэффициента сбалансированности аминокислотного состава, коэффициента различий аминокислотного сора [5–7].

Результаты исследований. На основе ранее опубликованных нами работ [8, 9] был разработан безглютеновый бисквит, в котором пшеничная мука заменена на смесь из кукурузной, кокосовой муки и кэроба.

При разработке компонентного состава новых пищевых продуктов важен анализ биологической ценности белков, определяемой сбалансированностью аминокислотного состава. Из рисунка 1 видно, что у белка пшеницы этот показатель немного ниже, чем у других растений. Следовательно, выбранные виды безглютеновой муки для бисквитного полуфабриката, такие, как кокосовая мука, превосходят пшеничную по содержанию треонина в 65,2 раз, валина – в 25,5 раз, метионина – в 11,6 раз, лейцина – в 7,3 раз, фенилаланина – в 8,9 раз, аспарагиновой кислоты – в 2,9 раз, серина – в 51,3 раз, пролина – в 27,1 раз, аланина – в 166,6 раз и тирозина – в 7 раз; кукурузная мука: лейцина – в 1,2 раз, аспарагина – в 1,1 раз и аланина – в 1,6 раз. Мука рожкового дерева (кэроб) была выбрана в качестве замены какао-порошка и превосходит в основном пшеничную муку по содержанию минеральных веществ.

Аминокислотный скор отражает отношение незаменимых аминокислот (НЗАК) в белке к идеальному белку. Идеальный (эталонный) белок, предложенный ФАО/ВОЗ, имеет наилучший химический состав, близкий к куриному яйцу и женскому грудному молоку.

Из данных рисунка 2 видно, что безглютеновый бисквит больше всего содержит треонина – 11,38 г в 100 г белка, по сравнению с эталонным 4,00. Треонин необходим для образования зубной эмали, он участвует в синтезе коллагена и эластина, в белковом и жировом обмене, стимулирует иммунитет и помогает работе печени, препятствуя отложению в ней жиров. Треонин способствует росту и развитию мышечной массы, повышает силовые показатели, ускоряет восстановление после тяжелых тренировок.

В результате представленных данных из рисунка 2 отмечено количественное повышение содержания валина в 1,8 раз, изолейцина, лейцина и лизина – 1,1 раз, метионина + цистеина – 2,7 раза и треонина – 2,8 раза по сравнению с контролем.

Содержание аминокислот в отдельных видах муки, г

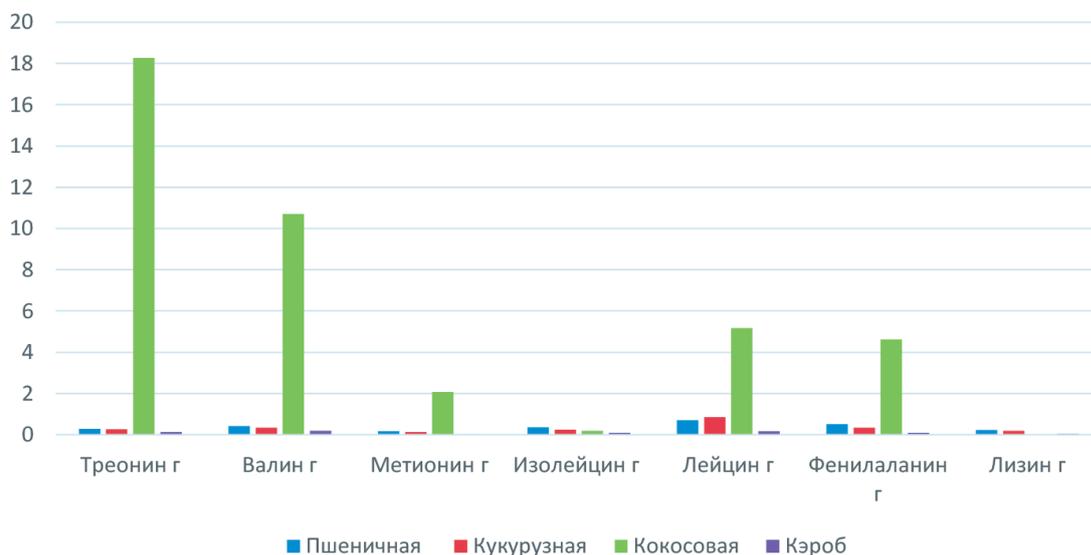


Рис. 1. Аминокислотный состав выбранных видов муки

Fig. 1. Amino acid composition of selected types of flour

Содержание аминокислот образцов, г

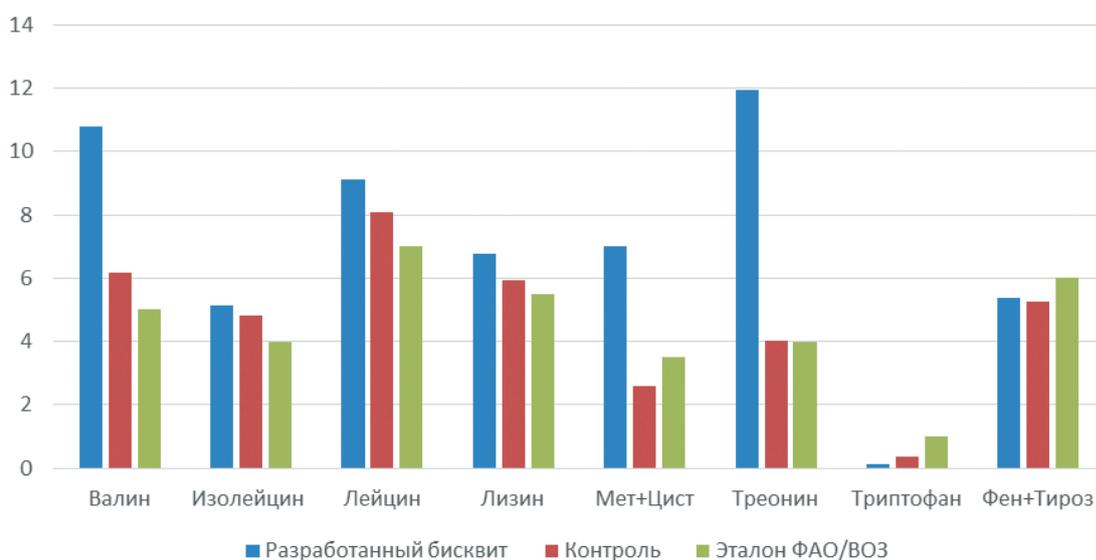


Рис. 2. Содержание аминокислот в контрольном и разработанном образцах относительно эталонного значения

Fig. 2. Amino acid content in the control and developed samples relative to the reference value

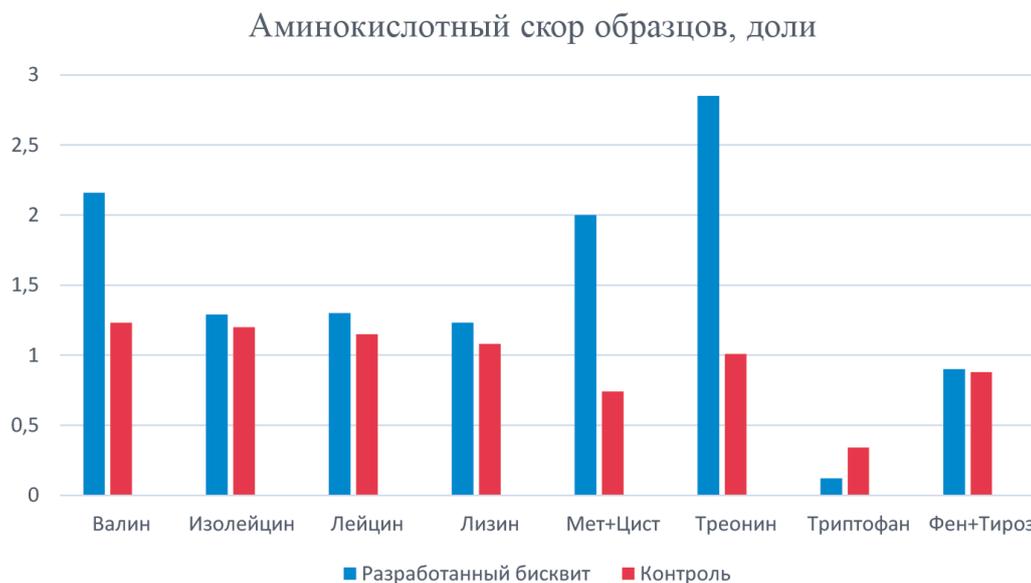


Рис. 3. Аминокислотный скор контрольного и разработанного образца

Fig. 3. Amino acid score of control and developed samples

Как видно из рисунка 3, разработанный безглютеновый бисквит имеет две лимитирующие кислоты, которые содержатся в наименьшем количестве, т. е. < 1 . Наличие в продукте лимитирующей незаменимой аминокислоты (НЗАК) означает, что такой продукт нельзя употреблять в пищу без комбинирования его с обогащенными этой аминокислотой продуктами.

В результате расчетов определили, что первой лимитирующей аминокислотой является триптофан, второй – соединение «фенилаланин + тирозин», доли которых в аминокислотном скоре составили 0,12 и 0,90, соответственно. Данные НЗАК отвечают за естественный регулятор настроения и рост, уровень гемоглобина, а также за полноценную работу печени, сердечно-сосудистой и иммунной систем. Аминокислота фенилаланин участвует в синтезе следующих веществ: тирозина, выступающего сильным нейротрансмиттером; эпинефрина и норадреналина, стимулирующих работу центральной нервной системы; дофамина, влияющего на настроение, моторную функцию, при-

нятие важных решений. Дефицит этих соединений крайне негативно сказывается на работе всего организма [10]. Поэтому рекомендуется бисквитный полуфабрикат использовать в качестве основы для торта, который будет включать такие ингредиенты: банановую начинку и сливочно-творожный крем, что в результате обогатит бисквит недостающими аминокислотами.

Известно, что биологическая ценность белков определяется с помощью показателей, представленных на рисунке 4, и в этом случае организм обеспечивается необходимыми белками с незаменимыми аминокислотами в сбалансированных количествах [5].

Как видно из данных рисунка 4, в результате комплексной оценки коэффициента сбалансированности, опытный образец ниже на 0,25 доли единиц по сравнению с контролем. Это связано с тем, что разница между максимальным (треонин) и минимальным (триптофан) скором составляет 95,35% (рис. 3). Что касается коэффициента различий аминокислотного скором, то, наоборот, у разработанного безглютенового

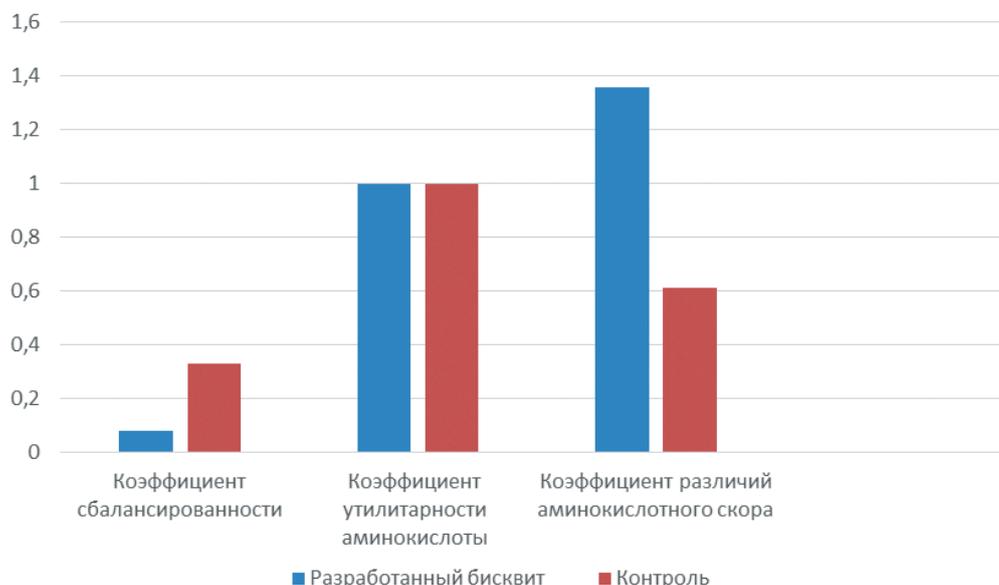


Рис. 4. Отдельные показатели биологической ценности белков

Fig. 4. Selected indicators of the biological value of proteins

бисквита он выше на 0,75% по сравнению с контролем из пшеничной муки.

Относительно коэффициента утилитарности в обоих образцах он одинаков и равен 1, что говорит о высокой степени усвояемости белков исследуемого продукта [11].

Обобщая результаты исследований, можно сделать выводы:

1. Композитная смесь из кукурузной, кокосовой муки и кэроба имеет более обогащенный аминокислотный состав по сравнению с контролем из пшеничной муки. Так, содержание валина выше в 1,8 раза, изолейцина, лейцина и лизина – 1,1 раза, метионина + цистеина – 2,7 раза и треонина – 2,8 раза.

2. Аминокислотный скор композитной смеси показал, что первой лимитирующей аминокислотой является триптофан, второй – соединение «фенилаланин + тирозин», доли которых составили 0,12 и 0,90, соответственно. Оценка комплексной сбалансированности безглютенового бисквитного полуфабриката показала недостаточный уровень сбалансированности в питании человека, но хорошую усвояемость всех аминокислот.

На основании проведенной работы разработанный безглютеновый бисквит необходимо рассматривать в качестве одного из продуктов суточного рациона питания человека или как основу для торта/пирожного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Niewinski M.M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. 2008; 108(4): 661-72.
2. Wang P. et. al. Effect of frozen storage on the conformational, thermal and microscopic properties of gluten: Comparative studies on gluten-, glutenin- and gliadin-rich fractions. Food Hydrocolloids; 2014: 238-246.
3. Павлов А.В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий: для предприятий общественного питания. СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ; 2004.

4. Скурихин И.М., Волгарева М.Н. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат; 1987.
5. Лисин П.А. и др. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2013; 3(11): 53-58.
6. Лисин П.А. и др. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов. Аграрный вестник Урала. 2012; 3(95): 26-28.
7. Величко Н.А., Шанина Е.В. Пищевая химия: методические указания к практическим занятиям. Красноярск; 2011.
8. Домахина М.Д., Мамина С.Е., Ушакова Ю.В. и др. Бисквитный полуфабрикат с добавлением растительного жира для аглютенной диеты: патент 2748592 Рос. Федерация, МПК А21D 13/066 / заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»; № 2020100498, заявл. 09.01.2020; опубл. 27.05.2021, Бюл. № 15.
9. Домахина М.Д., Зюзина С.С., Ушакова Ю.В. и др. Оптимизация бисквитного полуфабриката с добавлением растительного жира для аглютенной диеты. АПК России: образование, наука, производство: сборник статей V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием (Саратов, 19-20 дек. 2022 г.). Пенза: ПГАУ; 2023: 7-11.
10. Фенилаланин: значение незаменимой аминокислоты для человека и животных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://testslab.ru/stati/fenilalanin-znachenie-nezamenimoj-aminokisloty-dlya-cheloveka-i-zhivotnyh/>.
11. Никитина М.А., Сусь Е.Б. Контроль за качеством белка с помощью компьютерных технологий. Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: материалы Международной научно-практической конференции (Краснодар, 06-26 апр. 2015 г.). Краснодар; 2015: 381-384.

REFERENCES:

1. Niewinski MM. Advances in celiac disease and gluten-free diet. 2008; 108(4): 661-72.
2. Wang P. et. al. Effect of frozen storage on the conformational, thermal and microscopic properties of gluten: Comparative studies on gluten-, glutenin-and gliadin-rich fractions. Food Hydrocolloids; 2014: 238-246.
3. Pavlov A.V. Collection of recipes for flour confectionery and bakery products: for catering establishments. SPb.: PROFI-INFORM; 2004. [in Russian]
4. Skurikhin I.M., Volgareva M.N. Chemical composition of food products. Book 2: Reference tables for the content of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements, organic acids and carbohydrates. 2nd ed., revised. and additional M.: Agropromizdat; 1987. [in Russian]
5. Lisin P.A. et al. Methodology for assessing the balance of the amino acid composition of multi-component food products. Bulletin of Omsk State Agrarian University. 2013; 3(11): 53-58. [in Russian]
6. Lisin P.A. et al. Assessment of the amino acid composition of a recipe mixture of food products. Agrarian Bulletin of the Urals. 2012; 3(95): 26-28. [in Russian]
7. Velichko N.A., Shanina E.V. Food chemistry: guidelines for practical classes. Krasnoyarsk; 2011. [in Russian]
8. Domakhina M.D., Mamina S.E., Ushakova Yu.V. and others. Biscuit semi-finished product with the addition of vegetable fat for a gluten-free diet: patent 2748592 Ros. Federation, IPC A21D 13/066 / applicant and patent holder: «Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilova»; No. 2020100498, application. 01/09/2020; publ. 05/27/2021, Bulletin. No. 15.

9. Domakhina M.D., Zyuzina S.S., Ushakova Yu.V. et al. Optimization of semi-finished biscuit product with the addition of vegetable fat for a gluten-free diet. Russian agro-industrial complex: education, science, production: collection of articles of the V All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation (Saratov, December 19-20, 2022). Penza: PSAU; 2023: 7-11. [in Russian]

10. Phenylalanine: the importance of an essential amino acid for humans and animals [Electronic resource]. Access mode: <https://testslab.ru/stati/fenilalanin-znachenie-nezamenimoy-aminokisloty-dlya-cheloveka-i-zhivotnyh/>. [in Russian]

11. Nikitina M.A., Sus E.B. Protein quality control using computer technology. Innovative research and development for scientific support of the production and storage of environmentally friendly agricultural and food products: materials of the International Scientific and Practical Conference (Krasnodar, April 06-26, 2015). Krasnodar; 2015: 381-384. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Софья Сергеевна Зюзина, студент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

sonzyuzina@yandex.ru
тел.: +7 (937) 243 67 72

Sofya S. Zyuzina, Student, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

sonzyuzina@yandex.ru
tel.: +7 (937) 243 67 72

Мargarита Дмитриевна Щелкова, аспирант, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

domakhina1997@inbox.ru
тел.: +7 (906) 314 48 99

Margarita D. Shchelkova, Postgraduate student, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

domakhina1997@inbox.ru
tel.: +7 (906) 314 48 99

Юлия Валерьевна Ушакова, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

ushakovaj1990@gmail.com
тел.: +7 (987) 831 66 92

Yulia V. Ushakova, Senior lecturer, Department of Food Technology, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

ushakovaj1990@gmail.com
tel.: +7 (987) 831 66 92

Гульсара Есенгильдиевна Рысмукхамбетова, доцент кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», кандидат биологических наук

gerismuh@yandex.ru
тел.: +7 (905) 329 32 39

Gulsara Y. Rysmukhambetova, PhD (Biology), Associate Professor Department of Food Technology, FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»

gerismuh@yandex.ru
tel.: +7 (905) 329 32 39

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 29.01.2024; поступила после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 02.03.2024

Received 29.01.2024; Revised 01.03.2024; Accepted 02.03.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-72-82>

УДК 664-035.67:547.979.8

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Характеристика существующих способов получения каротинов из концентратов каротиноидов

Екатерина В. Лисовая¹, Аминет Д. Ачмиз¹,
Елена П. Викторова¹, Анзаур А. Схалыхов^{2*}

¹Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ; ул. Тополиная Аллея, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. Каротины, обладающие одновременно свойствами натуральных красителей и биологически активных веществ, оказывающих положительное влияние на здоровье и продолжительность жизни человека, получают все более широкое распространение в пищевой, фармакологической и косметологической промышленности. Это обуславливает потребность в увеличении объемов производства каротинов в промышленных масштабах. Для применения в пищевых технологиях рекомендуется инкапсулированная форма каротинов, что требует их высокой чистоты. Цель настоящего исследования – проведение анализа отечественной и иностранной научно-технической и патентной информации по существующим способам получения каротинов из концентрата каротиноидов для определения направления исследований по разработке технологии получения каротинов, в частности ликопина, обеспечивающей получение из концентрата каротиноидов ликопина с высокой чистотой, а также увеличение выхода ликопина. Рассмотрены вопросы применения хроматографических методов выделения ликопина, их преимущества и недостатки, а также использование неполярных и малополярных органических растворителей для выделения ликопина из концентрата каротиноидов. Отмечена перспективность направления исследований по использованию адсорбционных смол при выделении ликопина из концентрата каротиноидов.

По результатам анализа отечественной и иностранной научно-технической и патентной информации сделан вывод, что существующие на данный момент способы получения каротинов из концентрата каротиноидов, в частности ликопина, являются достаточно сложными в техническом исполнении и длительными. Некоторые из них позволяют получать ликопин высокой чистоты, но при этом выход ликопина настолько низок, что их промышленное масштабирование представляется нецелесообразным. Учитывая это, актуализируются исследования в области разработки технологии получения ликопина из концентрата каротиноидов, обеспечи-

вающей высокой выход ликопина высокой чистоты, с возможностью её реализации в промышленных масштабах.

Ключевые слова: способы, каротины, концентрат каротиноидов, олеорезины, ликопин, бета-каротин, колоночная хроматография, противоточная хроматография, адсорбционные смолы, неполярные органические растворители, малополярные органические растворители

Для цитирования: Лисовая Е.В., Ачмиз А.Д., Викторова Е.П. и др. Характеристика существующих способов получения каротинов из концентратов каротиноидов. *Новые технологии / New technologies*. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-72-82>

Characteristics of the existing methods for obtaining carotenes from carotenoid concentrates

Ekaterina V. Lisovaya¹, Aminet D. Achmiz¹,
Elena P. Viktorova¹, Anzaur A. Skhalyakhov^{2*}

¹*Krasnodar Research Institute for Storage and processing of agricultural products – a branch of FSBSI SCFNTSVV; 2 Topolinaya Alley, Krasnodar 350072, the Russian Federation*

²*FSBEI HE «Maikop State Technological University»; 191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation*

Abstract. Carotenes, which simultaneously have the properties of natural dyes and biologically active substances that have a positive effect on human health and life expectancy, are becoming increasingly widespread in the food, pharmacological and cosmetic industries. This necessitates an increase in the production of carotenes on an industrial scale. For use in food technologies, an encapsulated form of carotenes is recommended, which requires their high purity. The purpose of this study is to analyze domestic and foreign scientific, technical and patent information on existing methods for obtaining carotenes from carotenoid concentrates to determine the direction of research for the development of technology for the production of carotenes, in particular lycopene, ensuring the production of high purity lycopene from carotenoid concentrates, as well as increasing release of lycopene. The issues of using chromatographic methods for isolating lycopene, their advantages and disadvantages, as well as the use of non-polar and low-polar organic solvents for isolating lycopene from carotenoid concentrate are considered. The promising direction of research on the use of adsorption resins in the isolation of lycopene from carotenoid concentrates is noted.

It has been concluded that the currently existing methods for obtaining carotenes from carotenoid concentrates, in particular lycopene, are quite technically complex and time-consuming. Some of them allow the production of high purity lycopene, but the yield of lycopene is so low that their industrial scaling seems impractical. Taking this into account, research is being updated in the field of developing a technology for producing lycopene from a carotenoid concentrate, providing a high yield of high-purity lycopene, with the possibility of its implementation on an industrial scale.

Keywords: methods, carotenes, carotenoid concentrate, oleoresins, lycopene, beta-carotene, column chromatography, countercurrent chromatography, adsorption resins, non-polar organic solvents, low-polar organic solvents

For citation: Lisovaya E.V., Achmiz A.D., Viktorova E.P. et al. Characteristics of existing methods for obtaining carotenes from carotenoid concentrates. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-72-82>

Введение. Известно, что каротины, в частности бета-каротин и ликопин, находят широкое применение в качестве пищевых добавок как природные красители, обладающие биологически активными свойствами, что обуславливает их востребованность в технологиях пищевых продуктов, в том числе функциональных и специализированных [1].

Благодаря антиоксидантным свойствам, каротины, в том числе ликопин, получили широкое применение в профилактике и лечении различных заболеваний человека, в том числе онкологических, сердечно-сосудистых, сахарного диабета и других [2, 3].

Кроме того, бета-каротин является основным источником витамина А, который не вырабатывается человеческим организмом, но оказывает большое влияние на зрение, рост, развитие и репродуктивную функцию организма [4].

В настоящее время одними из коммерчески доступных форм каротинсодержащих добавок для использования в технологиях продуктов питания являются концентраты каротиноидов или олеорезины.

Концентраты каротиноидов или олеорезины представляют собой сложную многокомпонентную смесь органических веществ, полученную в результате экстракции каротиноидов из вторичных ресурсов переработки томатов с применением органических неполярных растворителей, которые затем удаляют [5].

Как правило, концентраты каротиноидов или олеорезины содержат, помимо каротиноидов, значительное количество триацилглицеринов, свободных жирных кислот, фосфолипидов, токоферолов, фитостеринов и других неполярных минеральных компонентов, содержащихся в клеточной стенке томатов [6].

Например, содержание ликопина в олеорезинах невелико и может колебаться в широком диапазоне от 3 до 25% от общей суммы каротиноидов [7–9].

Следует отметить, что на уровень содержания в полученных олеорезинах каротиноидов, а также на их свойства, в том числе и биодоступность, влияют следующие факторы:

- способ предварительной обработки исходного сырья;
- природа растворителя;
- температура процесса экстракции и сушки;
- время экстрагирования [10].

Известно, что наличие в олеорезинах, помимо ликопина и бета-каротина, других липидных компонентов оказывает значительное влияние на эффективность проявления ликопином и бета-каротином антиоксидантных свойств [11].

Кроме того, учитывая, что каротины и, в первую очередь, ликопин и бета-каротин подвержены в значительной степени изомеризации и деградации, т. е. окислению под воздействием внешних физических и химических факторов, а также, учитывая их липофильность, эффективной формой их включения в пищевую матрицу является инкапсулированная форма [12,13].

Следует отметить, что для инкапсуляции указанных каротинов необходимо обеспечить их высокую чистоту.

В связи с этим было предложено множество способов по получению ликопина высокой чистоты из каротинсодержащих концентратов и олеорезинов. Известно, что ликопин относительно высокой чистоты представляет собой кристаллы.

Одним из способов получения кристаллов ликопина высокой чистоты является хроматографическое разделение индивидуальных каротиноидов из каротинсодержащих олеорезинов или концентратов [14].

В работах [15,16] для выделения ликопина из томатной пасты использовали высокоскоростную противоточную хроматографию, в результате чего были получены кристаллы, содержащие 98,5% и 96,5% ликопина.

В патенте [17] предложен способ получения ликопина из томатов с применением метода колоночной хроматографии. Способ предусматривает заполнение сухого порошка томата в колонне, имеющей стеклянный фильтр, добавление растворителя и получение неочищенного экстракта, удаление неочищенного экстракта с получением концентрата, смешивание полученного концентрата и растворителя для выделения и элюирования ликопина с последующей фильтрацией и сушкой. Полученный ликопин в виде порошка смешивают с поверхностно-активным веществом при температуре от 30°C до 70°C в течение от 30 минут до 2 часов. Преимущество способа заключается в том, что он позволяет получить из томатов ликопин высокой чистоты, а смешивание его с поверхностно-активным веществом обеспечивает получение водорастворимой формы ликопина.

В патенте [18] описан способ получения индивидуальных каротиноидов высокой чистоты из растительного сырья, предусматривающий на первом этапе подготовку каротинсодержащего растительного сырья путем высушивания и измельчения с последующей многоступенчатой экстракцией каротиноидов (трехкратной) с применением таких растворителей, как этиловый спирт, ацетон, хлороформ или гексан. Полученный экстракт обрабатывают раствором гидрокарбоната натрия с концентрацией от 4% до 10%, промывают до нейтральной реакции, а затем удаляют растворители под вакуумом, с получением сухого экстракта. На втором этапе сухой экстракт растворяют в н-гексане. Разделение экстракта на индивидуальные каротиноиды осуществляют с применением метода колоночной хроматографии, при этом в качестве подвижной фазы используют петролейный эфир, диэтиловый эфир, ацетон или этиловый спирт, а в качестве сорбентов – оксид магния и оксид алюминия.

Однако, применение хроматографических методов выделения ликопина является

достаточно энерго- и ресурсозатратным. При этом выход получаемых в результате кристаллов с высоким содержанием ликопина (95–98%) достаточно мал. Кроме того, применение указанных кристаллов целесообразно только лишь в качестве стандартных образцов для химического анализа либо для получения фармацевтических субстанций.

В работе [19] для очистки и выделения ликопина из олеорезина, полученного из томатной кожицы, оценивали эффективность применения макропористых адсорбционных смол двадцати четырех видов. Установлено, что из 24 видов адсорбционных смол применение адсорбционной смолы LX-68 имеет более высокую эффективность разделения. В результате обработки олеорезина с применением указанного вида адсорбционных смол содержание ликопина в олеорезине увеличилось в 30,4 раза (с 0,21 до 6,38%). Проведенные исследования показали перспективность дальнейшего изучения свойств адсорбционных смол для их применения при масштабировании процесса производства ликопина из олеорезинов, полученных из кожицы томатов.

Предложенный в патенте [20] способ получения ликопина из томатного пюре включает экстракцию ликопина органическими растворителями и отделение кристаллического ликопина в процессе удаления растворителей. Способ позволяет получать ликопин со степенью кристаллизации более 80%. Достоинства предлагаемого способа – в простоте технологического процесса, высокой эффективности и энергосбережении.

В патенте [21] предложен способ получения кристаллического ликопина из томатной пасты, разработанный китайскими учеными. Способ заключается в реализации следующих стадий: смешивание томатной пасты и воды, разделение полученной смеси на томатный сок и осадок томатной пасты, обработку томатной пасты щелочным раствором,

сушку, измельчение, экстрагирование органическим растворителем, фильтрование экстракта, его выпаривание и концентрирование при низкой температуре для кристаллизации ликопина, отделение и сушку. В результате реализации этого способа получают продукт с содержанием ликопина более 10%.

Недостатками этого способа является его многостадийность, а также получение продукта с низким содержанием ликопина.

В патенте [22] описан способ получения кристаллов ликопина из каротинсодержащего олеорезина (исходное содержание ликопина в олеорезине от 1% до 12% от общего содержания каротинов) путем смешивания каротинсодержащего олеорезина с этиловым спиртом (96%-м) при температуре 40°C, выдерживания в покое в течение 30 минут и последующей фильтрационной сушки с получением красных кристаллов ликопина. Недостатком указанного способа является применение для кристаллизации полярного этилового спирта, в результате чего может быть удалена лишь часть примесей, что затрудняет процесс фильтрационной сушки продукта. Кроме того, чистота получаемых кристаллов достаточно низкая и характеризуется содержанием ликопина в интервале от 19% до 65%.

В патенте [23] предложен способ получения кристаллов ликопина, который предусматривает многоступенчатую обработку сырья – кожицы томатов, заключающуюся в предварительном омылении сырья слабощелочным раствором и обработку его низкомолекулярным спиртом, например, этанолом. Проводят экстракцию каротиноидов органическим растворителем, например, ацетоном, а затем процесс кристаллизации при температуре (0–10°C) и повторную кристаллизацию при более низкой температуре (до –20°C) с получением темно-красных кристаллов ликопина.

Несмотря на возможность получения кристаллов с высоким содержанием ликопина

(от 70% до 90%), указанный способ очень громоздкий и предусматривает применение большого количества химических реактивов.

В патенте [24] предусмотрено проведение омыления олеорезина с последующей промывкой примесей водой и его сушкой, а затем проведение процесса кристаллизации трижды с использованием одного растворителя для получения кристаллов ликопина высокой чистоты путем их отделения в результате равномерного и медленного падения температуры с 70°C до 0°C. Однако, учитывая, что повторные перекристаллизации значительно увеличивают продолжительность способа, а ликопин очень чувствителен к температуре, то при реализации указанного способа избежать потери ликопина очень сложно, а, следовательно, и обеспечить высокий выход кристаллов.

В патенте [25] предложен способ получения ликопина, разработанный российским автором Газиевым, исключающий применение растворителей для экстрагирования ликопина. Разработанный способ предусматривает термическую обработку томатных выжимок, образующихся при получении томатного сока или томатной пасты, которую осуществляют в присутствии карбоната кальция и бикарбоната натрия при температуре 100–115°C для обезвоживания томатных выжимок. Затем томатные выжимки смешивают с рафинированным дезодорированным подсолнечным маслом, которое добавляют в количестве 5% к массе выжимок, полученную смесь нагревают до температуры 115–125°C для перехода ликопина в масляную фазу. Масляную фазу экстрагируют паром в атмосфере углекислого газа, из полученной водно-масляной смеси отделяют масляный экстракт, который омыляют раствором гидроксида калия в этиловом спирте. Ликопин очищают путем промывки водой и этиловым спиртом. Основным недостатком предложенного способа является высокая температура процесса обез-

воживания томатных выжимок, а также высокая температура нагрева смеси обезвоженных выжимок и рафинированного дезодорированного подсолнечного масла, что может привести к нежелательной дегградации и изомеризации термолабильного ликопина.

В патенте [26] предложен способ получения ликопина из томатов и томатопродуктов с использованием малополярных растворителей – метилена хлористого, хлороформа, четыреххлористого углерода. Способ предусматривает 3-кратную экстракцию исходного растительного сырья (предварительно обезвоженного и измельченного) при 6-кратном объеме экстрагента и 2-кратную кристаллизацию ликопина из малополярного растворителя в присутствии спирта (этанол, метанол или бутанол). В результате исследований установлено, что экстракт томатов, полученный с помощью метиленхлорида, содержит больше ликопина, чем при использовании хлороформа или четыреххлористого углерода. Установлено, что только в присутствии спиртов обеспечивается требуемая чистота кристаллизуемого ликопина, а другие органические растворители не пригодны для этих целей. Показано, что наиболее оптимальная концентрация этанола при кристаллизации ликопина составляет 49%. Способ позволяет получить кристаллы с содержанием ликопина от 70% до 75%.

В патенте [27] предложен способ получения высокочистого ликопина из томатного олеорезина с содержанием ликопина от 3% до 15% от общего содержания каротинов, заключающийся в растворении олеорезина в органическом растворителе (диэтиловый эфир, бензол, циклогесан, н-гексан) при высокой температуре (60°C), горячей фильтрации полученного насыщенного раствора и последующего охлаждения до температуры –5°C для получения кристаллов ликопина высокой чистоты. Основным недостатком предложенного способа является высокая

температура при растворении олеорезина в органическом растворителе и фильтрации полученного раствора, что может привести к дегградации и изомеризации термолабильного ликопина.

Способ выделения и очистки кристаллов ликопина без проведения процесса перекристаллизации в органическом растворителе предложен в патенте [28]. Олеорезин, полученный из кожицы томатов, смешивают с композицией, содержащей пропиленгликоль, воду и щелочь (гидроксид калия) для получения реакционной смеси омыления, которую выдерживают в течение 30 минут при температуре 80°C. Омыленную смесь, содержащую кристаллы ликопина и продукты омыления, смешивают с водой для получения менее вязкого раствора, затем полученный раствор фильтруют для получения кристаллов ликопина. Полученные кристаллы ликопина промывают теплой водой и подвергают сушке. При реализации указанного способа возможно получение кристаллов с содержанием ликопина до 70%. Недостатком указанного способа является низкий выход кристаллов ликопина.

Проведенный анализ научно-технической литературы и патентной информации позволяет сделать заключение о том, что большинство способов получения каротинов, в частности ликопина, достаточно длительны и сложны в плане технической реализации, при этом возможно получить кристаллы с высоким содержанием ликопина, но их выход очень низкий. Указанный факт затрудняет возможность масштабирования способов получения ликопина в промышленных объемах.

Таким образом, актуальной задачей является разработка технологии получения каротинов, в частности ликопина, обеспечивающей выделение из концентрата каротиноидов ликопина с высокими чистотой и выходом, а также являющейся более простой с точки зрения её реализации в промышленном объеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ачмиз А.Д., Лисовая Е.В., Викторова Е.П. и др. Физиологическая роль каротиноидов и их применение в технологиях пищевых продуктов. Новые технологии. 2023; 19(1):14-25.
2. Клебанов Г.И. Антиоксидантные свойства ликопина. Биологические мембраны. 1998; 15(2): 227-237.
3. Matos H.R., Mascio P.D., Marisa H.G. Protective effect of lycopene on lipid peroxidation and oxidative DNA damage in cell culture. 2000; 383(1): 56-59.
4. Stahl W. Lycopene: A biologically important carotenoid for humans? Archives of Biochemistry and Biophysics. 1996; 336(1): 1-9.
5. Ачмиз А.Д., Лисовая Е.В., Свердловченко А.В. и др. Характеристика существующих способов получения каротиноидов из растительного сырья и вторичных ресурсов его переработки. Новые технологии. 2022; 18(2): 15-25.
6. Hackett M.M., Lee J.H., Francis D. Thermal stability and isomerization of lycopene in tomato oleoresins from different varieties. Journal of food science. 2004; 69(7): 536-541.
7. Lenucci M.S., Caccioppola A., Durante M. Optimisation of biological and physical parameters for lycopene supercritical CO₂ extraction from ordinary and high-pigment tomato cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010; 90(10):1709-1718.
8. Matulka R.A., Hood A.M, Griffiths J.C. Safety evaluation of a natural tomato oleoresin extract derived from food-processing tomatoes. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2004; 39(1): 390-402.
9. Zuorro A. Enhanced Lycopene Extraction from Tomato Peels by Optimized Mixed-Polarity Solvent Mixtures. Molecules. 2020; 25 (9): 2038.
10. Elbadrawy E., Amany Sello A. Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts. Arabian Journal of Chemistry. 2016; 9: 1010-1018.
11. Gonza'lez I.N., Valverde V.G., Alonso J.G., Periago M.G. Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber. Food Research International. 2011; 44: 1528-1535.
12. Королевцев А.А., Тырсин Ю.А., Быковская Е.Е. Применение нано- и микрокапсулирования в фармацевтике и пищевой промышленности. Вестник Российской академии естественных наук. 2013; 1:77-84.
13. Li Y., Cui Z., Hu L. Recent technological strategies for enhancing the stability of lycopene in processing and production. Food chemistry. 2023; 405:134799.
14. Кугерян А.Г., Степанова Э.Ф. Оптимизация технологии получения β-каротина методом математического планирования эксперимента. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017; 1(8): 66-69.
15. Wei Y., Zhang T.Y., Xu G.Q. et al. Application of analytical and preparative high-speed counter-current chromatography for separation of lycopene from crude extract of tomato paste. Journal of Chromatography. 2001; 929: 169-173.
16. Baldermann S., Ropeter K., Köhler N. et al. Isolation of alltrans lycopene by high-speed counter-current chromatography using a temperature-controlled solvent system. Journal of Chromatography. 2008; 1192: 191-193.
17. Способ получения очищенного ликопина и водорастворимого ликопина из томатов: патент на изобретение 101112053 Корея МПК А61К 36/81, А61К 9/20, А61Р 35/00 / Oe Suk Mun; заявитель и патентообладатель: Oe Suk Mun; № 1020110059833; заявл. 22.02.2007; опубл. 27.08.2008. 7 с.
18. Способ получения индивидуальных каротиноидов: патент 2648452 Рос. Федерация А61К 36/00, А61К 35/56, А61К 35/612, В01Д 11/02 / Кугерян А.Г., Печинский С.В., Степанова Э.Ф.; патентообладатель: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»; № 2016148100; заявл. 07.12.2016. опубл. 26.03.2018, Бюл. № 9. 6 с.
19. Liu Y., Liu J., Chen X. et al. Preparative separation and purification of lycopene from tomato skins extracts by macroporous adsorption resins. Food Chemistry. 2010; 123(4):1027-1034.

20. Способ получения ликопина: патент на изобретение WO/2003/028481, Китай, МПК C09B 61/00 / Chen Huanzhong; патентообладатель: Xinjiang Jinqi Industry Limited; № PCT/CN 2002/000080; заявл. 28.09.2001; опубл. 10.04.2003. 5 с.

21. Способ получения кристаллического ликопина или олеорезина ликопина из томатной пасты: патент на изобретение 1298904, Китай, МПК C09B 61/00 / Wen Gang, Hu Guang, Li Xin; патентообладатель: Shengminghong Science and Technology Investment Development Co Ltd, Xinjiang; № 00128226.3; заявл. 18.12.2000; опубл. 13.06.2001. 6 с.

22. Способ получения ликопина: патент на изобретение 1775867 А Китай МПК C09B 61/00 / Маньцзян У., Ли А. Тонгю С.; патентообладатель: Синьцзянский технический институт физики и химии Китайской академии наук; № 200510126592.2А; заявл. 30.11.2005; опубл. 24.05.2006. 7 с.

23. Способ получения кристаллов ликопина и концентрата: патент на изобретение 1687239 А, Китай, МПК C09B 61/00 / Маньцзян У., Ли А. Тонгю С.; патентообладатель: Синьцзянский технический институт физики и химии Китайской академии наук; № 200510071552; заявл. 25.05.2005; опубл. 26.10.2005. 7 с.

24. Способ получения и очистки ликопина: патент на изобретение 1807410 А, Китай, МПК C07C 403/24, C09B 61/00 / Жунхоу Л., Сяоянь М.; патентообладатель: Шанхайский университет им. Цзяотуна; №200610024083.3А; заявл. 26.07.2006; опубл. 23.02.2006. 9 с.

25. Способ получения ликопина: патент на изобретение 2172608 Рос. Федерация МПК A23L 1/212 A61K 35/78 / Газиев А.И.; заявитель и патентообладатель Газиев А.И.; № 2000125003; заявл. 04.10.2000; опубл. 27.08.2001, Бюл. № 24. 7 с.

26. Способ получения ликопина и лекарственный препарат ликопина: заявка 94017353 Рос. Федерация МПК A61K 35/78 / Капитанов А.В., Муратова Л.Е., Пименов А.М., Нестерова О.А.; заявитель и патентообладатель: Товарищество с ограниченной ответственностью «Инвест»; № 94017353; заявл. 11.05.1994; опубл. 10.08.1996. 9 с.

27. Способ получения высокочистого ликопина: патент на изобретение 472183, Китай, МПК C07C 7/14, C07C 11/02 / Z. Yaping, Y. Wenli, W. Daru; патентообладатель: Shaghai Communication Univ.; № 03129382.4; заявл. 19/06/2003; опубл. 04.02.2004. 8 с.

28. Способ выделения и очистки кристаллов ликопина: патент на изобретение 5858700, США, МПК C12N 1/00, C12P 23/00, A61K 36/00 / Ausich Rodney L., Sanders David J.; патентообладатель: Kemin Foods LC.; № 08832282; заявл. 03.04.1997; опубл. 12.01.1999. 6 с.

REFERENCES:

1. Achmiz A.D., Lisovaya E.V., Viktorova E.P. et al. Physiological role of carotenoids and their application in food technologies. *New technologies*. 2023; 19(1):14-25. [in Russian]
2. Klebanov G.I. Antioxidant properties of lycopene. *Biological membranes*. 1998; 15(2): 227-237. [in Russian]
3. Matos H.R. Mascio P.D., Marisa H.G. Protective effect of lycopene on lipid peroxidation and oxidative DNA damage in cell culture. 2000; 383(1): 56-59.
4. Stahl W. Lycopene: A biologically important carotenoid for humans? *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 1996; 336(1): 1-9.
5. Achmiz A.D., Lisovaya E.V., Sverdlichenko A.V. et al. Characteristics of existing methods for obtaining carotenoids from plant raw materials and secondary resources for their processing. *New technologies*. 2022; 18(2): 15-25. [in Russian]
6. Hackett M.M., Lee J.H., Francis D. Thermal stability and isomerization of lycopene in tomato oleoresins from different varieties. *Journal of food science*. 2004; 69(7): 536-541.
7. Lenucci M.S., Caccioppola A., Durante M. Optimization of biological and physical parameters for lycopene supercritical CO₂ extraction from ordinary and high-pigment tomato cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010; 90(10):1709-1718.

8. Matulka R.A., Hood A.M., Griffiths J.C. Safety evaluation of a natural tomato oleoresin extract derived from food-processing tomatoes. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2004; 39(1): 390-402.

9. Zuorro A. Enhanced Lycopene Extraction from Tomato Peels by Optimized Mixed-Polarity Solvent Mixtures. *Molecules*. 2020; 25(9):2038.

10. Elbadrawy E., Amany Sello A. Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts. *Arabian Journal of Chemistry*. 2016; 9: 1010-1018.

11. Gonza'lez I.N., Valverde V.G., Alonso J.G., Periago M.G. Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber. *Food Research International*. 2011; 44: 1528-1535.

12. Korolevets A.A., Tyrsin Yu.A., Bykovskaya E.E. Application of nano- and microencapsulation in pharmaceuticals and food industry. *Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences*. 2013; 1:77-84. [in Russian]

13. Li Y., Cui Z., Hu L. Recent technological strategies for enhancing the stability of lycopene in processing and production. *Food chemistry*. 2023; 405:134799.

14. Kugeryan A.G., Stepanova E.F. Optimization of technology for producing β -carotene using the method of mathematical experimental planning. *Development and registration of medicines*. 2017; 1(8): 66-69. [in Russian]

15. Wei Y., Zhang T.Y., Xu G.Q. et al. Application of analytical and preparative high-speed counter-current chromatography for separation of lycopene from crude extract of tomato paste. *Journal of Chromatography*. 2001; 929: 169-173.

16. Baldermann S., Ropeter K., Köhler N. et al. Isolation of alltrans lycopene by high-speed counter-current chromatography using a temperature-controlled solvent system. *Journal of Chromatography*. 2008; 1192: 191-193.

17. Method for obtaining purified lycopene and water-soluble lycopene from tomatoes: patent for invention 101112053 Korea IPC A61K 36/81, A61K 9/20, A61P 35/00 / Oe Suk Mun; Applicant and Patentee: Oe Suk Mun; No. 1020110059833; appl. 22.02.2007; publ. 27.08.2008. 7 p.

18. Method for obtaining individual carotenoids: patent 2648452 Russ. Federation A61K 36/00, A61K 35/56, A61K 35/612, B01D 11/02 / Kugeryan A.G., Pechinsky S.V., Stepanova E.F.; patent holder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Medical University»; No. 2016148100; appl. 07.12.2016. publ. 26.03.2018, Bulletin. No. 9. 6 p.

19. Liu Y., Liu J., Chen X. et al. Preparative separation and purification of lycopene from tomato skins extracts by macroporous adsorption resins. *Food Chemistry*. 2010; 123(4):1027-1034.

20. Method for producing lycopene: patent for invention WO/2003/028481, China, IPC C09B 61/00 / Chen Huanzhong; Patentee: Xinjiang Jinqi Industry Limited; No. PCT/CN 2002/000080; appl. 09.28.2001; publ. 10.04.2003. 5 p.

21. Method for producing crystalline lycopene or oleoresin lycopene from tomato paste: invention patent 1298904 China IPC C09B 61/00 / Wen Gang, Hu Guang, Li Xin; Patentee: Shengminghong Science and Technology Investment Development Co Ltd, Xinjiang; No. 00128226.3; appl. 18.12.2000; publ. 13.06.2001. 6 p.

22. Method for obtaining lycopene: patent for invention 1775867 A China IPC C09B 61/00 / Manjiang W., Li A. Tongyu S.; patent holder: Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry of the Chinese Academy of Sciences; No. 200510126592.2A; appl. November 30, 2005; publ. 24.05.2006. 7 p.

23. Method for obtaining lycopene crystals and concentrate: patent for invention 1687239 A China IPC C09B 61/00 / Manjiang W., Li A. Tongyu S.; patent holder: Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry of the Chinese Academy of Sciences; No. 200510071552; appl. 25.05.2005; publ. 26.10.2005. 7 p.

24. Method for obtaining and purifying lycopene: patent for invention 1807410 A China IPC C07C 403/24, C09B 61/00 / Ronghou L., Xiaoyan M.; patent holder: Shanghai University. Jiaotong; No. 200610024083.3A; appl. 26.07.2006; publ. 23.02.2006. 9 p.

25. Method for producing lycopene: patent for invention 2172608 Ros. Federation IPC A23L 1/212 A61K 35/78 / Gaziev A.I.; applicant and patent holder A.I. Gaziev; No. 2000125003; appl. 04.10.2000; publ. 27.08.2001, Bulletin. No. 24. 7 p.

26. Method of obtaining lycopene and medicinal preparation of lycopene: application 94017353 Ros. Federation IPC A61K 35/78 / Kapitanov A.V., Muratova L.E., Pimenov A.M., Nesterova O.A.; applicant and patent holder: Limited Liability Partnership «Invest»; No. 94017353; appl. 11.05.1994; publ. 10.08.1996. 9 p.

27. Method for producing high-purity lycopene: patent for invention 472183 China IPC C07C 7/14, C07C 11/02 / Z. Yaping, Y. Wenli, W. Dapu; Patentee: Shanghai Communication Univ.; No. 03129382.4; appl. 19.06.2003; publ. 04.02.2004. 8 p.

28. Method for isolating and purifying lycopene crystals: invention patent 5858700 USA IPC C12N 1/00, C12P 23/00, A61K 36/00 / Ausich Rodney L., Sanders David J.; Patent owner: Kemin Foods LC.; No. 08832282; appl. 03.04.1997; publ. 12.01.1999. 6 p.

Информация об авторах / Information about the authors

Екатерина Валериевна Лисовая, кандидат технических наук, заведующий отделом пищевой технологии, контроля качества и стандартизации, КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ

e.kabalina@mail.ru
тел. +7 (961) 504 21 27

Ekaterina V. Lisovaya, PhD (Eng.), Head of the Department of Food Technology, Quality Control And Standardization, Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FSBSI «The North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking»

e.kabalina@mail.ru
тел. +7 (961) 504 21 27

Аминет Довлетовна Ачмиз, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела пищевой технологии, контроля качества и стандартизации, КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ

anna.achmiz@gmail.com
тел. +7 (918) 379 32 77

Aminet D. Achmiz, PhD (Eng.), Senior Researcher, Department of Food Technology, Quality Control and Standardization, Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FGBNU «The North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking»

anna.achmiz@gmail.com
тел. +7 (918) 379 32 77

Елена Павловна Викторова, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела пищевой технологии, контроля качества и стандартизации, КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ

kornena@bk.ru
тел. +7 (918) 078 65 78

Elena P. Viktorova, Dr Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Department of Food Technology, Quality Control and Standardization, Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FGBNU «The North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking»

kornena@bk.ru
тел. +7 (918) 078 65 78

Анзаур Адамович Схалыхов, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
arama75@mail.ru
тел. +7 (918) 220 08 88

Anzaur A. Skhalyakhov, Dr Sci. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Technology, Machines and Equipment of Food Production of the FSBEI HE «Maikop State Technological University»
arama75@mail.ru
тел. +7 (918) 220 08 88

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 29.01.2024; поступила после рецензирования 04.03.2024; принята к публикации 05.03.2024

Received 29.01.2024; Revised 04.03.2024; Accepted 05.03.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-83-97>
УДК [663.2.004.12:339.13] (470.621)
© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Комплексный подход к оценке качества вин, реализуемых на потребительском рынке г. Майкопа

Людмила В. Лунина*, Зарета Т. Тазова, Нафсет Т. Сиюхова

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация*

Аннотация. Качество и безопасность пищевых продуктов является одним из главных приоритетов Государственной политики России в области питания и благополучия населения.

Виноградные вина являются особым видом пищевых продуктов, отличающихся от других тем, что являются алкогольными напитками, полученными в результате полного или неполного брожения целого или дробленого свежего винограда или виноградного сула. Совокупность взаимного влияния таких факторов, как сорт винограда, климатические условия, методы выращивания и технология производства придают каждому вину свою уникальность и характер.

Разумеется, подобные слова могут характеризовать только натуральные напитки, которых, к сожалению, сегодня становится все меньше, несмотря на осуществление контрольно-надзорной деятельности и принятие различных мер государственного регулирования.

Присутствие на прилавках вин сомнительного качества порождает ряд серьёзных последствий, как для здоровья населения, так и для экономики страны.

В статье приведены результаты исследований по комплексной оценке качества вин, реализуемых на региональном потребительском рынке.

Определение органолептических и физико-химических показателей вин, регламентированных ГОСТ, проводили по методикам, установленным в действующих нормативных документах, определение качественного и количественного состава летучих компонентов, катионного состава осуществляли с помощью газохроматографического метода и метода капиллярного электрофореза.

По результатам работы установлено, что 30% от общего объема исследованных образцов вин отличались достаточно низкими органолептическими характеристиками, при полном соответствии по физико-химическим показателям установленным требованиям, а 10% по совокупности оценки органолептических, физико-химических показателей, компонентного и катионного состава идентифицированы как фальсифицированная продукция.

Ключевые слова: вина, идентификация, фальсификация, профили дегустационной оценки, показатели качества, компонентный и катионный состав, газохроматографический метод, метод капиллярного электрофореза

Для цитирования: Лунина Л.В., Тазова З.Т., Сиюхова Н.Т. Комплексный подход к оценке качества вин, реализуемых на потребительском рынке г. Майкопа. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-83-97>

An integrated approach to assessing the quality of wines sold on Maikop consumer market

Ludmila V. Lunina*, Zareta T. Tazova, Nafset T. Siyukhova

*FSBEI HE «Maikop State Technological University»,
191 Pervomaiskaya, Maikop, 385000, the Russian Federation*

Abstract. The quality and safety of food products is one of the main priorities of the Russian State policy in the field of nutrition and well-being of the population.

Grape wines are a special type of food product; they are alcoholic beverages obtained as a result of complete or incomplete fermentation of whole or crushed fresh grapes or grape must. The combination of mutual influence of such factors as grape variety, climatic conditions, cultivation methods and production technology gives each wine its uniqueness and character.

These features are characteristic for natural drinks, which, unfortunately, are becoming fewer and fewer today, despite the implementation of control and supervisory activities and the adoption of various government regulation measures.

The presence of wines of dubious quality on the shelves gives rise to a number of serious consequences, both for public health and for the state economy.

The article presents the results of research on a comprehensive assessment of the quality of wines sold on the regional consumer market.

The determination of the organoleptic and physico-chemical parameters of wines regulated by GOST has been carried out according to the methods established in the current regulatory documents; the determination of the qualitative and quantitative composition of volatile components and cationic composition has been carried out using the gas chromatographic method and the capillary electrophoresis method.

It has been established that 30% of the total volume of wine samples studied is distinguished by rather low organoleptic characteristics, with full compliance with the established requirements in terms of physical and chemical indicators, and 10%, based on the total assessment of organoleptic, physical and chemical indicators, component and cationic composition, are identified as counterfeit products.

Keywords: wine, identification, falsification, tasting profiles, quality indicators, component and cation composition, gas chromatographic method, capillary electrophoresis method

For citation: Lunina L.V., Tazova Z.T., Siyukhova N.T. An integrated approach to assessing the quality of wines sold on Maikop consumer market. Novye tehnologii / New technologies. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-83-97>

Введение. В настоящее время, благодаря росту числа отечественных предприятий по производству и розливу алкогольной продукции, а также импортным поставкам, на прилавках торговых предприятий значительно расширилась ассортиментная линейка вин. Производители стали внимательнее относиться к внешнему виду продукции: разнообразили оформление бутылок, применяют широкую гамму этикеток, улучшили дизайн расфасовочной тары. Но, к сожалению,

одновременно с позитивными изменениями наблюдается и тенденция увеличения количества некачественных и даже фальсифицированных напитков, особенно остро стоит эта проблема в отношении вин зарубежного производства [1–3].

Так, например, система анализа вина НИЦ «Курчатовский институт» в 2022 году помогла выявить подделки на российском рынке, которые, согласно маркировке, были произведены во Франции, Италии, Новой Зеландии, Аргентине, Грузии и

других странах, что вызывает понятную обеспокоенность всех участников потребительского рынка.

В этой связи представляется актуальным проведение постоянного мониторинга качества вин, присутствующих на торговых предприятиях, для обеспечения безопасности потребителей и снижения объема фальсифицированной продукции.

Цель исследования – идентификация и комплексная оценка качества вин, реализуемых на потребительском рынке г. Майкопа.

Объекты и методы исследования.

В качестве объектов исследований были использованы вина, выработанные различными винодельческими предприятиями РФ, а также вина, произведенные в зарубежных странах, приобретенные методом случайного отбора на различных торговых предприятиях города г. Майкопа:

образец № 1 – Вино белое сухое «Покровское Рислинг», Россия;

образец № 2 – Вино «Санта Лучия Мерло красное сухое», Чили;

образец № 3 – Вино «Пампас Шардоне/Шенен белое сухое», Аргентина;

образец № 4 – Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама, красное полусладкое», Молдова;

образец № 5 – Вино «Тост Тамады» Ркацителы, белое сухое», Россия;

образец № 6 – Вино «Красное полусладкое», Россия;

образец № 7 – Вино полусладкое розовое «Лазурная долина. Пино Фран», Россия;

образец № 8 – Вино «Каберне красное сухое», Россия;

образец № 9 – Вино сухое белое «Совиньон», Россия;

образец № 10 – Вино «Кубань. Таманский полуостров» сухое белое Шато Тамань. Мускат», Россия;

Работа выполнена на базе Центра коллективного пользования (Эксперт) ФГБОУ ВО «МГТУ».

Органолептические и физико-химические показатели опытных образцов определяли по методикам, установленным в действующих нормативных документах, компонентный и катионный состав [4–9] с использованием газохроматографического метода на хроматографе «Хроматэк – Кристалл 5000» и системы капиллярного электрофореза «Капель 105 «М» [10, 14, 16–18].

Результаты и обсуждения. В ходе мониторинга потребительского рынка г. Майкопа установлено, что основу структуры ассортимента составляют вина производства России, Молдовы, Грузии, Чили, Аргентины и Армении, среди которых наибольший удельный вес занимают российские вина таких предприятий, как ОАО АПФ «Фанагория», ООО «Кубань-Вино», ООО «АПК Мильстрим – Черноморские вина», АО производственно-аграрное объединение «Массандра».

По результатам идентификации, по маркировке опытных образцов несоответствия не выявлено.

Далее оценивались органолептические показатели путем дегустации. Профили деустациональной оценки объектов исследования представлены на рис. 1–6.

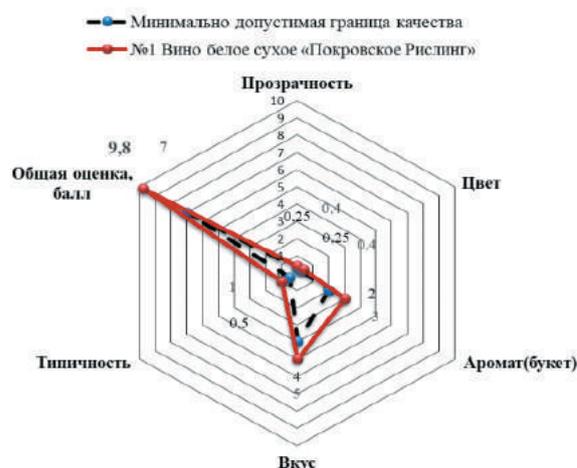


Рис. 1. Профиль дегустационной оценки образца № 1 /Вино белое сухое «Покровское Рислинг»/

Fig. 1. Tasting evaluation profile for sample No. 1 /Dry white wine «Pokrovskoe Riesling»/

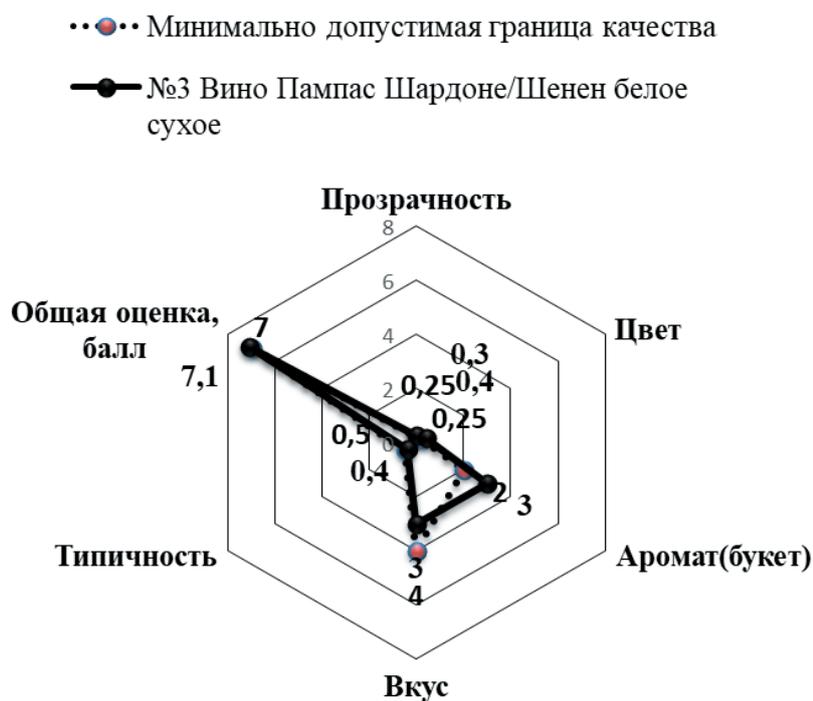
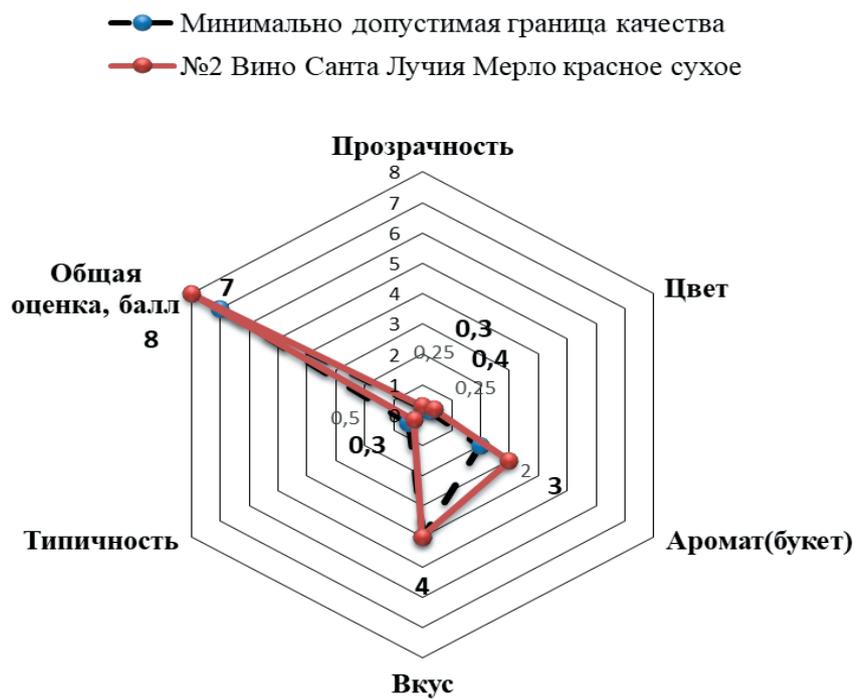
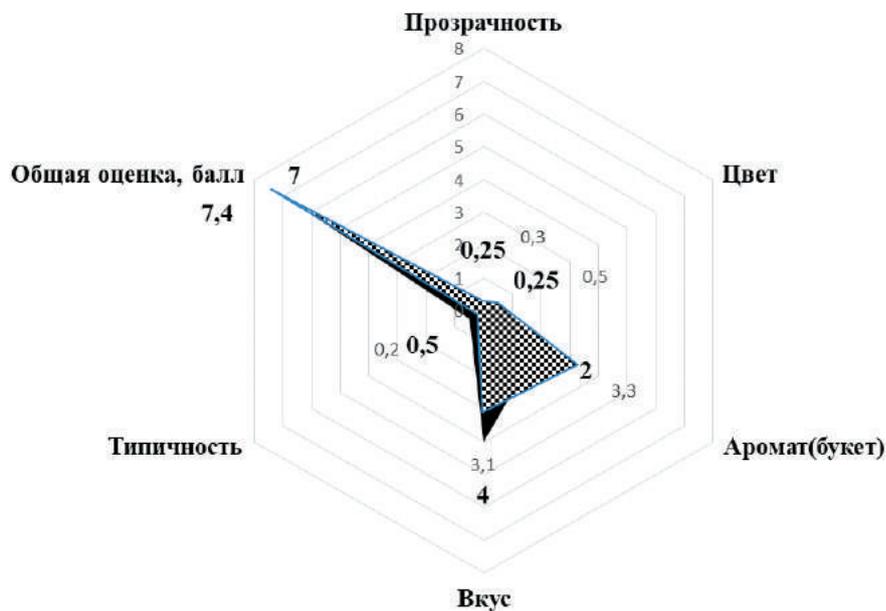


Рис. 2. Профиль дегустационной оценки образца № 2 /Вино «Санта Лучия Мерло красное сухое»/ и образца № 3 / Вино «Пампас Шардоне/Шенен белое сухое»/

Fig. 2. Tasting evaluation profile of sample No. 2 / Wine «Santa Lucia Merlot red dry» / and sample No. 3 / Wine «Pampas Chardonnay / Chenin white dry» /

- Минимально допустимая граница качества
- ▣ №4 Вино Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама красное полусладкое



- Минимально допустимая граница качества
- № 5 Вино "Тост Тамады" Ркацители, белое сухое

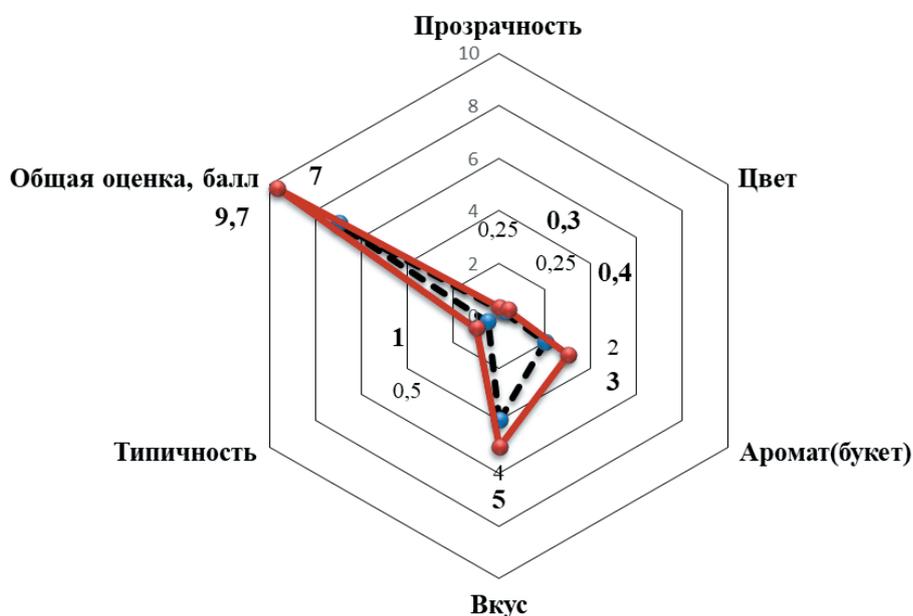


Рис. 3. Профиль дегустационной оценки образца № 4 / Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама красное полусладкое» / и образца № 5 / Вино «Тост Тамады» Ркацители, белое сухое/

Fig. 3. Tasting evaluation profile of sample No. 4 / Wine «Isabella Moldavian series Isabella de Crama red semi-sweet» / and sample No. 5 / Wine «Toast Tamady» Rkatsiteli, white dry /

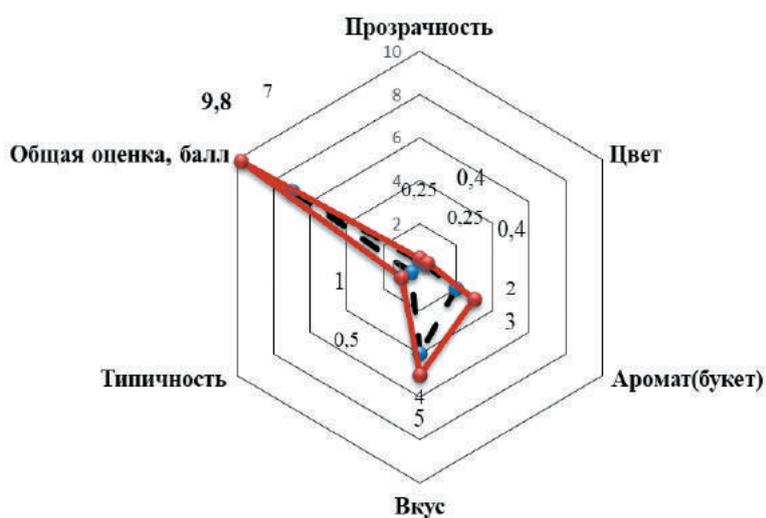
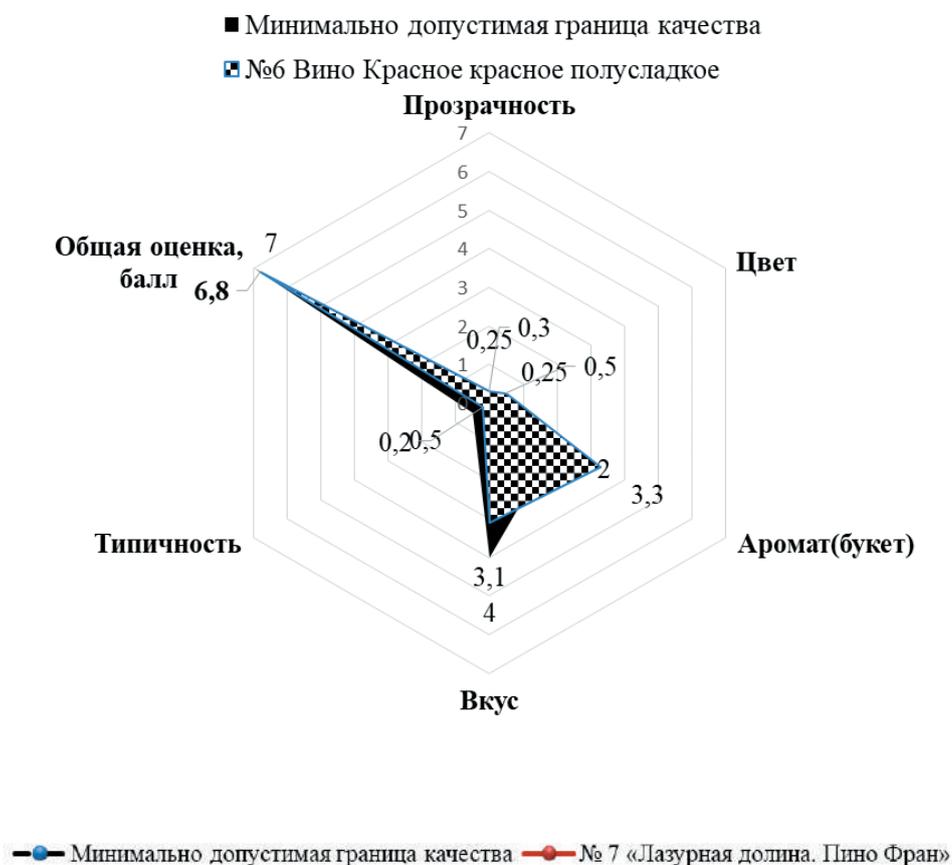


Рис. 4. Профиль дегустационной оценки образца № 6 / Вино «Красное полусладкое» / и образца № 7 / Вино полусладкое розовое «Лазурная долина. Пино Фран»/

Fig. 4. Tasting evaluation profile of sample No. 6 / Wine «Red semi-sweet» / and sample No. 7 / Semi-sweet rose wine «Azure Valley. Pinot Franc»/

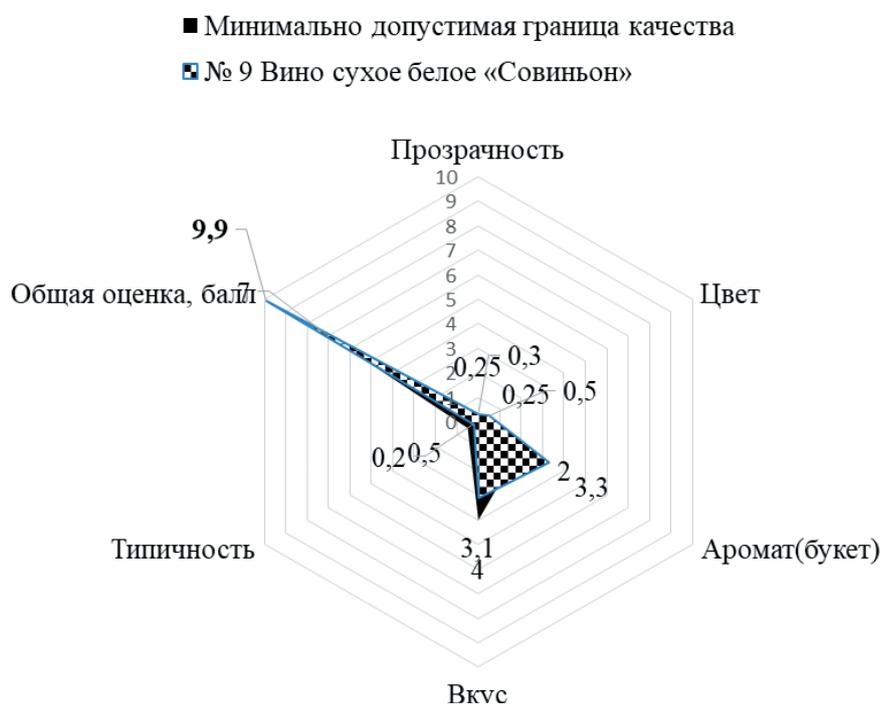
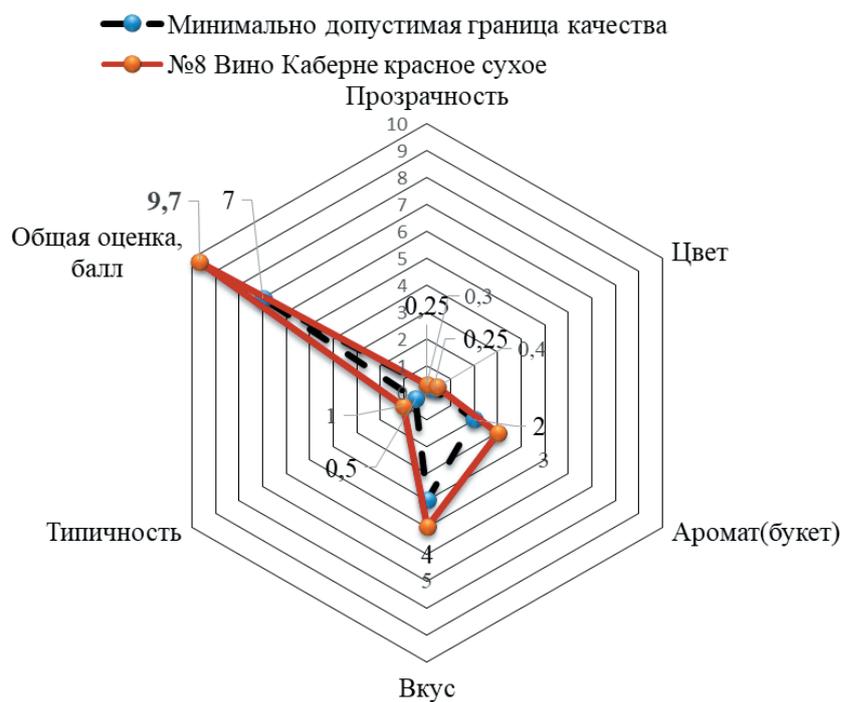


Рис. 5. Профиль дегустационной оценки образца № 8 / Вино «Каберне красное сухое» / и образца № 9 / Вино сухое белое «Совиньон»/

Fig. 5. Tasting evaluation profile of sample No. 8 / Wine «Dry red Cabernet» / and sample No. 9 / Dry white wine «Savignon»/

- Минимально допустимая граница качества
- ▣ Вино «Кубань. Таманский полуостров» сухое белое Шато Тамань. Мускат»

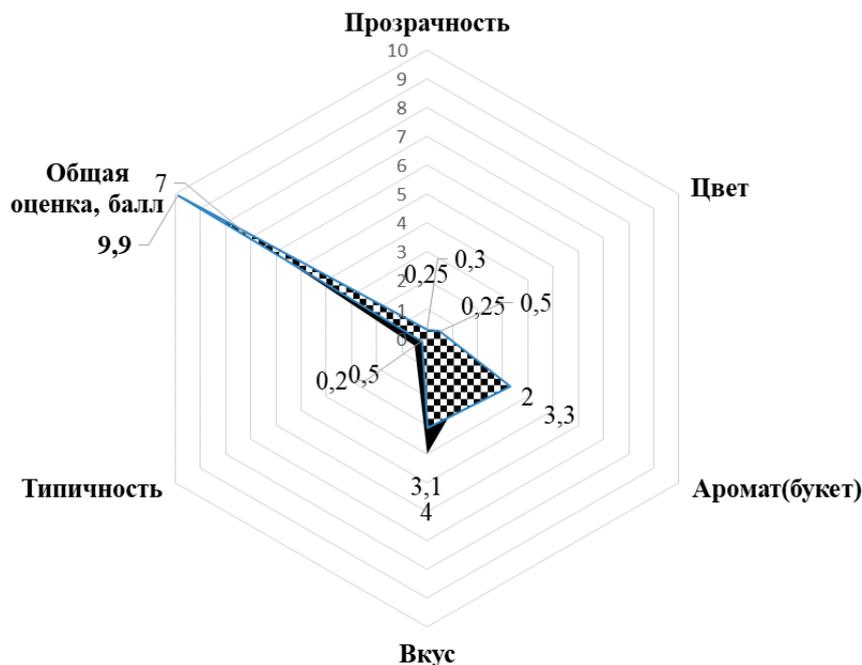


Рис. 6. Профиль дегустационной оценки образца № 10 / Вино «Кубань. Таманский полуостров» сухое белое Шато Тамань. Мускат»/

Fig. 6. Tasting evaluation profile of sample No. 10 / Wine «Kuban. Taman Peninsula» dry white Chateau Taman. Muscat»/

Дегустационная оценка показала, что из 10 образцов вин один (№ 6 / Вино «Красное красное полусладкое», Vintrest Seven, Россия) полностью не соответствовал типу по органолептическим показателям и был снят с дегустации.

Два образца, или 20,0% отличались достаточно низким качеством: № 3 / Вино «Пампас Шардоне/Шенен белое сухое», Аргентина/ и № 4 / Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама красное полусладкое», Молдова/.

К основным недостаткам исследованных вин можно отнести отсутствие сор-

тового аромата, нехарактерную окраску, мало- или негармоничный вкус, наличие уваренных и посторонних тонов во вкусе и аромате, что явилось, очевидно, следствием использования некачественного сырья и нарушения технологических процессов производства.

Далее для подтверждения органолептической оценки нами были проведены экспериментальные исследования образцов, вызвавших сомнение в качестве, с помощью газохроматографического метода (рис. 7–9).

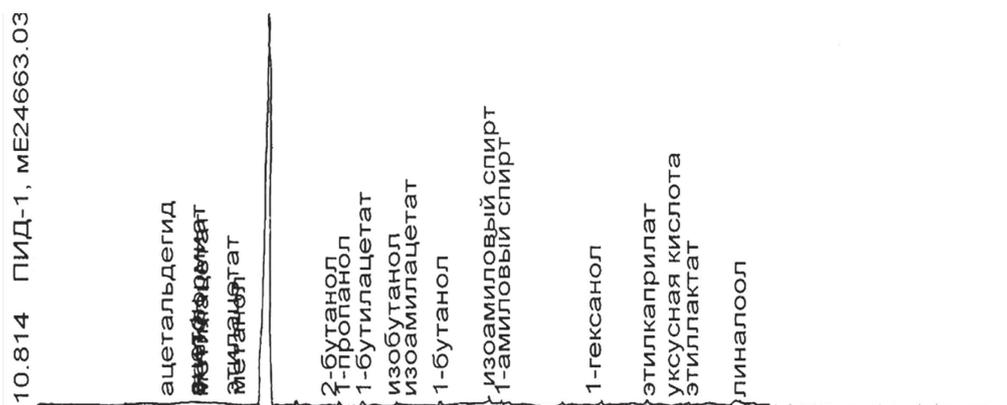


Рис. 7. Хроматограмма образца № 3 / Вино «Пампас Шардоне / Шенен белое сухое»

Fig. 7. Chromatogram of sample No. 3 / Wine «Pampas Chardonnay / Chenin white dry»

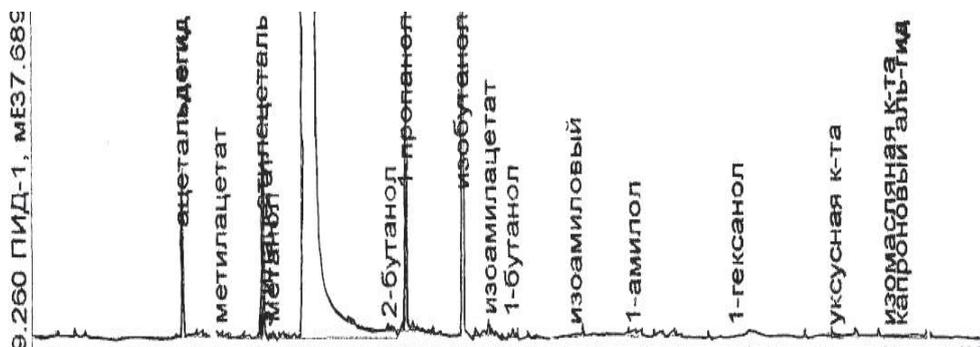


Рис. 8. Хроматограмма образца № 4 / Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама красное полусладкое», Молдова

Fig. 8. Chromatogram of sample No. 4 / Wine «Isabella Moldavian series Isabella de Crama red semi-sweet», Moldova

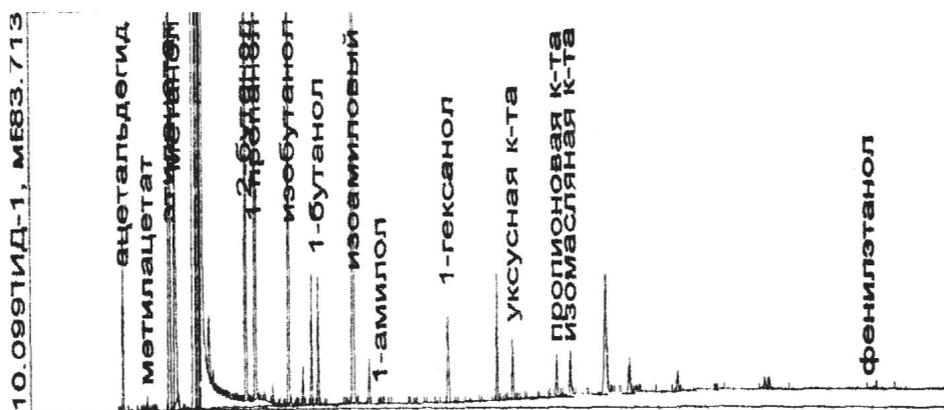


Рис. 9. Хроматограмма образца № 6 / Вино «Красное полусладкое», Россия

Fig. 9. Chromatogram of sample No. 6 / Wine «Red semisweet», Russia

По результатам количественного расчета хроматограмм (рис. 7–9) установлено, что содержание летучих компонентов в образцах № 3, №4 находится в количествах близких к нехарактерным для подлинной продукции: ацетальдегид ($2,9 \text{ мг/дм}^3/2,8 \text{ мг/дм}^3$), сложные эфиры ($19,9 \text{ мг/дм}^3/19,92 \text{ мг/дм}^3$), сивушные масла ($169,19/169,8 \text{ мг/дм}^3$). Кроме того, отмечено значительное содержание уксусной кислоты ($700,1 \text{ мг/дм}^3$) и метанола ($270,13 \text{ мг/дм}^3$), что привело к ухудшению органолептических свойств вина, таких как вкус и аромат.

Что же касается образца № 6, то содержание летучих компонентов, таких как ацетальдегид ($1,58 \text{ мг/дм}^3$), сложные эфиры ($19,69 \text{ мг/дм}^3$), уксусная кислота ($819,94 \text{ мг/дм}^3$) привели к снятию образца с дегустации.

По данным [10, 11] существуют границы ароматических компонентов виноградных вин, за которыми достоверно определяется их фальсификация.

Сравнение фактически полученных в ходе исследования данных по ароматическим компонентам в опытных образцах № 3 и № 4 с допустимыми свидетельствует о том, что данные образцы относятся к категории вин сомнительного качества, а образец № 6 – к фальсифицированной продукции.

На следующем этапе применяли метод капиллярного электрофореза [1–2, 12] для анализа катионного состава вин, вызвавших сомнение в качестве, для оценки достоверности результатов предыдущих исследований.

В винодельческой продукции присутствуют катионы металлов различных групп. Наибольшие концентрации характерны для катионов калия, магния, кальция и натрия, причем катионный состав подлинной и фальсифицированной продукции значительно отличается.

Электрофореграммы образцов, вызвавших сомнение в качестве, представлены на рис. 10–12.

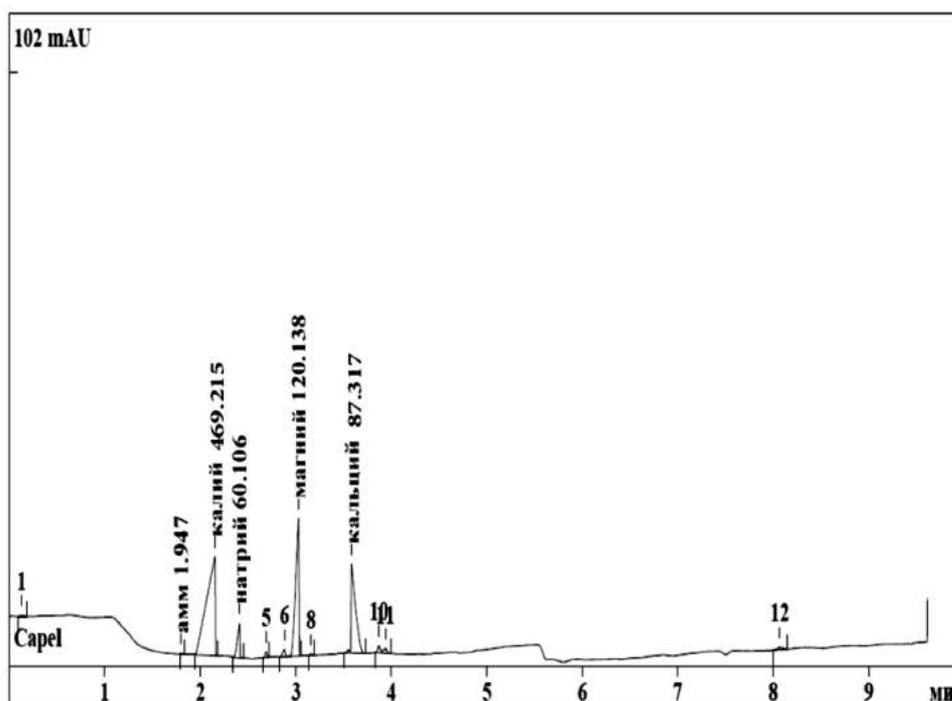


Рис. 10. Электрофореграмма образца № 3 /Вино «Пампас Шардоне /Шенен белое сухое»

Fig. 10. Electropherogram of sample No. 3 / Wine «Pampas Chardonnay / Chenin white dry»

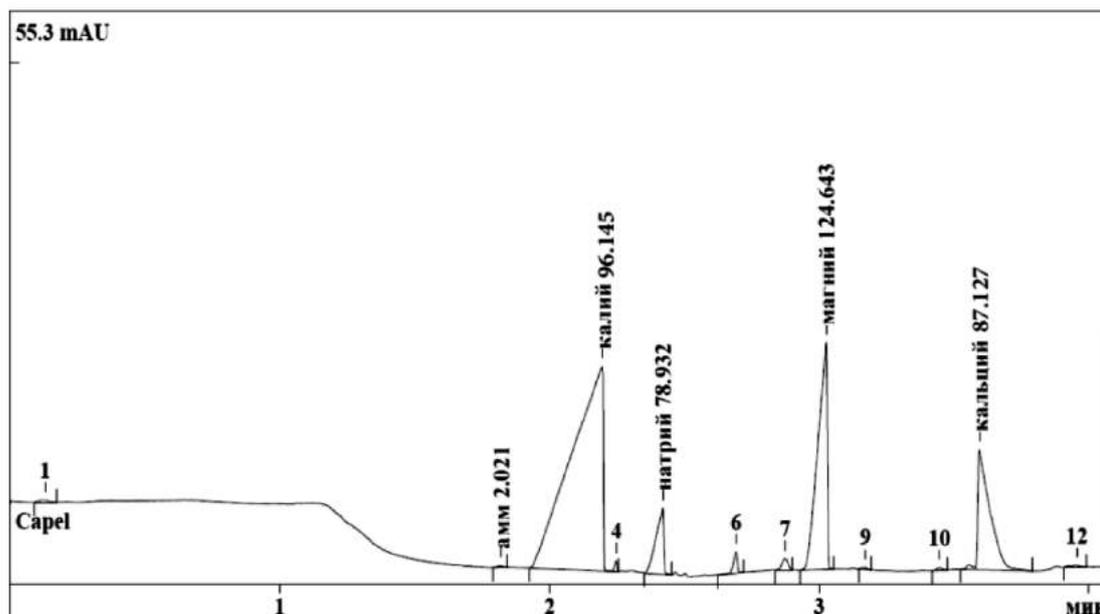


Рис. 11. Электрофореграмма образца № 4 / Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама, красное полусладкое»

Fig. 11. Electropherogram of sample No. 4 / Wine «Isabella Moldavian series Isabella de Crama red semi-sweet»

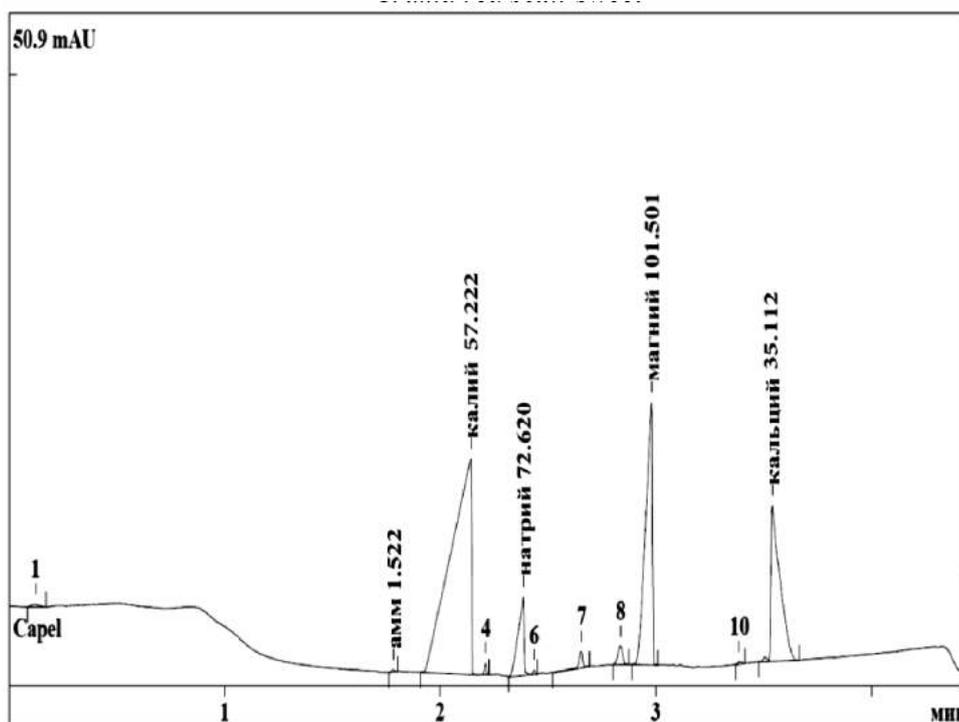


Рис. 12. Электрофореграмма образца № 6 / Вино красное полусладкое

Fig. 12. Electropherogram of sample No. 6 / Red semi-sweet wine

Далее был проведен расчет критерийных соотношений между общей минерализацией и катионами металлов. При расчете соотношений в подлинной продукции проявляется следующая особенность: Моб./К+ изменяется в пределах 3:1 – 1,6:1. В подлинных винах и их золе калий является преобладающим катионом. Иные закономерности характерны для фальсифицированной продукции.

Представленные материалы исследований свидетельствуют о том, что низким содержанием золы, катионов калия и кальция отличается образец № 6 /Вино Красное полусладкое/, в результате чего критерийные соотношения Моб./К+ и Моб./Са²⁺ этого образца не соответствуют диапазону варьирования для подлинной продукции. Данный образец идентифицирован как фальсифицированная продукция.

При контроле нормируемых физико-химических показателей установлено, что не соответствуют требованиям ГОСТ 32030-2013 по содержанию приведенного экстракта образцы № 2 /Вино «Санта Лучия Мерло» красное сухое/ – 18,4 г/дм³, № 3 /Вино «Пампас Шардоне /Шенен белое сухое»/ – 14,2 г/дм³, № 4 /Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама красное полусладкое»/ – 14,8 г/дм³.

Концентрация приведенного экстракта для красных вин должна находиться в диапазоне от 20,1 г/дм³ до 28,7 г/дм³, а для белых вин – от 17,8 г/дм³ до 27,8 г/дм³, что и привело к снижению дегустационной оценки.

Кроме того, в образце № 4 отмечено повышенное содержание сернистого ангидрида.

Выводы. По результатам проведенной комплексной оценки качества опытных образцов вин установлено:

– образцы № 1 /Вино белое сухое «Покровское Рислинг»/, № 5 /Вино «Тост Тамады» Ркацителы, белое сухое/, № 7 /Вино полусладкое розовое «Лазурная долина. Пино Фран»/, № 8 /Вино «Каберне красное сухое»/, № 9 /Вино сухое белое «Совиньон»/ № 10 /Вино «Кубань. Таманский

полуостров» сухое белое Шато Тамань. Мускат» по контролируемым показателям полностью соответствовали требованиям ГОСТ 32030-2013 и ТР ТС 022/2011.

– образцы № 3/ Вино «Пампас Шардоне /Шенен белое сухое», Аргентина/, № 4 /Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама красное полусладкое», Молдова/ отличались достаточно низкими органолептическими характеристиками: во вкусе и аромате отсутствовали сортовые оттенки, присутствовали тона тепловой обработки, а в послевкусии образца № 4 ощущался металлический привкус.

Кроме того, по содержанию приведенного экстракта образцы № 2 /Вино «Санта Лучия Мерло» красное сухое, Чили/, № 3 Вино «Пампас Шардоне /Шенен белое сухое, Аргентина»/, № 4 /Вино «Изабелла Молдавская серия Изабелла де Крама красное полусладкое, Молдова»/ не соответствовали требованиям ГОСТ 32030-2013, что привело к снижению дегустационной оценки.

Основными причинами выявленных недостатков, полагаем, явилось использование производителем в качестве сырья другого сорта винограда и нарушение технологических приемов производства;

– образец № 6 /Вино «Красное красное полусладкое», Россия/ по совокупности оценки органолептических, физико-химических показателей, компонентного и катионного состава идентифицирован как фальсифицированная продукция;

– из общего объема образцов вин, вызвавших сомнение в качестве, 75% составляли вина зарубежных производителей.

Результаты экспертизы касаются конкретных образцов, а не всей продукции предприятий-изготовителей, указанных в маркировке.

Таким образом, считаем, что только постоянный мониторинг контроля качества и безопасности вин, с освещением его результатов в СМИ, способен предотвратить попадание некачественной продукции в торговые предприятия и, в конечном итоге, на стол потребителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Идентификация и экспертиза виноградных вин и коньяков. Краснодар: Просвещение-Юг; 2008.
2. Агеева Н.М. и др. Применение капиллярного электрофореза для анализа вин и коньяков. InWine2005: сборник материалов Международной конференции. Кишинев; 2005: 124-125.
3. Валгина Л.А. Разработка комплексной товароведной оценки и идентификации столовых полусладких вин: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. М., 2011.
4. ГОСТ 32030-2013 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия. М.: Стандартинформ; 2014.
5. ГОСТ 32051-2013 Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа. М.: Стандартинформ; 2013.
6. ГОСТ 32095-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта. М.: Стандартинформ; 2013.
7. ГОСТ 13192-73 Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров. М.: Стандартинформ; 2011.
8. ГОСТ 32114-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот. М.: Стандартинформ; 2013.
9. ГОСТ 32000-2012 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации приведенного экстракта. М.: Стандартинформ; 2014.
10. ГОСТ 33834-2016 Продукция винодельческая и сырье для ее производства. Газохроматографический метод определения массовой концентрации летучих компонентов. М.: Стандартинформ; 2016.
11. Лунина Л.В. и др. Разработка критериев для определения аутентичности виноградных вин. Партнеры и конкуренты. 2005; 2: 23-25.
12. Лунина Л.В. Разработка способов оценки качества и идентификации виноградных вин и винных напитков: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15, 05.18.01. Краснодар; 2005.
13. Якуба Ю.Ф. и др. Виноградные вина, проблемы оценки их качества и региональной принадлежности. Аналитика и контроль. 2014; 18 14: 344-372.
14. Сиюхова Н.Т. и др. Аналитический контроль качества вин и виноматериалов. Новые технологии. 2022; 18(4): 78-94.
15. СтП00668034-23-14-2009 Материалы растительного происхождения. Метод определения массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция с применением капиллярного электрофореза. Аттестация: ГНУ СКЗНИИСиВ.
16. Soufleros E.H. et al. Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage. Food Chem. 2003; 80(2): 261-273.
17. Bodorev M.M., Subbotin B.S. [Chromatographic analysis of aromatic aldehydes and acids in wine]. Vinodelie i vinogradarstvo [Wine-making and Viticulture]. 2001; 1: 19-21.
18. Гаврилина В.А. и др. Применение метода главных компонент для идентификации и сравнения натуральных вин. Ч. 2. Критерии идентичности и подобия красных сухих вин при использовании комбинации метода главных компонент и ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием. Виноделие и виноградарство. 2007; 3: 30-32.

REFERENCES:

1. Ageeva N.M., Guguchkina T.I. Identification and examination of grape wines and cognacs. Krasnodar: Enlightenment-South; 2008. [in Russian]
2. Ageeva N.M. et al. Application of capillary electrophoresis for the analysis of wines and cognacs. InWine2005: collection of materials from the International Conference. Kishinev; 2005: 124-125. [in Russian]

3. Valgina L.A. Development of a comprehensive commodity assessment and identification of table semi-sweet wines: dis. ...PhD (Eng.): 05.18.15. M., 2011. [in Russian]
4. GOST 32030-2013 Table wines and table wine materials. General technical conditions. M.: Standartinform; 2014. [in Russian]
5. GOST 32051-2013 Wine products. Methods of organoleptic analysis. M.: Standartinform; 2013. [in Russian]
6. GOST 32095-2013 Alcoholic products and raw materials for its production. Method for determining the volume fraction of ethyl alcohol. M.: Standartinform; 2013. [in Russian]
7. GOST 13192-73 Wines, wine materials and cognacs. Method for determination of sugars. M.: Standartinform; 2011. [in Russian]
8. GOST 32114-2013 Alcoholic products and raw materials for their production. Methods for determining the mass concentration of titratable acids. M.: Standartinform; 2013. [in Russian]
9. GOST 32000-2012 Alcoholic products and raw materials for their production. Method for determining the mass concentration of the given extract. M.: Standartinform; 2014. [in Russian]
10. GOST 33834-2016 Wine products and raw materials for their production. Gas chromatographic method for determining the mass concentration of volatile components. M.: Standartinform; 2016. [in Russian]
11. Lunina L.V. etc. Development of criteria for determining the authenticity of grape wines. Partners and competitors. 2005; 2:23-25. [in Russian]
12. Lunina L.V. Development of methods for assessing the quality and identification of grape wines and wine drinks: abstract of thesis. dis. ...PhD (Eng.): 05.18.15, 05.18.01. Krasnodar; 2005. [in Russian]
13. Yakuba Yu.F. et al. Grape wines, problems of assessing their quality and regional affiliation. Analytics and control. 2014; 18 14: 344-372. [in Russian]
14. Siyukhova N.T. et al. Analytical quality control of wines and wine materials. New technologies. 2022; 18(4): 78-94. [in Russian]
15. StP00668034-23-14-2009 Materials of plant origin. Method for determining the mass concentration of ammonium, potassium, sodium, magnesium, calcium cations using capillary electrophoresis. Certification: State Institution SKZNIISiV.
16. Soufleros E.H. et al. Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage. Food Chem. 2003; 80(2): 261-273. [in Russian]
17. Bodorev M.M., Subbotin B.S. [Chromatographic analysis of aromatic aldehydes and acids in wine]. Vinodelie i vinogradarstvo [Wine-making and Viticulture]. 2001; 1: 19-21.
18. Gavrilina V.A. et al. Application of the principal component method for the identification and comparison of natural wines. Part 2. Criteria for the identity and similarity of dry red wines using a combination of the principal component method and HPLC with spectrophotometric detection. Winemaking and viticulture. 2007; 3:30-32.

Информация об авторах/ Information about the authors

Людмила Викторовна Лунина, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
тел.: +7 (928) 469 39 37
lunina1000@mail.ru

Ludmila V. Lunina, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
tel.: +7 (928) 469 39 37
lunina1000@mail.ru

Зарета Тальбиевна Тазова, кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

тел.: +7 (918) 420 81 54
zareta.tazova@yandex.ru

Нафсет Тевчежевна Сиюхова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Россия

тел.: +7 (988) 080 55 77
nsiyukhova@bk.ru

Zareta T. Tazova, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

tel.: +7 (918) 420 81 54
zareta.tazova@yandex.ru

Nafset T. Siyukhova, PhD (Agr.), Associate Professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, FSBEI HE «Maikop State Technological University», Russia

tel.: +7 (988) 080 55 77
nsiyukhova@bk.ru

Поступила в редакцию 22.12.2023; поступила после рецензирования 02.02.2024; принята к публикации 05.02.2024

Received 22.12.2023; Revised 02.02.2024; Accepted 05.02.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-98-109>

УДК 634.756631.527

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Оценка качества ягод земляники садовой зарубежной селекции

Ирина М. Новикова*, Ольга М. Блиникова,
Александр С. Ильинский

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет»;
ул. Интернациональная, д. 101, 393760, г. Мичуринск, Российская Федерация*

Аннотация. В настоящее время основным документом в области здорового питания является «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации», разработанная до 2030 года, в соответствии с которой основным направлением в данной области является обеспечение населения России полноценными продуктами питания, что обеспечит профилактику алиментарных заболеваний и приведет к увеличению продолжительности жизни населения, а также повышению уровня их качества жизни. В соответствии с данным документом необходимо стимулировать производство качественной продукции. При этом четко оговаривается необходимость использования сырья отечественного производства, а также функциональных ингредиентов из этого сырья в производстве широкого ассортимента продуктов для здорового и профилактического питания. Следует отметить значимость использования местного растительного фруктового и иного сырья, которое является источником многих дефицитных витаминов, минеральных веществ, нерастворимых и растворимых пищевых волокон, а также других ценных нутриентов. Кроме того, местное фруктовое сырье является климатически приспособленным к условиям жизнедеятельности человека конкретного региона. В связи с этим, необходимыми являются исследования, направленные на анализ пищевой ценности распространенного регионального фруктового сырья Центрально-Черноземного (ЦЧР) и других регионов России. Особенное значение в изучении пищевой ценности ягод и фруктов приобретают поливитаминные культуры, обладающие комплексом лечебных и профилактических свойств, к числу которых, несомненно, можно отнести землянику садовую. Целью работы являлось исследование потребительских качеств и пищевой ценности ягод земляники садовой новых сортов. В статье приведены результаты комплексной оценки потребительских качеств ягод семи новых, районированных в настоящее время сортов земляники садовой зарубежной селекции, выращенных в Тамбовской области: Априка, Вивара, Зефир, Квики, Летиция, Лорд и Сибиλλα. Качество ягодного сырья определяли по совокупности органолептических и физико-химических показателей, пищевой ценности, а также показателям безопасности. Результаты проведенных органолептических исследований показали, что ягоды всех исследуемых сортов отличались великолепными вкусовыми качествами. При этом отличным качеством обладали ягоды сортов Априка, Квики, Зефир и Вивара. Данные плоды отнесены к отличной категории качества. Ягоды сортов Летиция,

Сибилла и Лорд обладали хорошим качеством и были отнесены к первой категории качества. Исследования пищевой ценности ягод показали, что по содержанию аскорбиновой кислоты лидировали ягоды сорта Летиция, антоцианов – ягоды сорта Зефир. По показателям безопасности ягоды всех исследуемых сортов земляники садовой соответствовали требованиям, предъявляемым ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Ключевые слова: сорта, ягоды земляники садовой, потребительские свойства, органолептические показатели, товарное качество, пищевая ценность, безопасность

Благодарности:

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

Для цитирования: Новикова И.М., Блинникова О.М., Ильинский А.С. Оценка качества ягод земляники садовой зарубежной селекции. *Новые технологии / New technologies.* 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-98-109>

Quality assessment of garden strawberries of foreign selection

Irina M. Novikova*, Olga M. Blinnikova, Alexander S. Ilyinsky

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Michurinsky State Agrarian University»; 101 Internatsionalnaya str.,
393760, Michurinsk, the Russian Federation*

Abstract. At present, «Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030» is the main document in the field of healthy nutrition. According to it, the main direction in this area is to provide the Russian population with nutritious food products, which will ensure the prevention of nutritional diseases and lead to increase the life expectancy of the population, as well as improve their quality of life and to stimulate the production of quality products. At the same time, the need to use domestically produced raw materials, as well as functional ingredients from these raw materials in the production of a wide range of products for healthy and preventive nutrition, is clearly stated. The importance of using local plant, fruit and other raw materials, which are a source of many deficient vitamins, minerals, insoluble and soluble dietary fiber, as well as other valuable nutrients should be noted. In addition, local fruit raw materials are climatically adapted to the living conditions of humans in a particular region. In this regard, research aimed at analyzing the nutritional value of common regional fruit raw materials of the Central Chernozem Region (CCHR) and other regions of Russia is necessary. Of particular importance in the study of the nutritional value of berries and fruits as multivitamin crops that have a complex of medicinal and preventive properties. Among them are, undoubtedly, garden strawberries. The goal of the research is to study the consumer qualities and nutritional value of new varieties of garden strawberries. The article presents the results of a comprehensive assessment of the consumer qualities of the berries of seven new, currently zoned varieties of garden strawberries of foreign selection grown in the Tambov region: Aprika, Vivara, Zephyr, Kwiki, Letitia, Lord and Sibilla. The quality of berry raw materials is determined by a combination of organoleptic and physicochemical indicators, nutritional value, as well as safety indicators. The results of organoleptic studies showed that the berries of all studied varieties had excellent taste. At the same time, the berries of the Aprica, Kwiki,

Zephyr and Vivara varieties had excellent quality. These fruits are classified as having an excellent quality. The berries of Laetitia, Sibylla and Lord varieties have been classified in the first quality category due to their good quality. Studies of the nutritional value of berries have shown that the berries of the Laetitia variety are leading in terms of ascorbic acid content, and the berries of the Zephyr variety in terms of anthocyanins. In terms of safety indicators, the berries of all studied varieties of garden strawberries meet the requirements of TR CU 021/2011 «On the safety of food products».

Keywords: varieties, garden strawberries, consumer properties, organoleptic characteristics, commercial quality, nutritional value, safety

Acknowledgments:

The research was carried out using the equipment of the Center for Collective Use «Crop Selection and Technology of Production, Storage and Processing of Food Products for Functional and Medical Purposes» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Michurinsky State Agrarian University».

For citation: Novikova I.M., Blinnikova O.M., Ilyinsky A.S. Quality assessment of garden strawberries of foreign selection. *Novye tehnologii/ New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-98-109>

Введение. Питание человека – важный физиологический аспект существования. Режим питания и характер употребляемой пищи формируют здоровье каждого человека и его физическую активность.

За последние десятилетия установлен дефицит в пищевом статусе населения России минорных нутриентов и биологически активных пищевых ингредиентов. По результатам мониторинга Единой межведомственной информационно-статистической системы установлена тенденция к увеличению количества алиментарных заболеваний, обусловленных микронутриентной недостаточностью. Наиболее распространены заболевания, связанные с дефицитом витаминов С, группы В, фолиевой кислоты, бета-каротина; минеральных веществ: кальция, калия, марганца, магния, цинка, йода, фтора, селена, железа, пищевых волокон и полиненасыщенных жирных кислот. Дефицит витамина С установлен более чем у 60% населения, витаминов группы В – у 50%, и более 40% обследованных имеет недостаток каротина. Важнейшим условием в преодолении сложившегося дефицита микронутриентов и биологически активных веществ в рационе питания населения является изменение структуры питания, в том числе

за счет увеличения потребления овощей, бахчевых, фруктов и ягод [2, 3].

Земляника садовая – ценная ягодная культура. Точное число ее видов не установлено [2–4]. В основном возделываемые сорта относятся к одному виду – землянике ананасной (садовой), насчитывающей в настоящее время более 3000 сортов. В Госреестр селекционных достижений Российской Федерации включено 93 сорта земляники.

В последние годы проведено большое количество исследований ягод земляники садовой различных сортов, в том числе зарубежной селекции, интродуцированных в ЦЧР. Выделены наиболее ценные, в том числе по содержанию биологически активных веществ. Подготовлены рекомендации по преимущественным направлениям использования ягод земляники [5–7]. Вместе с тем, современный ассортимент ягод земляники садовой не изучен в достаточном объеме. Появляются новые сорта, более устойчивые к различным заболеваниям и вредителям, что вытесняет другие, уже изученные с пищевой точки зрения сорта. В связи с этим нами изучена пищевая ценность новых для Центрально-Черноземного региона сортов ягод земляники садовой.

Обладая высокими вкусовыми качествами, ягоды земляники садовой широко

используются для потребления в свежем виде. Вместе с тем, следует отметить значение этой самой распространенной ягодной культуры в Центральном-Черноземном регионе как ценного сырья для производства продуктов здорового питания. Более широкое использование местного ягодного сырья позволит создать продукты, обогащенные витаминами, витаминоподобными и другими биологически активными веществами. На их основе могут быть разработаны новые рецептуры и технологии продуктов массового потребления, в т. ч. функциональной направленности.

Цель работы. Исследование потребительских качеств и пищевой ценности ягод земляники садовой новых сортов, включающей содержание витаминов и витаминоподобных веществ, их концен-

трации в зависимости от сорта и места сбора урожая.

Задачи: определение органолептических свойств ягод земляники садовой; исследование физико-химических показателей качества анализируемых сортов; сравнительная оценка пищевой ценности исследуемых ягод; оценка показателей безопасности; ранжирование исследуемых сортов ягод земляники садовой по вкусовым качествам плодов и уровню содержания биологически активных веществ.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования явились ягоды земляники садовой семи перспективных сортов зарубежной селекции, выращенные в ООО «Снежеток» и научно-образовательном центре имени В.И. Будаговского Мичуринского ГАУ (таб. 1).

Таблица 1

Характеристика исследуемых сортов земляники садовой

Table 1

Characteristics of the studied varieties of garden strawberries

Исследуемый сорт	Страна происхождения	Тип плодоношения/ Срок созревания	Размер и форма ягод	Средняя масса ягод, г
Априка	Италия	Традиционный/ ранний	Крупноплодные, конической формы	25
Вивара	Италия	нейтрального светового дня/ ранний	Ягоды симметричной конической формы, крупные	35–40
Зефир	Дания	Традиционный/ ранний	Форма ягоды представляет собой тупой конус, поверхность часто покрыта ребрышками	17–35
Квики	Италия	Традиционный/ ранний	Правильной конусообразной формы, слегка приплюснутые	50–80
Летиция	Италия	Традиционный/ поздний	Средние по размеру	35 г
Лорд	Великобритания	Традиционный/ среднепоздний	Конической формы	30–40
Сибилла	Италия	Традиционный/ среднего и среднепозднего срока созревания	Красивой симметричной формой	20–40

Все исследуемые сорта характеризуются морозо- и засухостойкостью, высокой урожайностью и устойчивостью к болезням, универсальным назначением.

Оценка органолептических свойств исследуемого ягодного сырья была проведена дегустационным методом по разработанной шкале балловой оценки. Использовалась 10-балльная оценочная шкала с четырьмя уровнями качества, определяющая в конечном итоге их категорию: 9,1–10,0 баллов – плоды высшей категории (отличного качества); 8,1–9,0 баллов – первой категории (хорошего качества); 6,1–8,0 баллов – второй категории (удовлетворительного качества); ниже 6,0 баллов – нестандартная продукция «пищевая неполноценная» (неудовлетворительное качество ягод) [5, 6].

В объектах исследования определяли физико-химические показатели и показатели безопасности современными общепринятыми методами анализа.

Результаты и их обсуждение. Интенсивное развитие ягодоводства в первую очередь тесно связано с использованием высококачественных урожайных сортов земляники, выращивание которых гарантированно принесет высокий экономический эффект от производства данной культуры. В настоящее время, в том числе в связи с экспортом данной ягодной культуры, развитием перерабатывающей промышленности и увеличением объемов производства замороженной продукции к сортам предъявляются четкие требования: высокая урожайность; низкая восприимчивость к грибковым и вирусным заболеваниям; хорошая устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды; хорошая транспортабельность [6]. Одной из главных характеристик качества ягод, обуславливающих также экономическую эффективность производства земляники садовой, является их потребительское свойство.

В настоящее время на рынке наиболее востребованы сорта, имеющие крупные

ягоды, яркой окраски, с плотной мякотью, выраженным земляничным ароматом, хорошего десертного вкуса, которые могут быть использованы для непосредственного потребления в свежем виде, замораживания и переработки [7, 8].

Потребительские качества ягод земляники обуславливают их привлекательность для покупателей и характеризуются такими органолептическими показателями, как их внешний вид (включающий величину ягод, их форму, окраску и состояние поверхности), вкус и аромат плодов, консистенция мякоти.

Внешний вид ягод земляники садовой, как и других видов ягод и фруктов, является комплексным показателем, включающим в себя такие единичные показатели, как:

✓ форма – генетически обусловленный признак – должна соответствовать данному природному виду и сортоописанию;

✓ окраска ягод – значимый показатель качества, являющийся индикатором зрелости и обеспечивающий эстетическую привлекательность. Отклонения от естественной (природной) окраски ягод и плодов могут быть вызваны повреждениями вредителей и болезнями, механическими повреждениями, а также перезреванием или незрелостью;

✓ состояние поверхности – один из важнейших единичных показателей ягод, обеспечивающий ее сохраняемость и обуславливающий товарный вид продукции.

Не допускаются ягоды, поврежденные болезнями и вредителями. Исключение составляют лишь ягоды с зарубцевавшимися повреждениями от вредителей, в количестве, не превышающем требования нормативной документации.

Консистенция – характерный признак ягод и плодов, воспринимаемый ощущениями, возникающими при их разжевывании. Описывается терминами, плотная, мягкая, сочная и т. п.

Основное место в органолептическом анализе занимает оценка вкуса и аромата.

Аромат – ощущение, возникающее при возбуждении рецепторов обоняния, характерный и специфический для конкретного вида ягод и плодов. Обусловлен аромат содержанием большого количества летучих соединений, число которых в землянике составляет 200–250. Восприятия аромата ягод неразрывно связаны с ощущением вкуса, который может быть кислым, слад-

ким, кисло-сладким, горьким и т. п.

Для оценки потребительских качеств ягод была проведена дегустационная оценка органолептических показателей. Ягоды земляники оценивали сразу после сбора, в стадии потребительской зрелости. На рисунке отображены результаты проведенной оценки в разрезе показателей с учетом их значимости.

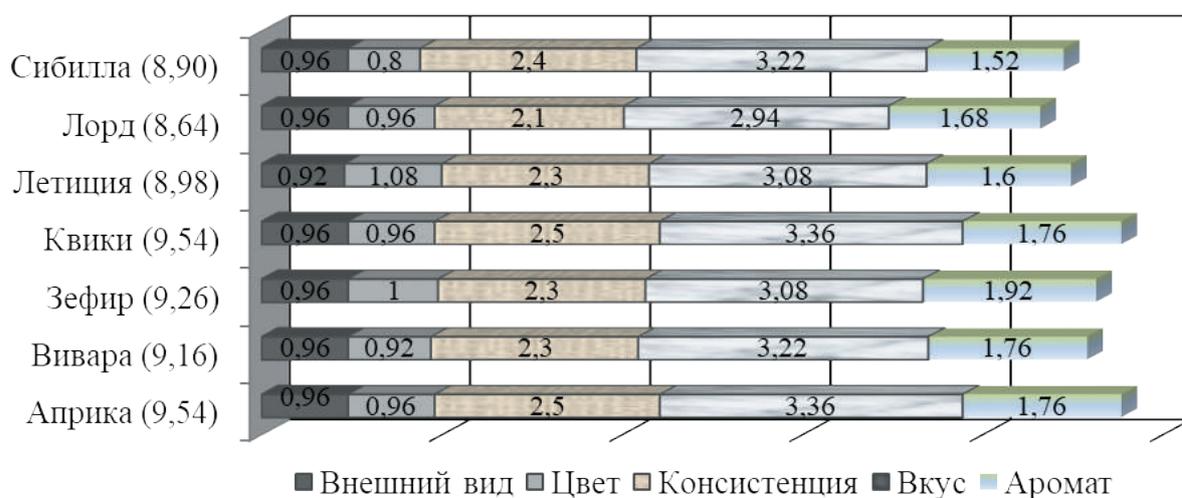


Рис. Результаты оценки потребительских качеств ягод земляники садовой исследуемых сортов

Fig. Results of assessing the consumer qualities of garden strawberries of the studied varieties

При оценке потребительских качеств ягод земляники комиссией было отмечено, что их внешний вид по размеру и форме соответствовал характеристике сорта. Цвет ягод был насыщенным, однородным в наибольшей степени у сортов Априка, Зефир, Квики и Лорд. Консистенция плодов – плотная, но сочная. Вкус ягод – гармоничный, преимущественно с преобладанием сладкого. Аромат – приятный, нежный, хорошо выраженный.

Результаты комплексной оценки потребительских качеств земляники садовой анализируемых сортов показали, что ягоды сортов Априка, Вивара, Зефир и Квики набрали больше 9 баллов, что соответст-

вует высшей категории, т. е. отличному качеству. Для сортов Летиция, Лорд и Сибилла сумма баллов составила от 8,64 до 8,98 баллов, что соответствует первой категории качества.

Ранжированный ряд потребительских качеств по предпочтительности вкусовых показателей ягод земляники садовой распределился следующим образом: Априка → Квики → Зефир → Вивара → Летиция → Сибилла → Лорд.

Данные по содержанию растворимых сухих веществ в ягодах земляники исследуемых сортов, количеству сахаров и кислот и их соотношению, характеризующих в том числе их потребительские качества, представлены в таблице 2.

Показатели химического состава свежих ягод земляники садовой (M±m)

Table 2

Indicators of the chemical composition of garden strawberry (M±m)

Исследуемый сорт	Растворимые сухие вещества, %	Содержание сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Сахарокислотный индекс
Априка	9,5±0,02	7,0±0,04	0,66±0,01	10,6
Вивара	9,7±0,01	7,4±0,05	0,76±0,01	9,7
Зефир	9,5±0,02	7,3±0,02	0,82±0,02	8,9
Квики	11,2±0,02	8,9±0,02	0,66±0,01	13,5
Летиция	12,4±0,01	9,6±0,03	0,65±0,01	14,8
Лорд	9,4±0,01	6,5±0,02	0,71±0,02	9,2
Сибилла	11,2±0,03	8,6±0,02	0,53±0,01	16,2

Одним из важных показателей химического состава, характеризующим такие свойства ягод, как их транспортабельность и плотность, являются растворимые сухие вещества [3]. Их содержание в ягодах исследуемых сортов земляники составляет от 9,4% до 12,4%, что является высоким значением для данной культуры, т. к., согласно шкале оценки сортов по содержанию сухого вещества, сорта земляники с содержанием сухих веществ 8,5% и более оцениваются как хорошие. Максимальным накоплением сухих растворимых веществ отличались сорта Летиция, Квики и Сибилла – 12,4%, 11,2 и 11,2% соответственно.

Основным компонентом сухих растворимых веществ в ягодах земляники являются сахара. Придавая им сладкий вкус различной интенсивности, они являются источником энергии и за счет преобладания в их качественном составе глюкозы и фруктозы повышают пищевую ценность ягод. Содержание сахаров в ягодах исследуемых сортов земляники садовой составляет 6,5%–9,6%. При этом по данному показателю также лидируют сорта Летиция, Квики и Сибилла.

Титруемая кислотность наряду с сахарами участвует в формировании вкуса ягод

земляники. Преобладающей для данной культуры является лимонная кислота, по которой и рассчитывался данный показатель, находящийся в исследуемых сортах в диапазоне 0,53–0,82%. Известно, что по данному показателю все ягоды подразделяются на группу с умеренной кислотностью (при значениях 0,3–1,5%) и повышенной кислотностью (при значениях 1,6–3,7%) [3]. Соответственно, ягоды земляники всех исследуемых сортов относятся к группе с умеренной кислотностью.

Из отношения сахаров к кислотам складывается наиболее полная характеристика вкуса. При большем значении данного показателя вкус ягод более сладкий, соответственно, при меньшем значении – во вкусе сильнее преобладает кислота. В ягодах исследуемых сортов наименьший сахарокислотный индекс отмечен у ягод сорта Зефир – 8,9, а наибольший – у ягод сорта Сибилла – 16,2, что коррелирует с результатами дегустационной оценки земляники.

Важнейшими потребительскими качествами ягод, характеризующими их пищевую ценность, являются показатели содержания в них витаминов и витаминоподобных веществ (таб. 3).

Таблица 3

Содержание витамина С и антоцианов в ягодах земляники садовой (M±m)

Table 3

Content of vitamin C and anthocyanins in strawberries (M±m)

Наименование сорта	Витамин С, мг/100г	Антоцианы, мг/100г
Априка	76,2±0,09	25,0±0,02
Вивара	49,5±0,07	22,4±0,02
Зефир	66,5±0,07	36,7±0,03
Квики	65,6±0,08	23,7±0,02
Летиция	84,5±0,09	24,3±0,02
Лорд	68,8±0,06	34,9±0,04
Сибилла	69,8±0,07	22,5±0,02

Известно, что витамин С является мощнейшим антиоксидантом и в значительной степени определяет пищевую ценность ягод [9–15]. В исследуемых сортах земляники садовой его количество колеблется в пределах от 49,5 мг/100 г – у сорта Вивара, до 76,2–84,5 мг/100 г – у сортов Априка и Летиция, соответственно. В ягодах сортов Зефир, Квики, Лорд и Сибилла содержание витамина С находится на среднем уровне и составляет 65,6–69,8 мг/100 г. Физиологической нормой суточного потребления аскорбиновой кислоты для взрослых является 100 мг [16], соответственно в 100 г ягод земляники садовой содержится 49,5–84,5% от суточной потребности.

Важным биохимическим признаком, определяющим Р-витаминную ценность ягод земляники, служит содержание антоцианов. Интенсивная окраска ягод коррелирует с высоким содержанием антоцианов, которые обладают высокой антиокислительной активностью [3]. Наибольшее их содержание в исследуемых сортах характерно для плодов сорта Зефир и Лорд – 36,7 мг/100 г и 34,9 мг/100 г, соответственно. В ягодах других исследуемых сортов определено умеренное содержание антоцианов.

Проведенные исследования показали, что ягоды земляники садовой богаты Р-

активными веществами, среди которых преобладают антоцианы, и аскорбиновой кислотой. Регулярное их потребление усиливает взаимное действие друг друга и благоприятно воздействует на сердечно-сосудистую систему организма человека. Учеными также установлена их важная роль в регуляции активности ферментов метаболизма ксенобиотиков.

Особое внимание уделяется оценке безопасности потребляемых ягод. Поэтому нами была проведена данная оценка (таб. 4), результаты которой показали полное соответствие ягод земляники исследуемых сортов требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Выводы. 1. Результаты органолептической оценки земляники садовой анализируемых сортов показали, что ягоды сортов Априка, Вивара, Зефир и Квики набрали больше 9 баллов, что соответствует высшей категории, т. е. отличному качеству. Для сортов Летиция, Лорд и Сибилла сумма баллов составила от 8,64 до 8,98 баллов, что соответствует первой категории качества.

2. Результаты исследований физико-химических показателей качества ягод показали, что содержание растворимых сухих веществ в землянике садовой со-

Показатели безопасности ягод земляники садовой

Table 4

Safety indicators of garden strawberry

Наименование показателя, единица измерения	Норма ТР ТС 021/2011	Значение показателя по сортам						
		Априка	Вивара	Зефир	Квики	Летиция	Лорд	Сибилла
Массовая доля токсичных элементов, мг/кг:								
свинец	≤0,4	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
мышьяк	≤0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
кадмий	≤0,03	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
ртуть	≤0,02	<0,002	<0,01	<0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Массовая доля пестицидов, мг/кг:								
ГХЦГ (α,β,γ-изомеры)	≤0,4	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
ДДТ и его метаболиты	≤0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Радионуклиды, Бк/кг:								
цезий-137	≤40	отсутствует						
строний-90	≤30	отсутствует						

ставляет 9,4–12,4%, сахаров – 6,5–9,6%, титруемая кислотность находится на уровне 0,53–0,82%.

3. Ягоды исследуемых сортов характеризуются высоким содержанием витамина С (49,5–84,5 мг/100 г) и Р-активных антоцианов (23,7–36,7 мг/100 г), что положительно сказывается в целом на пищевой ценности ягод и повышает их потребительские качества.

4. Установлено, что содержание тяжелых металлов и другие регламентируемые показатели безопасности значительно ниже предельно допустимого уровня.

5. В ходе оценки потребительских качеств ягод земляники садовой были

отменены их высокие органолептические свойства. В связи с чем нами были подготовлены рекомендации для потребления их в свежем виде: Априка (9,54) → Квики (9,54) → Зефир (9,26) → Вивара (9,16) → Летиция (8,98) → Сибилла (8,90) → Лорд (8,64). По содержанию аскорбиновой кислоты лидировали ягоды сорта Летиция, антоцианов – ягоды сорта Зефир.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Минобрнауки РФ «Разработка новых технологических решений производства и рецептур продуктов здорового питания с использованием растительного сырья» в 2023 г. (№ госрегистрации FESU-2023-0004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

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

2. Данные греческой компании IRMINI. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.irmini.com> (дата обращения: 20.10.2023)
3. Мюллер Х. Культура земляники / пер. В.Г. Трушечкина. М.: Колос; 1970.
5. Hennebert G.L Gilles G.L. Epidemiologie Botrytisnereia Repsurfraisers. Opzoekstnz. Gent. 1958: 23: 864-888.
6. Блинникова О.М. Проектирование и обеспечение сохраняемости поликомпонентных пищевых продуктов с заданными свойствами: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15. М.; 2021.
7. Новикова И.М. Формирование и сохранение потребительских свойств ягод земляники садовой и продуктов их переработки: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. М.; 2019.
8. Елисеева Л.Г., Блинникова О.М., Новикова И.М. Сравнительная характеристика пищевой ценности, функциональной активности и сохраняемости ягод земляники садовой голландских, американских и бельгийских сортов, выращенных в условиях ЦЧР. Товаровед продовольственных товаров. 2013; 3: 5-11.
9. Елисеева Л.Г., Блинникова О.М., Новикова И.М. Витаминная ценность ягод земляники садовой перспективных сортов зарубежной селекции. Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: материалы III Международной научно-практической конференции. Краснодар: Дом-Юг; 2013: 268-272.
10. Kirina I.B., Titova L.V., Popova E.I. et al. Biochemical value of berries of promising edible honeysuckle varieties for the production of functional food products IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 845.1: 012097.
11. Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B. et al. Keeping ability of apple fruits of new cultivars under different storage technologies IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 845.1: 012099.
12. Novikova I.M., Blinnikova O.M., Eliseeva L.G. et al. Influence of drying methods on preservation of biologically active substances of garden strawberries being raw material for food enrichment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021: 012094.
13. Blinnikova O.M., Novikova I.M., Perfilova O.V. et al. Quick freezing of garden strawberries to obtain biologically active ingredients. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021: 012079.
14. Perfilova O.V., Babushkin V.A., Bryksina K.V. The effect of microwave heating of fruit and vegetable raw materials on the water-soluble antioxidants content. Journal of Physics: Conference Series. 2020: 42055.
15. Perfilova O.V. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020; 548: 082071.
16. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.).

REFERENCES:

1. On the approval of the Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030: Order of the Government of the Russian Federation dated June 29, 2016 No. 1364-р. [in Russian]
2. Data from the Greek company IRMINI. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.irmini.com> (access date: 20.10.2023) [in Russian]
3. Muller H. Strawberry culture / trans. by V.G. Trushechkina. M.: Kolos; 1970. [in Russian]
4. Hennebert G.L Gilles G.L. Epidemiologie Botrytisnereia Repsurfraisers. Opzoekstnz. Gent. 1958: 23: 864-888.

5. Blinnikova O.M. Design and ensuring the preservation of multi-component food products with specified properties: dis. ... Dr Sci. (Eng.): 05.18.15. M.; 2021. [in Russian]
6. Novikova I.M. Formation and preservation of consumer properties of garden strawberries and their processed products: dis. ... PhD (Eng.): 05.18.15. M.; 2019. [in Russian]
7. Eliseeva L.G., Blinnikova O.M., Novikova I.M. Comparative characteristics of the nutritional value, functional activity and shelf life of garden strawberries of Dutch, American and Belgian varieties grown in the conditions of the Central Chernobyl Region. Commodity specialist of food products. 2013; 3:5-11. [in Russian]
8. Eliseeva L.G., Blinnikova O.M., Novikova I.M. Vitamin value of garden strawberries of promising varieties of foreign selection. Innovative food technologies in the field of storage and processing of agricultural raw materials: materials of the III International Scientific and Practical Conference. Krasnodar: Dom-South; 2013: 268-272. [in Russian]
9. Kirina I.B., Titova L.V., Popova E.I. et al. Biochemical value of berries of promising edible honeysuckle varieties for the production of functional food products IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021; 845.1: 012097.
10. Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B. et al. Keeping ability of apple fruits of new cultivars under different storage technologies IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 845.1: 012099.
11. Novikova I.M., Blinnikova O.M., Eliseeva L.G. et al. Influence of drying methods on preservation of biologically active substances of garden strawberries being raw material for food enrichment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021: 012094.
12. Blinnikova O.M., Novikova I.M., Perfilova O.V. et al. Quick freezing of garden strawberries to obtain biologically active ingredients. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021: 012079.
13. Perfilova O.V., Babushkin V.A., Bryksina K.V. The effect of microwave heating of fruit and vegetable raw materials on the water-soluble antioxidants content. Journal of Physics: Conference Series. 2020: 42055.
14. Perfilova O.V. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020; 548:082071.
15. Methodological recommendations MP 2.3.1.0253-21 «Norms for physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation» (approved by the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being on July 22, 2021) [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Ирина Михайловна Новикова, кандидат технических наук, доцент кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ»
tditv2012@yandex.ru

Ольга Михайловна Блинникова, доктор технических наук, заведующий кафедрой продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ»
o.blinnikova@yandex.ru

Irina M. Novikova, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Food, Commodity Science and Technology of Processing Livestock Products, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»
tditv2012@yandex.ru

Olga M. Blinnikova, Dr Sci. (Eng.), Head of the Department of Food, Commodity Science and Technology of Processing Livestock Products, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»
o.blinnikova@yandex.ru

*Ирина М. Новикова, Ольга М. Блиникова, Александр С. Ильинский
Оценка качества ягод земляники садовой зарубежной селекции*

Александр Семенович Ильинский,
доктор технических наук, профессор
кафедры технологических процессов и
техносферной безопасности ФГБОУ ВО
«Мичуринский ГУА»
alexander.ilinsky@gmail.com

Alexander S. Ilyinsky, Dr Sci. (Eng.),
Professor, Department of Technological
Processes and Technosphere Safety, FSBEI
HE «Michurinsk State Agrarian University»
alexander.ilinsky@gmail.com

Поступила в редакцию 30.01.2024; поступила после рецензирования 29.02.2024; принята к публикации 30.02.2024

Received 30.01.2024; Revised 29.02.03.2024; Accepted 20.02.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-110-118>

УДК 664.683.61:664.236

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Применение гидроколлоидов в производстве кексов из безглютеновых мучных смесей

Наталья В. Сокол*, Анастасия В. Коваленко

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени
И.Т. Трубилина»; ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия*

Аннотация. Повышение качества пищевой продукции является одной из стратегических задач развития Российской Федерации. Ее решение возможно за счёт производства продуктов питания нового поколения, способных обеспечить оптимальное питание и профилактику заболеваний. Длительное время рынок функциональных и специализированных продуктов был представлен в основном продукцией импортного производства, поэтому в условиях санкций для ликвидации импортозависимости необходимо увеличивать в этом сегменте ассортимент отечественных продуктов. Анализ потребительского спроса в безглютеновых мучных кондитерских изделиях (МКИ) показал, что на продовольственном рынке существует дефицит таких изделий в сегменте специализированных продуктов питания. В связи с чем возникает необходимость проведения исследований по разработке новых рецептур и технологий продуктов питания для людей, страдающих целиакией. Поэтому целью работы явилось обоснование выбора безглютенового сырья и разработка на его основе технологии кексов с применением гидроколлоидов. Объектами исследования в эксперименте служили образцы безглютеновой муки (рисовая, льняная, пшеничная), безглютеновые мучные смеси и безглютеновые кексы. В результате комплексных исследований выявлена безглютеновая смесь с соотношением рисовой, льняной, пшеничной муки (50:25:25), наиболее удовлетворяющая требованиям для замеса безглютенового теста. Установлена оптимальная дозировка 2,0% яблочного пектина при замесе теста, позволившая приготовить безглютеновые кексы, не уступающие по качеству традиционному кексу «Столичный» из пшеничной муки.

Ключевые слова: безглютеновая мучная смесь, гидроколлоид, пектин, ксантановая камедь, качество, кекс

Для цитирования: Сокол Н.В., Коваленко А.В. Применение гидроколлоидов в технологии кексов из безглютеновых мучных смесей. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-110-118>

The use of hydrocolloids in the production of muffins from gluten-free flour mixtures

Natalia V. Sokol*, Anastasia V. Kovalenko

Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin»;
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, Russia

Abstract. Improving the quality of food products is one of the strategic development goals of the Russian Federation. Its solution is possible through the production of new generation food products that can provide optimal nutrition and disease prevention. For a long time, the market for functional and specialized products was represented mainly by imported products, therefore, under the sanctions, in order to eliminate import dependence, it is necessary to increase the range of domestic products in this segment. An analysis of consumer demand for gluten-free flour confectionery products (GFC) has shown that there is a shortage of such products in the food market. In connection with this, there is a need to conduct research on the development of new recipes and food technologies for people suffering from celiac disease. Therefore, the goal of the research is to substantiate the choice of gluten-free raw materials and to develop cupcakes using hydrocolloids. Samples of gluten-free flour (rice, flax, millet), gluten-free flour mixtures and gluten-free muffins were the objects of the research. As a result of comprehensive research, a gluten-free mixture with a ratio of rice, flaxseed, millet flour (50:25:25) has been identified, which satisfies the requirements for kneading gluten-free dough. The optimal dosage of 2.0% apple pectin when kneading dough has been established, which has made it possible to prepare gluten-free muffins that are not inferior in quality to the traditional Stolichny muffin made from wheat flour.

Key words: gluten-free flour mixture, hydrocolloid, pectin, xanthan gum, quality, cake

For citation: Sokol N.V., Kovalenko A.V. The use of hydrocolloids in the production of muffins from gluten-free flour mixtures. *Novye tehnologii/ New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-110-118>

Введение. В настоящее время актуальным направлением в производстве пищевой продукции является разработка и внедрение продуктов нового поколения, обеспечивающих оптимальное питание, профилактику различных заболеваний с целью увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения России, что нашло отражение в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» [5].

В соответствии со стратегией большое внимание уделяется разработке специализированных продуктов диетического лечебного и диетического профилактического питания. К этой категории продуктов

относятся и продукты питания, которые целенаправленно освобождаются от ингредиентов, таких как аллергены, некоторые типы белков, олигосахариды, полисахариды и другие вещества, которые не рекомендуются больным людям по определенным медицинским показаниям [3].

Выпуск такой продукции в РФ регулируется техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» [7].

К специализированной пищевой продукции относятся и продукты, предназначенные для людей, больных глютеновой

энтеропатией (целиакией). Целиакия – это генетически обусловленное заболевание, для которого характерна непереносимость глютена. Для таких больных важно соблюдение безглютеновой диеты, которая заключается в исключении из своего питания продуктов, содержащих глютен. Для больных целиакией токсичной является белковая фракция проламинов ряда злаковых культур. К таким белковым фракциям относятся глиадины пшеницы, секалины ржи, гордеины ячменя [4].

Данные статистики Всемирной организации гастроэнтерологов (World Gastroenterology Organization) говорят о том, что заболевание целиакией во многих странах мира составляет от 1,0 до 2,5% от общей численности населения. В России частота этого заболевания диагностируется 1:200 человек [8].

Российский рынок безглютеновых продуктов в основном представлен хлебобулочными, мучными кондитерскими, макаронными изделиями и заполнен в большой степени ассортиментом импортного производства. Поэтому в настоящее время внимание ученых и специалистов пищевых отраслей России направлено на разработку технологий и расширение ассортимента отечественных конкурентоспособных безглютеновых изделий. Производство отечественной продукции позволит снизить зависимость от импорта продуктов без глютена и обеспечить в полном объеме нуждающихся в такой продукции [9].

Основным направлением в технологии безглютеновых изделий является использование природного безглютенового сырья растительного происхождения, поэтому актуальным вопросом остается поиск новых видов сырья и новых технологических решений производства безглютеновой продукции на их основе [2].

В связи с вышеизложенным анализом состояния затронутой проблемы была определена цель исследований – обоснование выбора безглютенового сырья и разра-

ботка технологии кексов из безглютеновых мучных смесей (БМС) с применением гидроколлоидов.

Объекты и методы исследования. Объектами при проведении исследования служили образцы безглютеновой муки (рисовая, льняная, пшеничная), безглютеновые композитные мучные смеси и кексы, приготовленные из БМС.

При разработке рецептуры и технологии кекса из безглютеновой мучной смеси (БМС) использовали ингредиенты, соответствующие требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 [6].

Исследования проводили, используя общепринятые и специальные методы анализа в лабораториях Кубанского ГАУ.

Анализ проводили в трех повторностях, с представлением результата в виде среднего арифметического, при доверительной вероятности $P=0,95$.

Результаты исследований. В настоящее время в рационе питания практически всех групп населения существенную долю составляют мучные кондитерские изделия (МКИ) из пшеничной муки, в которой клейковинные белки при замесе теста выполняют водоудерживающую функцию. Они связывают воду в 2–2,5 раза больше своей массы и являются структурообразующей основой теста и готовых изделий.

При использовании безглютеновых мучных смесей для производства МКИ, в частности кексов, необходимо при замесе теста вносить дополнительно вещества – структурообразователи, способные удерживать влагу на разделе жидкой и твердой фаз теста. Такими свойствами обладают гидроколлоиды, способные регулировать структурно-механические свойства теста и процессы влагопереноса в мучных кондитерских изделиях [10].

В изучаемых безглютеновых образцах муки, используемых для формирования композитных смесей, определялись по-

казатели качества, такие как влажность, число падения (ЧП), кислотность и показатели функционально-технологических

свойств муки – водоудерживающая способность (ВУС) и жирудерживающая способность (ЖУС) (таб. 1).

Таблица 1

Показатели качества безглютеновых видов муки

Образцы муки	Влажность, %	Кислотность, град	Число падения, с	ВУС %	ЖУС %
Пшеничная 1 сорта	13,5±0,25	3,5±0,20	254±2,5	92,0±2,0	62,0±2,5
Рисовая	12,0±0,15	4,8±0,30	433±3,0	143,4±2,5	90,0±2,0
Льняная	9,7±0,25	4,1±0,25	237±2,2	562,0±2,0	107,5±1,5
Пшеничная	10,0±0,20	6,0±0,20	364±2,5	99,8±1,5	53,4±2,0

Quality indicators of gluten-free flours

Table 1

Показатель влажности у исследуемых образцов безглютеновой муки был ниже по сравнению с пшеничной мукой, но в пределах нормы для соответствующего вида.

Кислотность является важным показателем свежести муки и предопределяет сроки хранения готовых изделий. Исследованиями установлено, что этот показатель у безглютеновых видов муки имел более высокие значения по сравнению с пшеничной мукой и варьировал в пределах 4,1–6,0 град., что обусловлено химическим составом безглютеновых видов муки. Поэтому при использовании рисовой, льняной и пшеничной муки, используемой для приготовления БМС, важно учитывать этот фактор.

Показатель ЧП у всех исследуемых образцов безглютеновой муки значительно отличался от контрольного образца пшеничной муки 1 сорта. У льняной муки он был ниже на 17 с., а у пшеничной и рисовой муки – выше на 110 с. и 179 с. соответственно.

Так как водоудерживающая способность выполняет важную функциональную роль в формировании структуры теста и зависит от взаимодействия молекул воды с гидрофильными группами белков и углеводов в составе муки, то этот показатель

определялся во всех опытных образцах. Известно, чем выше показатель ВУС, тем лучше происходит формирование структуры теста, увеличивается выход изделий, пролонгируется срок хранения.

Из таблицы 1 видно, что водоудерживающая способность рисовой муки в 1,6 раза превышает этот показатель по сравнению с пшеничной мукой, а у льняной муки ВУС выше в 6,1 раза данных пшеничной муки, что можно объяснить повышенным содержанием в ней пищевых волокон. ВУС пшеничной муки незначительно отличалась от этого показателя у пшеничной муки. Повышенная ВУС является положительным фактором при замесе теста из безглютеновой муки, так как от способности муки поглощать и удерживать влагу зависит структура и пластичность не только теста для мучных кондитерских изделий, но и готового продукта.

Рецептура мучных кондитерских изделий всегда содержит жиры, поэтому в безглютеновых образцах муки определяли показатель ЖУС. Жирудерживающая способность муки обусловлена связыванием жира гидрофобными группами в составе муки и адсорбцией поверхности твердых частиц. Высокое значение показателя ЖУС муки говорит о его влиянии на текстуру изделий. Анализируя данные

таблицы 1, следует отметить, что наиболее высокой жиросодержащей способностью обладает льняная мука – 107,5%, немного ниже этот показатель у рисовой муки 90,0% – по сравнению с пшеничной мукой, у которой показатель ЖУС был 62,0%. В образце пшеничной муки этот показатель был самым низким – 53,4%.

На основе результатов анализа безглютеновых образцов муки, с учетом их пищевой ценности и химического состава,

моделировались безглютеновые мучные смеси. В состав смеси № 1 входила мука рисовая, льняная, пшеничная в соотношении 50:25:25 соответственно. В смесь № 2 входили те же виды муки, но в соотношении 60:10:30% от общей массы содержания муки в рецептуре. Сформированные безглютеновые мучные смеси также оценивались по показателям качества – влажность, число падения, кислотность, ВУС и ЖУС (таб. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка качества безглютеновых мучных смесей

Table 2

Comparative assessment of the quality of gluten-free flour mixtures

Образцы	Влажность, %	Кислотность, град	Число падения, с	ВУС, %	ЖУС, %
Пшеничная мука 1 сорта (контроль)	13,5±0,2	3,5±0,3	254±3,0	92,0±3,0	62,0±2,5
Безглютеновая мучная смесь – 1 (рисовая – 50%; льняная – 25%; пшеничная – 25%)	11,0±0,25	5,0±0,2	381±2,5	168,0±3,2	83,8±3,0
Безглютеновая мучная смесь – 2 (рисовая – 60%; льняная – 10%; пшеничная – 30%)	11,4±0,3	4,8±0,3	317±2,0	145,2±2,5	82,3±3,2

По комплексу показателей, представленных в таблице 2, для дальнейших исследований была выбрана БМС № 1 – (рисовая : льняная : пшеничная, 50:25:25) соответственно), которую использовали для выпечки безглютеновых кексов.

В пшеничной муке глютен является структурообразователем и отвечает за вязкоупругие свойства, консистенцию пшеничного теста и состояние мякиша изделий. Использование безглютеновой муки приводит к ухудшению структуры и пластичности теста, поэтому нами было принято решение о применении гидроколлоидов в качестве структурообразователя при замесе теста [11].

Для проведения пробных выпечек

безглютеновых кексов использовали гидроколлоиды – яблочный пектин и ксантановую камедь в дозировках 1, 2, 3% к массе муки по рецептуре. В качестве базовой рецептуры использовали рецептуру кекса «Столичный» на химических разрыхлителях [1].

Кексы после выпечки оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям.

Органолептическая оценка проводилась по десятибальной системе по показателям: форма, поверхность, цвет, пропеченность, пористость, запах, вкус.

На рисунке 1 приведена органолептическая оценка безглютеновых кексов с яблочным пектином.

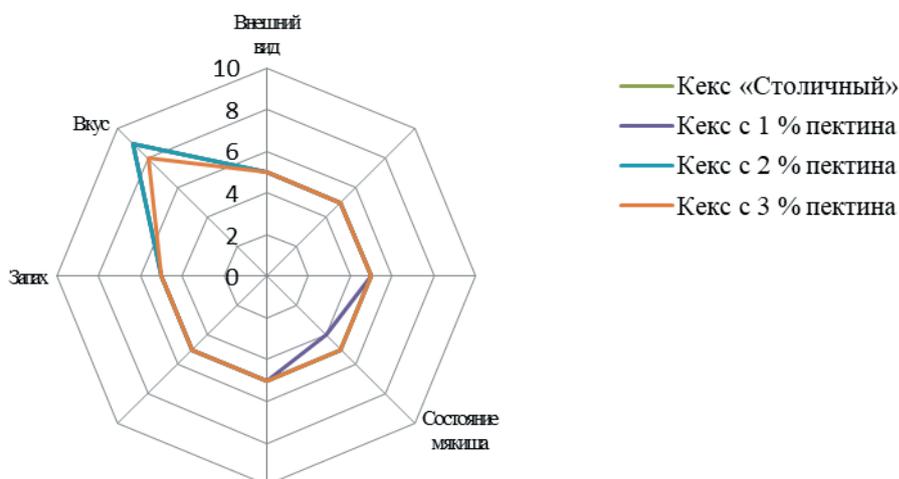


Рис. 1. Органолептическая оценка качества безглютеновых кексов с яблочным пектином

Fig. 1. Organoleptic assessment of the quality of gluten-free muffins with apple pectin

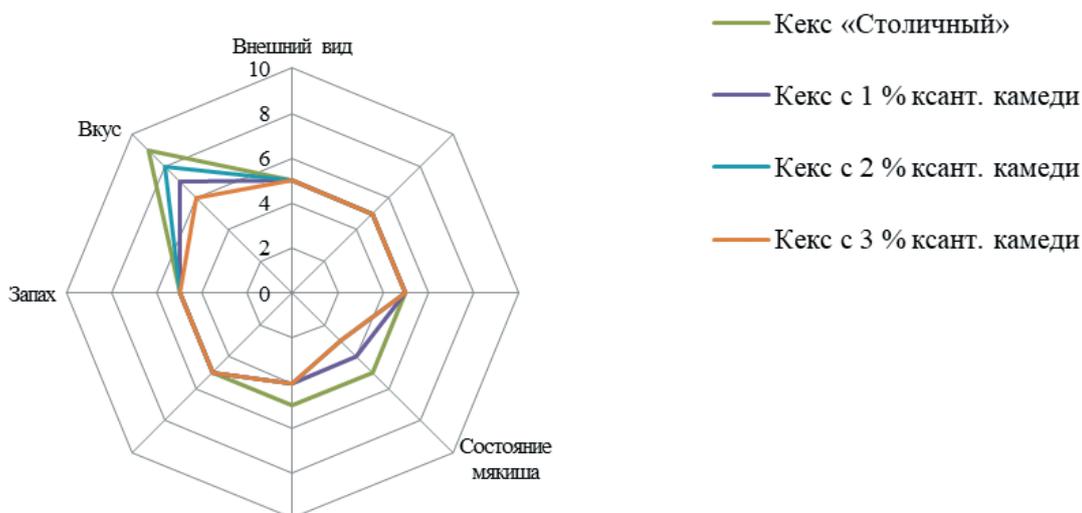


Рис. 2. Органолептическая оценка качества безглютеновых кексов с ксантановой камедью

Fig. 2. Organoleptic quality assessment of gluten-free muffins with xanthan gum

На рисунке 2 представлены данные органолептической оценки безглютеновых кексов с ксантановой камедью.

Органолептическая оценка показала, что лучшими образцами являются безглютеновые кексы с добавлением пектина при замесе теста. В этих образцах отмечалось хорошее состояние мякиша, пропеченность и отличная пористость.

Кексы с применением ксантановой камеди отличались более низкими баллами состояния мякиша, отмечалась сыропеклость мякиша. С увеличением дозировки ксантановой камеди до 2% и 3% состояние мякиша значительно ухудшилось и наблюдалось ухудшение вкуса кексов.

Физико-химические показатели безглютеновых кексов приведены в таблице 3.

Физико-химические показатели качества опытных образцов кексов

Table 3

Physico-chemical quality indicators of muffin samples

Наименование показателя	Кекс «Столичный» контроль	Кекс с пектином 1%	Кекс с ксант. камедью 1%	Кекс с пектином 2%	Кекс с ксант. камедью 2%	Кекс с пектином 3%	Кекс с ксант. камедью 3%
Массовая доля влаги, %	12,6±0,5	13,9±0,3	12,6±0,2	13,00±0,3	14,8±0,2	14,3±0,3	15,4±0,4
Плотность, г/см ³	0,53±0,2	0,54±0,3	0,55±0,2	0,55±0,3	0,57±0,3	0,56±0,2	0,59±0,2
Щелочность, град.	1,8±0,2	1,9±0,2	2,0±0,3	1,9±0,3	2,0±0,2	2,0±0,3	2,2±0,3

Значения показателя влажности у всех экспериментальных образцов кексов соответствовали требованиям ГОСТ 15052-2014. По показателю плотности образцы безглютеновых кексов с яблочным пектином были в пределах требований стандарта. Образцы кексов с ксантановой камедью имели завышенные показатели, что согласуется с данными органолептической оценки этих образцов. Щелочность у всех образцов соответствовала стандарту,

за исключением образца с 3,0% ксантановой камеди.

Проведенные исследования и систематизация полученных данных позволили определить оптимальный вариант приготовления кекса из безглютеновой мучной смеси с применением яблочного пектина в качестве структурообразователя. Кекс с добавлением яблочного пектина в количестве 2,0% представлен на рисунке 3.

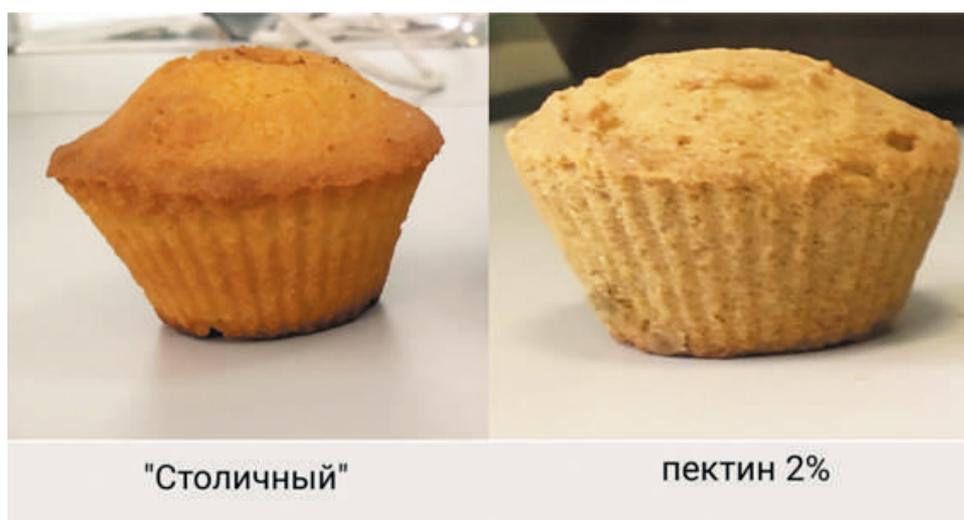


Рис. 3. Кекс «Столичный» и безглютеновый кекс с дозировкой 2,0% яблочного пектина

Fig. 3. Stolichny muffin and a gluten-free one with a dosage of 2.0% of apple pectin

Выводы. Результаты исследования качества безглютеновых видов рисовой, льняной и пшеничной муки позволили сформировать безглютеновые мучные смеси для производства мучных кондитерских изделий. Выявлена безглютеновая смесь с соотношением рисовой, льняной, пшеничной муки (50:25:25), име-

ющая хорошие функционально-технологические свойства. Установлено, что оптимальной дозировкой при замесе теста для безглютеновых кексов является 2% яблочного пектина, при которой качество кексов не уступает качеству традиционного кекса «Столичный», из пшеничной муки первого сорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Апет Т.К., Пашук З.Н. Справочник технолога кондитерского производства: в 2-х т. Т. 1. Технологические рецептуры. СПб.: ГИОРД; 2004.
2. Барсукова Н.В., Решетников Д.А., Красильников В.Н. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий. Научный журнал ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2011; 1(11): 9.
3. Данович Н.К., Красина И.Б., Казьмина О.И. Использование нетрадиционного сырья при производстве безглютеновых вафельных хлебцев. Известия вузов. Пищевая технология. 2015; 1: 49-51.
4. Егорова Е. Ю., Козубаева Л. А. Безглютеновые смеси с амарантовой мукой. Ползуновский вестник. 2018; 1: 22-26.
5. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение правительства РФ от 29 июня 2016 № 1364-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения 17.09.2023).
6. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденный решением комиссии Таможенного союза от 09.12.2011г. № 880.
7. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» ТР ТС 027/2012 [Электронный ресурс]: сайт Техэксперт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902352823> (дата обращения: 27.09.2023).
8. Хатко З.Н., Беретарь С.Т., Неровных Л.П. и др. Разработка способа пектиносодержащего песочного теста (замороженного полуфабриката) для песочного печенья функционального назначения с низким содержанием глютена. Новые технологии. 2023; 19(2): 83-90.
9. Шнейдер Д.В. Формирование рецептуры безглютеновых смесей для выпечки. Пищевая промышленность. 2012; 2; 55-57.
10. Cairano M.F., Galgano R., Tolve M.C. et al. Condelli Focus on gluten free biscuits: ingredients and issues. Trends in Food Science & Technology. 2018; 81: P. 203-212.
11. Bashir S., Yaseen M., Sharma V. et al. Rheological and textural properties of gluten free cookies based on pearl millet and flaxseed. Biointerface Research in Applied Chemistry. 2020; 10(5): 6565-6576.

REFERENCES:

1. Apet T.K., Pashuk Z.N. Directory of confectionery production technologist: in 2 volumes. v. 1. Technological recipes. SPb.: GIORД; 2004. [in Russian]
2. Barsukova N.V., Reshetnikov D.A., Krasilnikov V.N. Food engineering: technologies for gluten-free flour products. ITMO scientific journal. Series: Processes and apparatus for food production. 2011; 1(11): 9. [in Russian]

3. Danovich N.K., Krasina I.B., Kazmina O.I. The use of non-traditional raw materials in the production of gluten-free wafer bread. News from universities. Food technology. 2015; 1:49-51. [in Russian]
4. Egorova E. Yu., Kozubaeva L. A. Gluten-free mixtures with amaranth flour. Polzunovsky Bulletin. 2018; 1:22-26. [in Russian]
5. Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030 [Electronic resource]: Decree of the Government of the Russian Federation of June 29, 2016 No. 1364-r. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420363999> (accessed September 17, 2023). [in Russian]
6. Technical Regulations of the Customs Union TR CU 021/2011 «On the safety of food products», approved by the Decision of the Customs Union Commission dated 09.12.2011. No. 880. [in Russian]
7. Technical Regulations of the Customs Union «On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition» TR CU 027/2012 [Electronic resource]: website Tekhekspert Electronic fund of legal and regulatory technical documentation. 2012. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902352823> (access date: 27.09.2023). [in Russian]
8. Khatko Z.N., Beretar S.T., Nerovnykh L.P. etc. Development of a method for pectin-containing shortcrust pastry (frozen semi-finished product) for functional shortbread cookies with low gluten content. New technologies. 2023; 19(2): 83-90. [in Russian]
9. Schneider D.V. Formulation of recipes for gluten-free baking mixtures. Food industry. 2012; 2; 55-57. [in Russian]
10. Cairano M.F., Galgano R., Tolve M.C. et al. Condelli Focus on gluten free biscuits: ingredients and issues. Trends in Food Science & Technology. 2018; 81: pp. 203-212.
11. Bashir S., Yaseen M., Sharma V. et al. Rheological and textural properties of gluten free cookies based on pearl millet and flaxseed. Biointerface Research in Applied Chemistry. 2020; 10(5): 6565-6576.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Викторовна Сокол, профессор, доктор технических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

sokol_n.v@mail.ru

тел.: +7 (918) 414 40 20

Анастасия Владимировна Коваленко, магистрант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

nina-revyakina@inbox.ru

тел.: +7 (929) 838 10 94

Natalya V. Sokol, Dr Sci. (Eng.), Professor, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

sokol_n.v@mail.ru

tel.: +7 (918) 414 40 20

Anastasia V. Kovalenko, Master student, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

nina-revyakina@inbox.ru

tel.: +7 (929) 838 10 94

Поступила в редакцию 20.11.2023; поступила после рецензирования 10.01.2024; принята к публикации 11.01.2024

Received 20.11.2023; Revised 10.01.2024; Accepted 11.01.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-119-127>

УДК 664-663.9:641.5

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка рецептуры хлеба на основе миндальной муки

Екатерина С. Смирнова, Ева В. Ражина*, Надежда Л. Лопаева,
Инна М. Хайрова, Вера Н. Синько, Андрей В. Шиловцев

ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»,
ул. Карла-Либкнехта, 42, г. Екатеринбург, 620075, Российская Федерация

Аннотация. Отрасль хлебобулочных изделий, не имеющих в своем составе клейковину, изучена недостаточно, поэтому данная тема набирает популярность среди ученых. Предметом исследования выступала разработка рецептуры хлеба с использованием миндальной муки. В качестве добавки выбраны тыквенное пюре и сушеные морские водоросли *Laminaria ochroleuca*. Для улучшения вкусовых характеристик изделия было решено внести пищевые волокна, которые могут добавить ценности готовому изделию. Целью работы являлась разработка рецептуры хлеба с использованием миндальной муки. Исследование проводилось в несколько этапов: 1. разработка рецептуры и изготовление опытных образцов; 2. анализ органолептических показателей; 3. проведение физико-химических исследований (определение влажности, кислотности). Для проведения анализа использовались инструментальные и визуальные методы исследования. В ходе эксперимента получено пять образцов хлеба, четыре из них – с внесением разной концентрации пюре из тыквы и морских водорослей. Норму внесения пищевых волокон рассчитывали, исходя из суточной нормы потребления. Лучшими органолептическими свойствами обладал образец № 2, изготовленный с введением тыквенного пюре в количестве 100 г. Хлеб имел приятные вкус и запах, свойственные внесенному сырью, мягкий и пропеченный мякиш, наличие пор. Образцы хлеба с внесенными морскими водорослями имели специфический вкус и запах, следы непромеса. Результаты исследований могут быть использованы в отрасли хлебопечения для расширения ассортимента хлебобулочных изделий. Разработанный хлеб может стать весьма полезным продуктом, особенно для тех категорий населения, кто испытывает дефицит в отдельных компонентах. Также учитывая, что для большинства населения хлеб является товаром повседневного спроса, его приготовление будет весьма востребовано.

Ключевые слова: безглютеновая мука, пищевые волокна, влажность, кислотность, энергетическая ценность, внешний вид, вкус, пористость

Для цитирования: Смирнова Е.С., Ражина Е.В., Лопаева Н.Л. и др. Разработка рецептуры хлеба на основе миндальной муки. Новые технологии / New technologies. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-119-127>

Development of almond flour bread recipe

Ekaterina S. Smirnova, Eva V. Razhina*, Nadezhda L. Lopaeva,
Inna. M. Khairova, Vera N. Sinko, Andrey V. Shilovtsev

FSBEI HE «Ural State Agrarian University», 42 Karl-Liebknecht,
Yekaterinburg, 620075, the Russian Federation

Abstract. The industry of bakery products that do not contain gluten has not been studied enough, so this topic is gaining popularity among scientists. The subject of the study was the development of a bread recipe using almond flour. Pumpkin puree and dried seaweed *Laminaria ochroleuca* were selected as additives. To improve the taste characteristics of the product, it was decided to add dietary fiber, which can add value to the finished product. The goal of the work was to develop a bread recipe using almond flour. The research was carried out in several stages: 1. development of a recipe and production of prototypes; 2. analysis of organoleptic indicators; 3. carrying out physical and chemical studies (determination of humidity, acidity). To carry out the analysis, instrumental and visual research methods were used. During the experiment, five samples of bread were obtained, four of them with the addition of different concentrations of pumpkin and seaweed puree. The rate of dietary fiber was calculated based on the daily consumption rate. Sample No. 2, made with the addition of pumpkin puree in an amount of 100 g, had the best organoleptic properties. The bread had a pleasant taste and smell characteristic of the added raw materials, a soft and baked crumb, and the presence of pores. Samples of bread with added seaweed had a specific taste and smell, and traces of unkneading. The research results can be used in the baking industry to expand the range of bakery products. The developed bread can become a very useful product, especially for those categories of the population who are deficient in certain components. Also, given that for the majority of the population bread is a commodity of everyday demand, its preparation will be in great demand.

Keywords: gluten-free flour, dietary fiber, moisture, acidity, energy value, appearance, taste, porosity

For citation: Smirnova E.S., Razhina E.V., Lopaeva N.L. et al. Development of almond flour bread recipe. Novye tehnologii / New technologies. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-119-127>

Введение. Обеспечение продовольственной безопасности страны – одно из основных направлений государственной политики Российской Федерации в плане сохранения здоровья населения. Решить данную проблему возможно за счет введения в ежедневный рацион функциональных пищевых продуктов. В связи с чем особую актуальность приобретают исследования по данной тематике, в том числе и разработка новых рецептур хлебобулочных изделий [1, с. 90]. Разработка и создание категории таких продуктов способствует, по данным Е.П. Викторовой и ряда других ученых, нормализации пищевого статуса по всем необходимым компонентам, что позволяет реализовать концепцию здоро-

вого питания населения в РФ [2, с. 31].

По мнению В.Г. Кайшева, производство продуктов функциональной направленности должно осуществляться путем совершенствования технологических режимов и используемого оборудования [3, с. 55].

Хлеб – ценный источник белка и белковых веществ. Количество белка, входящего в состав хлебобулочных изделий может достигать 8%, определяется в основном сортовыми особенностями и видом муки, рецептурой. При использовании человеком в сутки хлеба в количестве 500 г удовлетворяется потребность в растительных белках в среднем на 70% [4, с. 38; 5, с. 151].

В настоящее время все большую популярность приобретает безглютеновый хлеб,

который могут использовать в пищу люди, испытывающие непереносимость глютена (с заболеванием целиакия). Безглютеновый хлеб могут употреблять люди, имеющие чувствительность к глютену, но не страдающие целиакией. Обычно в составе безглютенового хлеба содержится меньше пищевых волокон, витаминов, чем в традиционном хлебе [6, с. 271; 7, с. 101294].

В качестве основного традиционного компонента при изготовлении безглютенового хлеба применяют обычно рисовую муку, картофельный крахмал, топиоку, кукурузную муку [8, с. 6559].

В производстве хлеба часто стали использовать амарантовую, гречишную, муку из семян киноа и зерновых бобовых культур [9, с. 113301; 10, с. 362].

Рисовую муку считают достаточно ценной и подходящей из всех видов злаков для приготовления безглютенового хлеба, обладает гипоаллергенными свойствами и хорошо усваивается организмом человека [11, с. 1997].

Миндальную муку реже используют для изготовления хлеба. Наибольшее распространение данный вид муки получил в производстве мучных кондитерских изделий [12, с. 940; 13, с. 2].

Миндальная мука характеризуется высокими питательными и вкусовыми качествами, не оказывает отрицательного влияния на изменение структуры мякиша хлеба [14, с. 3328].

Немаловажная роль принадлежит анализу процесса замеса. При производстве безглютенового хлеба необходимо быстро смешать все ингредиенты, не подвергать их механической обработке с целью образования клейковинной сетки [15, с. 190].

Авторы рекомендуют внедрять в производство хлеба сырье, богатое пищевыми волокнами, антиоксидантами, витаминами и другими биологически активными веществами [6, с. 271; 15, с.190; 16, с. 246]. Хлеб, обогащенный безглютеновым сырьем, часто имеет непривлекательный внешний вид, не поднимается, характе-

ризуется низкой пористостью) [17, с. 256; 18, с. 93].

Для улучшения органолептических показателей готовых изделий вносят ферменты трансглутаминазу и циклодекстриназу, гидроколлоиды (карбоксиметилцеллюлозу и гидроксипропилметилцеллюлозу). Кроме того, исследователями предлагается внедрять в производство безглютенового хлеба белки, эмульгаторы, гидроколлоиды для замены глютеновой сетки [17, с. 256].

В связи с низким содержанием белков в безглютеновом хлебе ученые использовали изоляты белков растительного происхождения, полученные из овса, люпина, пшеницы, конопли, микроводоросли, сои, гороха, молока, яиц, спируллины, казеина, насекомых [11, с. 1997].

Важным аспектом производства безглютенового хлеба является использование в его составе пищевых волокон, макро- и микроэлементов, витаминных составляющих [19, с. 622].

Морские водоросли выступают в роли комплекса биологически активных соединений: полиненасыщенные жирные кислоты, минеральные вещества, белки, витамины А, С, D, В, Е, К, РР, пигменты. *Laminaria ochroleuca* является многолетними бурными морскими водорослями, отличается высоким биохимическим составом, улучшают питательный профиль продуктов питания. Проведены исследования ученых, основанные на включении ламинарии в продукты питания: мясо, макарон, сыр с целью улучшения текстуры, антиоксидантной способности, питательных свойств [19, с. 622].

В качестве источника пищевых волокон, витаминных элементов возможно использовать тыкву для введения в продукты питания, в том числе хлеб. В состав тыквы входят пищевые волокна, витамины, минеральные составляющие, пектин. Ее используют в качестве источника биологически активных веществ [20, с. 113179].

Исходя из этого, **целью** нашего исследования являлась разработка рецептуры

хлеба с использованием миндальной муки, тыквы и морских водорослей *Laminaria ochroleuca*.

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

Объектом исследования выступал хлеб, приготовленный из миндальной и рисовой муки. Рисовая мука выбрана в качестве загустителя. Для предотвращения быстрого черствения хлеба и увеличения сроков хранения применяли порошок аскорбиновой кислоты. Дополнительно в первый образец вводили тыквенное пюре, полученное из запеченной тыквы, во второй образец – сухие мелко измельченные морские водоросли – *Laminaria ochroleuca*. Сироп топинамбура включали во все образцы. Всего получено 5 образцов, 4 из них – с введением добавок разной концентрации и один контрольный.

Выпечку хлеба осуществляли в духовом шкафу GEFEST ДА 602-01 (СП ОАО «Брестгазоаппарат», Беларусь). Выпечку образцов производили методом пробной лабораторной выпечки.

При выполнении экспериментальной части работы применялся комплекс общепринятых и стандартных методов исследований. Отбор проб готового продукта для оценки и анализа органолептических показателей осуществляли согласно ГОСТ 34835-2022 «Продукция пищевая специализированная. Изделия хлебобулочные безглютеновые. Общие технические условия». Оценку каждого органолептического показателя качества готового изделия проводили по 5-балльной шкале. Кислотность определяли в соответствии с ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности» с использованием ручной титровальной установки (Россия). Влажность определяли по ГОСТ 21094-75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности» в сушильном шкафу СМ 35/250-250 ШС (ООО СПМ «Климат», Россия).

Эксперименты осуществляли в трехкратной повторности.

Результаты исследования и их обсуждение. Технологический процесс приготовления хлеба начался с выбора рецептуры. В таблице 1 представлена рецептура приготовления хлеба.

Таблица 1

Рецептура приготовления хлеба

Table 1

Bread preparation recipe

Сырье	Образец				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Рисовая мука, (г)	150,0	150,0	150,0	150	150
Миндальная мука, (г)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Соль, (г)	1,25	1,25	0,63	0,63	1,25
Разрыхлитель, (г)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Пюре из тыквы, (г)	50,0	100,0	–	–	–
Морские водоросли <i>Laminaria ochroleuca</i> , (г)	–	–	5,0	10,0	–
Вода, (мл)	250,0	250,0	250,0	250	250
Сироп топинамбура, (мл)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Растительное масло, (мл)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Яйцо, (шт)	1	1	1	1	1
Аскорбиновая кислота, г	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

Процесс приготовления образцов начинался с подготовки и внесения ингредиентов. Изначально сырье взвешивали, муку просеивали, тыкву очищали и запекали в духовом шкафу при температуре 180°C в течение 15 минут, пюрировали. Далее ингредиенты вносили в два этапа. На первом этапе проводилось смешивание сухих компонентов – рисовой муки, миндальной муки (согласно рецептуре), морских водорослей, соли, разрыхлителя. Вторым этапом – смешивание жидких компонентов: воды, сиропа топинамбура, растительного масла, тыквенного пюре, яиц. Полученные смеси хорошо перемешали. После этого внесли сухую смесь в жидкую часть и еще раз перемешали. Готовое тесто распределили по формам и поместили в расстоечный шкаф при температуре 28°C для расстойки. Далее тестовые заготовки выпекали в предварительно разогретом духовом шкафу при температуре 180°C в течение 40 минут. Заключительным этапом являлось охлаждение готовых изделий при комнатной температуре.

Проведен контроль качества готовых изделий по ряду органолептических и физико-химических показателей.

Оценку органолептических свойств образцов готовых изделий проводила экс-

пертная комиссия из 7 человек, в состав которой входили представители профессорско-преподавательского состава кафедры биотехнологии и пищевых продуктов ФГБОУ ВО «Уральский ГАУ». Результаты оценки представлены на рис. 1.

Наилучшими органолептическими показателями обладал образец хлеба № 2, изготовленный из миндальной муки, с внесением тыквенного пюре концентрации 100 г. По результатам органолептической оценки он набрал большее количество баллов – 4,8 в сравнении с другими образцами. По мере увеличения внесения пюре из тыквы в образцы хлеба, увеличивался объем хлеба, пористость, эластичность мякиша, вкусовые свойства.

Образец № 2 имел форму, соответствующую виду изделия. Цвет насыщенный желтый. Мякиш достаточно пропеченный, следы непромеса отсутствовали, поры редкие, мелкие. Вкус – приятный, слегка сладковатый. Запах свойственный внесенному сырью. Консистенция однородная. У первого образца, выработанного с включением тыквенного пюре в количестве 50 г, определен светло-желтый цвет, пористость ниже в сравнении со вторым образцом, выявлены следы непромеса. Вкус и запах менее насыщенные, ближе

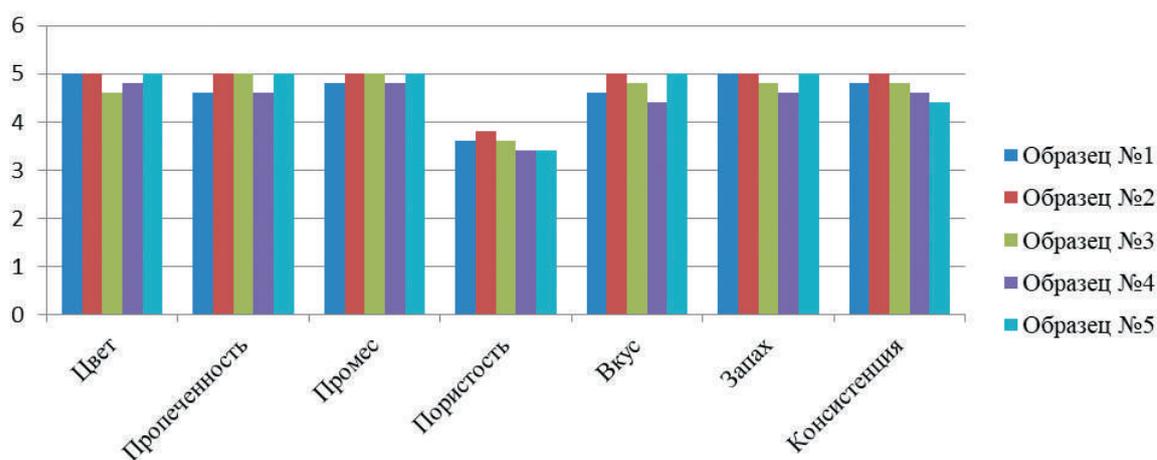


Рис. 1. Балльная оценка органолептических свойств готовых изделий

Fig. 1. Point evaluation of the organoleptic properties of finished products

к контрольному образцу. Образец № 3 с внесением ламинарии в количестве 5 г имел серо-зеленый цвет, неоднородную консистенцию, слегка солоноватый вкус. Образец № 4, изготовленный с добавлением ламинарии в количестве 10 г отличался более насыщенным темно-зеленым цветом и приторным соленым вкусом, некоторые эксперты определили рыбный привкус. Консистенция неоднородная, выявлены следы непромеса, поры практически отсутствовали. Контрольный

образец характеризовался приятным вкусом и запахом, но имел твердый мякиш, единичные поры.

Определены основные физико-химические показатели исследуемых образцов в соответствии с требованиями ГОСТ 34835-2022 «Продукция пищевая специализированная. Изделия хлебобулочные безглютеновые. Общие технические условия». Результаты физико-химических испытаний готового хлеба представлены на рис. 2.

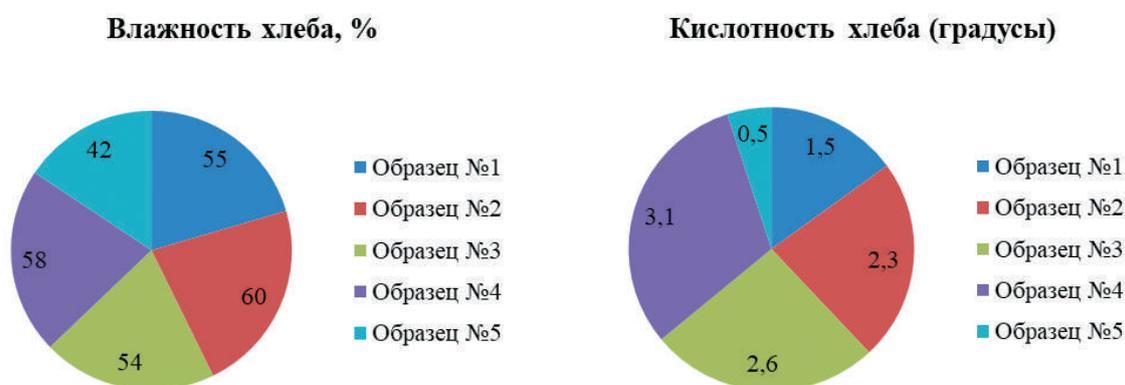


Рис. 2. Физико-химические показатели готового продукта

Fig. 2. Physical and chemical parameters of the finished product

Показатели влажности хлеба всех исследуемых образцов соответствовали требованиям нормативных документов и находились в пределах от 42% до 60%. Показатель кислотности так же соответствовал установленным нормативам. Наибольший показатель кислотности 3,1° выявлен у образца № 4, изготовленного с внесением морской водоросли *Laminaria ochroleuca* концентрации 10 г.

Заключение. Таким образом, по данным органолептической оценки, луч-

шим являлся образец № 2 с внесением тыквенного пюре в количестве 100 г. Полученный продукт характеризовался приятным вкусом и запахом, желтым цветом, пропеченностью, эластичностью мякиша. Хлеб, произведенный по разработанной рецептуре на основе муки без глютена, может оказаться полезным для категорий населения, например, испытывающих дефицит в отдельных компонентах или страдающих заболеванием целиакия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Егушова Е.А., Позднякова О.Г. Технологические аспекты производства хлеба функционального назначения. Достижения науки и техники АПК. 2018; 32(12). 90-93.
2. Викторова Е.П., Федосеева О.В, Шахрай Т.А. и др. Конкурентный потенциал функциональных обогащенных хлебобулочных изделий. Новые технологии. 2020; 2: 28-39.

3. Кайшев В.Г., Серегин С.Н. Состояние и перспективы развития производства функциональных продуктов питания. *Мясные технологии*. 2018; 2(182): 54-57.
4. Иванникова Н.В., Мынбаева А.Б. Технология хлебобулочных изделий с использованием безглютенового сырья. *Механика и технологии*. 2022; 2(76): 37-44.
5. Кравченко Н.В., Вакуленко Н.А. Анализ пищевой и биологической ценности хлеба. *Тенденции развития науки и образования*. 2021; 70(2): 151-154.
6. Utarova N., Kakimov M., Gajdzik B. et al. Development of Gluten-Free Bread Production Technology with Enhanced Nutritional Value in the Context of Kazakhstan. *Foods*. 2024; 13(2): 271.
7. Borges da Costa B., Fernandes S.S., Zavareze da Rosa E. et al. Production of gluten free bread with flour and chia seeds (*Salvia hispânica* L). *Food Bioscience*. 2021; 43: 101294.
8. Cappelli A., Oliva N., Cini E.A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. *Applied Sciences*. 2020; 10(18): 6559.
9. Yeşil S., Levent H. The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality. *LWT*. 2022; 160: 113301.
10. Turfani V., Narducci V., Durazzo A. et al. Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. *Lwt*. 2017; 78: 361-366.
11. Skendi A., Papageorgiou M., Varzakas T. High protein substitutes for gluten in gluten-free bread. *Foods*. 2021; 10(9): 1997.
12. Yildiz E., Gocmen D. Use of almond flour and stevia in rice-based gluten-free cookie production. *Journal of Food Science and Technology*. 2021; 58: 940-951.
13. Masoodi L., Gull A., Nissar J., Ahad T. et al. Combination of buckwheat and almond flour as a raw material for gluten-free bakery products. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2023: 1-11.
14. Gillespie R., Ahlborn G.J. Mechanical, sensory, and consumer evaluation of ketogenic, gluten-free breads. *Food Science & Nutrition*. 2021; 9(6): 3327-3335.
15. Gómez M. Gluten-free bakery products: Ingredients and processes. *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press. 2022; 99: 189-238.
16. Алехина Н.Н. Разработка технологии хлеба функционального назначения на основе зерновой хлебопекарной смеси. *Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета*. 2021; 24 (3): 245-258.
17. Ngemakwe P.N., Le Roes-Hill M., Jideani V.A. Advances in gluten-free bread technology. *Food Science and Technology International*. 2015; 21(4): 256-276.
18. Masure H.G., Fierens E., & Delcour J.A. Current and forward looking experimental approaches in gluten-free bread making research. *Journal of Cereal Science*. 2016; 67: 92-111.
19. Fradinho P., Raymundo A., Sousa I. et al. Edible brown seaweed in gluten-free pasta: Technological and nutritional evaluation. *Foods*. 2019; 8(12): 622.
20. Ebrahimi M., Noori S.M.A., Sadeghi A. et al. Application of cereal-bran sourdoughs to enhance technological functionality of white wheat bread supplemented with pumpkin (*Cucurbita pepo*) puree. *LWT*. 2022; 158: 113079.

REFERENCES:

1. Egushova E.A., Pozdnyakova O.G. Technological aspects for the production of functional bread. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2018; 32(12). 90-93. [in Russian]
2. Viktorova E.P., Fedoseeva O.V., Shakhrai T.A. et al. Competitive potential of functional enriched bakery products. *New technologies*. 2020; 2:28-39. [in Russian]
3. Kaishev V.G., Seregin S.N. State and prospects for the development of functional food production. *Meat technologies*. 2018; 2(182): 54-57. [in Russian]
4. Ivannikova N.V., Mynbaeva A.B. Technology of bakery products using gluten-free raw materials. *Mechanics and technology*. 2022; 2(76): 37-44. [in Russian]

5. Kravchenko N.V., Vakulenko N.A. Analysis of the nutritional and biological value of bread. Trends in the development of science and education. 2021; 70(2): 151-154. [in Russian]
6. Utarova N., Kakimov M., Gajdzik B. et al. Development of Gluten-Free Bread Production Technology with Enhanced Nutritional Value in the Context of Kazakhstan. Foods. 2024; 13(2): 271.
7. Borges da Costa B., Fernandes S.S., Zavareze da Rosa E. et al. Production of gluten free bread with flour and chia seeds (*Salvia hispânica* L). Food Bioscience. 2021; 43:101294.
8. Cappelli A., Oliva N., Cini E. A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. Applied Sciences. 2020; 10(18): 6559.
9. Yeşil S., Levent H. The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality. L.W.T. 2022; 160:113301.
10. Turfani V., Narducci V., Durazzo A. et al. Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. Lwt. 2017; 78: 361-366.
11. Skendi A., Papageorgiou M., Varzakas T. High protein substitutes for gluten in gluten-free bread. Foods. 2021; 10(9): 1997.
12. Yildiz E., Gocmen D. Use of almond flour and stevia in rice-based gluten-free cookie production. Journal of Food Science and Technology. 2021; 58: 940-951.
13. Masoodi L., Gull A., Nissar J., Ahad T. et al. Combination of buckwheat and almond flour as a raw material for gluten-free bakery products. Journal of Food Measurement and Characterization. 2023: 1-11.
14. Gillespie R., Ahlborn G.J. Mechanical, sensory, and consumer evaluation of ketogenic, gluten-free breads. Food Science & Nutrition. 2021; 9(6): 3327-3335.
15. Gómez M. Gluten-free bakery products: Ingredients and processes. Advances in Food and Nutrition Research. Academic Press. 2022; 99: 189-238.
16. Alekhina N.N. Development of technology for functional bread based on grain baking mixture. Bulletin of MSTU. Proceedings of the Murmansk State Technical University. 2021; 24 (3): 245-258.
17. Ngemakwe P.N., Le Roes-Hill M., Jideani V.A. Advances in gluten-free bread technology. Food Science and Technology International. 2015; 21(4): 256-276.
18. Masure H.G., Fierens E., & Delcour J.A. Current and forward looking experimental approaches in gluten-free bread making research. Journal of Cereal Science. 2016; 67:92-111.
19. Fradinho P., Raymundo A., Sousa I. et al. Edible brown seaweed in gluten-free pasta: Technological and nutritional evaluation. Foods. 2019; 8(12): 622.
20. Ebrahimi M., Noori S.M.A., Sadeghi A. et al. Application of cereal-bran sourdoughs to enhance technological functionality of white wheat bread supplemented with pumpkin (*Cucurbita pepo*) puree. L.W.T. 2022; 158:113079.

Информация об авторах/ Information about the authors

Екатерина Сергеевна Смирнова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии пищевых продуктов, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»
ekaterina-kazantseva@list.ru
тел.: +7 (912) 664 98 57

Ekaterina S. Smirnova, PhD (Agr.), Associate Professor of the Department of Food Biotechnology, FSBEI HE «Ural State Agrarian University»
ekaterina-kazantseva@list.ru
tel.: +7 (912) 664 98 57

Ева Валерьевна Ражина, кандидат биологических наук, доцент кафедры

Eva V. Razhina, PhD (Biology), Associate Professor of the Department of Food

био-технологии пищевых продуктов,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
аграрный университет»
eva.mats@mail.ru
тел.: +7 (982) 739 63 51

Надежда Леонидовна Лопаева, кан-
дидат биологических наук, доцент кафе-
дры биотехнологии и пищевых продуктов,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
аграрный университет»
lopaeva77@mail.ru
тел.: +7 (922) 619 97 14

Инна Михайловна Хайрова, стар-
ший преподаватель кафедры хирургии,
акушерства и микробиологии, ФГБОУ ВО
«Уральский государственный аграрный
университет»
khairova70@mail.ru
тел.: +7 (777) 998 97 66

Вера Николаевна Синько, старший
преподаватель кафедры философии,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
аграрный университет»
vsinko71@mail.ru
тел.: +7 (919) 580 65 93

Андрей Владимирович Шиловцев,
кандидат исторических наук, доцент кафе-
дры философии, ФГБОУ ВО «Уральский
государственный аграрный университет»
a.shilovtsev@mail.ru
тел.: +7 (922) 222 55 98

Biotechnology, FSBEI HE «Ural State Agrar-
ian University»
eva.mats@mail.ru
tel.: +7 (982) 739 63 51

Nadezhda L. Lopaeva, PhD (Biology),
Associate Professor, Department of Biotech-
nology and Food Products, FSBEI HE «Ural
State Agrarian University»
lopaeva77@mail.ru
tel.: +7 (922) 619 97 14

Inna M. Khairova, Senior Lecturer,
Department of Surgery, Obstetrics and Mi-
crobiology, FSBEI HE «Ural State Agrarian
University»
khairova70@mail.ru
tel.: +7 (777) 998 97 66

Vera N. Sinko, Senior Lecturer, Depart-
ment of Philosophy, FSBEI HE «Ural State
Agrarian University»
vsinko71@mail.ru
tel.: +7 (919) 580 65 93

Andrey V. Shilovtsev, PhD (History),
Associate Professor, Department of Phi-
losophy, FSBEI HE «Ural State Agrarian
University»
a.shilovtsev@mail.ru
tel.: +7 (922) 222 55 98

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 30.01.2024; поступила после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 02.03.2024

Received 30.01.2024; Revised 01.03.2024; Accepted 02.03.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-128-135>

УДК 664.681:[664.665:633.854.54:641.5]

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка рецептуры и технологии сдобного печенья с использованием различных видов муки и семян льна

Зурет Н. Хатко, Асет И. Блягоз*, Марият К. Богус, Рамазан Х. Блягоз

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. Расширение ассортимента продукции с повышением ее пищевой и биологической ценности может быть достигнуто разными способами. Одним из способов является использование различных добавок, содержащих функциональные ингредиенты. Такой подход позволяет создавать продукты питания, обладающие заданными функциональными свойствами. В данной статье представлено разработанное мучное кондитерское изделие – сдобное печенье с использованием различных видов муки и семян льна. Дана характеристика химического состава и функциональных свойств семян льна. Выбор семян льна в качестве функционального ингредиента обусловлен высоким содержанием в них биологически активных веществ, достаточно большой сырьевой базой и доступностью. Обосновано применение семян льна в технологии сдобного печенья с целью обогащения витаминами и минеральными веществами. Семена льна и продукты их переработки обладают уникальным химическим составом, широким кругом свойств и набором биологически активных веществ. Исследовано влияние овсяной и льняной муки на качество сдобного печенья и подобраны их оптимальные дозировки в рецептуре печенья. Установлено оптимальное процентное соотношение пшеничной и овсяной муки – 90:10; пшеничной и льняной муки – 90:10. Исследовано влияние дозировки семян льна на качество сдобного печенья и установлено оптимальное процентное содержание семян льна – 10%. Разработаны рецептура и технология сдобного печенья трех видов: сдобное печенье с добавлением семян льна, сдобное печенье с добавлением овсяной муки и семян льна, сдобное печенье с добавлением льняной муки и семян льна.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, сдобное печенье, функциональный ингредиент, овсяная мука, льняная мука, семена льна

Для цитирования: Хатко З.Н., Блягоз А.И., Богус М.К. и др. Разработка рецептуры и технологии сдобного печенья с использованием различных видов муки и семян льна. *Новые технологии* / *New technologies*. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-128-135>

Development of recipes and technology for butter cookies using various types of flour and flax seeds

Zuret N. Khatko, Aset I. Blyagoz*, Mariyat K. Bogus, Ramazan Kh. Blyagoz

FSBEI HE «Maikop State Technological University», 191 Pervomaiskaya str.,
Maikop, 385000, the Russian Federation

Abstract. Extension of the assortment of products with increased nutritional and biological value can be achieved in different ways. One way is to use various supplements containing functional ingredients. This approach makes it possible to create food products with specified functional properties. This article presents a developed flour confectionery product, i.e. butter cookies using various types of flour and flax seeds. The characteristics of the chemical composition and functional properties of flax seeds have been presented. The choice of flax seeds as a functional ingredient is due to their high content of biologically active substances, a sufficiently large raw material base and availability. The use of flax seeds in the technology of butter cookies to enrich them with vitamins and minerals has been substantiated. Flax seeds and their processed products have a unique chemical composition, a wide range of properties and a set of biologically active substances. The influence of oatmeal and flaxseed flour on the quality of butter cookies has been studied and their optimal dosages in the cookie recipe selected. The optimal percentage ratio of wheat and oat flour has been established – 90:10; wheat and flax flour – 90:10. The influence of flax seed dosage on the quality of butter cookies has been studied and the optimal percentage of flax seeds established – 10%. A recipe and technology for three types of butter cookies have been developed: butter cookies with the addition of flax seeds, butter cookies with the addition of oatmeal and flax seeds, butter cookies with the addition of flax flour and flax seeds.

Keywords: flour confectionery products, butter cookies, functional ingredient, oat flour, flaxseed flour, flax seeds

For citation: Khatko Z.N., Blyagoz A.I., Bogus M.K. and et al. Development of recipes and technology for butter cookies using various types of flour and flax seeds. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-128-135>

Введение. Актуальность данного исследования заключается в возможности расширения ассортимента мучных кондитерских изделий за счет использования семян льна.

Цель исследования. Разработка рецептуры и технологии сдобного печенья с использованием семян льна.

В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

1) обосновать целесообразность использования семян льна в рецептуре печенья;

2) подобрать оптимальное соотношение различных видов муки в рецептуре печенья;

3) исследовать влияние дозировки семян льна на качество печенья и установить оптимальное процентное содержание;

4) разработать рецептуру и технологию сдобного печенья с использованием семян льна.

Использование семян льна в технологии печенья имеет ряд обоснованных причин. Семена льна являются богатым источником питательных веществ, таких

как омега-3 и омега-6 жирные кислоты, клетчатка, витамины и минералы. Эти вещества непосредственно влияют на здоровье человека, улучшая состояние сердечно-сосудистой, пищеварительной системы и общее состояние организма. Также семена льна богаты антиоксидантами, которые могут улучшить стойкость продукта к окислению и увеличить срок его хранения [1].

Следует отметить, что семена льна обладают природными связующими свойствами, способностью улучшать текстуру и структуру изделия. Семена льна придают печенью ореховый вкус и хрустящую текстуру, что делает изделие более привлекательным для потребителя. Кроме того, они могут служить заменой традиционных добавок, таких как орехи и семена, что значительно упрощает технологический процесс производства [2, 3].

Известно, что семена льна являются натуральным источником растительных белков, что может быть важным для людей, предпочитающих растительные белки. Семена льна являются источником важных питательных веществ, таких как магний, фолиевая кислота, витамин Е и другие. Эти вещества могут способствовать укреплению иммунитета, поддержанию здоровья кожи и волос, а также обеспечивать организм энергией [4, 5].

Использование семян льна в технологии печенья может быть частью более широкого тренда в производстве и потреблении здоровых и функциональных продуктов, что может привлечь внимание новых категорий потребителей и удовлетворить их потребности в более полезных вариантах печенья.

Таким образом, использование семян

льна в технологии печенья обоснованно с точки зрения повышения пищевой ценности продукта и обогащения его вкусовых качеств.

Для подбора оптимального соотношения различных видов муки в рецептуре печенья исследовали их влияние на качество печенья. Для этого производили частичную замену пшеничной муки овсяной и льняной мукой в количестве 5%, 10%, 15% от общей массы муки. По результатам дегустационной оценки установлено оптимальное процентное соотношение пшеничной и овсяной муки – 90:10; пшеничной и льняной муки – 90:10.

Для исследования влияния процентного содержания семян льна на качество сдобного печенья проводили лабораторные выпечки печенья с добавлением семян льна в дозировке – 5%, 10%, 15%.

При конструировании рецептуры разработали три вида сдобного печенья: с добавлением семян льна, с добавлением овсяной муки и семян льна, с добавлением льняной муки и семян льна. Для каждого вида подготовили образцы печенья четырех вариантов: без семян льна, с семенами льна 5%, 10%, 15%. Внешний вид лабораторных образцов печенья представлен на рисунках 1–3.

По результатам дегустационной оценки установлена оптимальная дозировка семян льна – 10%, так как при данной дозировке вкус у печенья получается более нежный, хрустящий, с выраженным ореховым привкусом.

По результатам проведенных исследований разработаны рецептура и технология сдобного печенья трех видов: с добавлением семян льна, с добавлением овсяной муки и семян льна, с добавлением льняной муки и семян льна. Результаты представлены в таблице 1.



Рис. 1. Сдобное печенье
а) без семян льна; б) с 5% семян льна; в) с 10% семян льна; г) с 15% семян льна

Fig. 1. Butter cookies a) without flax seeds; b) with 5% of flax seeds; c) with 10% of flax seeds; d) with 15% of flax seeds

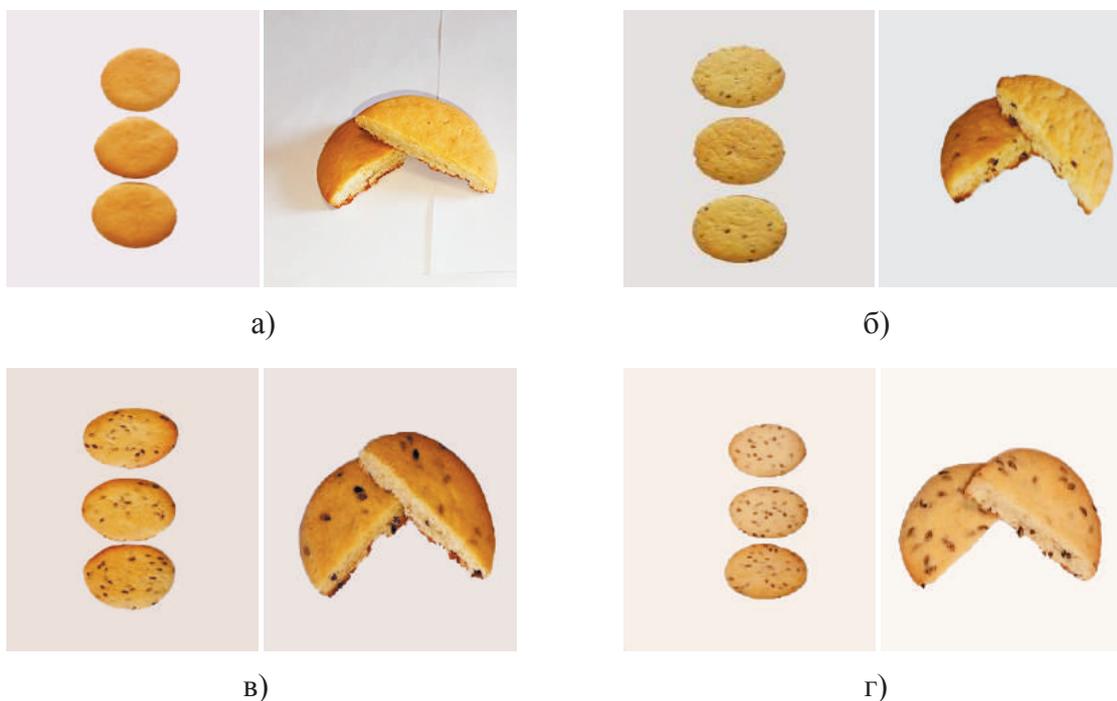


Рис. 2. Сдобное печенье с добавлением овсяной муки
а) без семян льна; б) с 5% семян льна; в) с 10% семян льна; г) 15% семян льна

Fig. 2. Butter cookies with oat flour
a) without flax seeds; b) with 5% of flax seeds; c) with 10% of flax seeds; d) with 15% of flax seeds

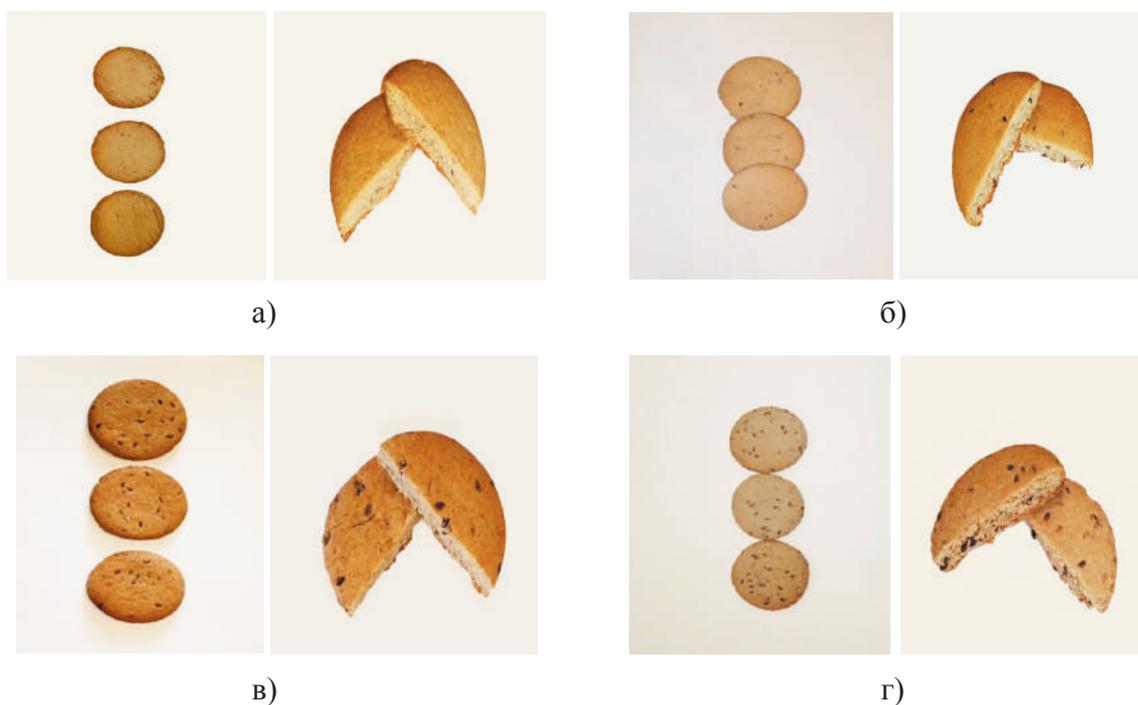


Рис. 3. Сдобное печенье с добавлением льняной муки
 а) без семян льна; б) с 5% семян льна; в) с 10% семян льна; г) с 15% семян льна

Fig. 3. Butter cookies with flax seed flour
 a) without flax seeds; b) with 5% of flax seeds; c) with 10% of flax seeds; d) with 15% of flax seeds

Рецептура сдобного печенья с добавлением семян льна

Таблица 1

Recipe for butter cookies with the addition of flax seeds

Table 1

Наименование сырья и продуктов	Расход сырья и продуктов на 1 порцию, г
Мука пшеничная в/с	450*, 405**, 405***
Мука овсяная	45**
Мука льняная	45***
Сахар-песок	120
Масло сливочное	250
Яйца	120
Семена льна	45
Разрыхлитель	7
Ванилин	5

* – для сдобного печенья с добавлением семян льна;

** – для сдобного печенья с добавлением овсяной муки и семян льна;

*** – для сдобного печенья с добавлением льняной муки и семян льна.

Технологическая схема приготовления сдобного печенья представлена в таблице 2.

Таблица 2

Технологический процесс приготовления сдобного печенья с добавлением семян льна

Table 2

Technological process for preparing butter cookies with the addition of flax seeds

№ п/п	Наименование технологической операции	Ход работы	Параметры, мин	Назначение процесса
1	Подготовка сырья	Просеивание муки, сахара, подготовка и обработка яиц, масла, взвешивание сырья по рецептуре	5...10	Подготовка ингредиентов
2	Приготовление теста	В размягченное сливочное масло добавляется сахар и взбивается. В эту массу добавляются взбитые яйца. В пшеничную муку вводится разрыхлитель, ванилин, хорошо перемешивается и добавляется в полученную массу. Замешивается тесто. Вводятся семена льна. *При приготовлении печенья с добавлением овсяной (льняной) муки предварительно в пшеничную муку постепенно добавляется овсяная (льняная) мука	10	Замес теста
3	Созревание (выдержка) теста	Тесто заворачивается в пищевую пленку и выдерживается при комнатной температуре 1 час	60	Формирование пластичности
4	Формование теста	Готовое тесто раскатывается до толщины 0,5 см и с помощью выемок формируется печенье круглой формы, выкладывается на противень	5	Подготовка к выпечке
5	Выпечка	Выпекается тесто при температуре 180–190°C в пароконвектомате	10...15	Получение конечного продукта
6	Охлаждение	Печенье после выпечки охлаждается	10...15	
7	Расфасовка, упаковка и хранение	Готовые изделия укладываются в подходящие емкости, хранятся в чистых сухих, хорошо вентилируемых местах	3	Использование

* – для сдобного печенья с добавлением овсяной (льняной) муки

Разработанные рецептура и технология сдобного печенья соответствуют требованиям соответствующего нормативного документа [6].

Выводы:

1. Обосновано применение семян льна в рецептуре сдобного печенья с целью обогащения витаминами и минеральными веществами.

2. Исследовано влияние овсяной и льняной муки на качество сдобного печенья и подобраны их оптимальные дозировки в рецептуре печенья. Установлено

оптимальное процентное соотношение пшеничной и овсяной муки – 90:10; пшеничной и льняной муки – 90:10.

3. Исследовано влияние дозировки семян льна на качество сдобного печенья. Установлено оптимальное процентное содержание семян льна – 10%.

4. Разработаны рецептура и технология сдобного печенья трех видов: сдобное печенье с добавлением семян льна, сдобное печенье с добавлением овсяной муки и семян льна, сдобное печенье с добавлением льняной муки и семян льна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Меренкова С.П., Колотов А.П. Разработка технологии обогащенных мучных кондитерских изделий на основе использования продуктов переработки семян льна масличного. Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2017; 5(2); 49-59.

2. Мачихина Л.И., Мелешкина Е.П., Приезжева Л.Г. и др. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна. Хлебопродукты. 2012; 6: 54-58.

3. Блягоз А.И., Богус М.К. Применение семян льна в технологии печенья функционального назначения. Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VII Международной научно-практической онлайн-конференции (16-18 нояб. 2022 г.). Майкоп: Магарин О.Г.; 2022: 346-349.

4. Enzifst L.E., Vveo M.E. Flaxseed (Linseed) fibre – nutritional and culinary uses – a review. Food New Zealand. 2014; april/may: 26-28.

5. Touré A., Xuem-ing X. Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bioactive components, and health benefits. Comprehensive Reviews in Food Sciences and Food Safety. Institute of Food Technologists. 2010; 9(3): 261-269.

6. ГОСТ 24901-2014. Печенье. Общие технические условия.

REFERENCES:

1. Merenkova S.P., Kolotov A.P. Development of technology for enriched flour confectionery products based on the use of processed flaxseed products. Bulletin of SUSU. Series: Food and biotechnology. 2017; 5(2); 49-59. [in Russian]

2. Machikhina L.I., Meleshkina E.P., Priezzheva L.G. et al. Creation of technology for the production of new food products from flax seeds. Bakery products. 2012; 6:54-58. [in Russian]

3. Blyagoz A.I., Bogus M.K. The use of flax seeds in the technology of functional cookies. Science, education and innovation for the agro-industrial complex: state of the art, problems and prospects: materials of the VII International Scientific and Practical Online Conference (November 16-18, 2022). Maikop: Magarin O.G.; 2022: 346-349. [in Russian]

4. Enzifst L.E., Vveo M.E. Flaxseed (Linseed) fiber – nutritional and culinary uses – a review. Food New Zealand. 2014; april/may: 26-28.

5. Touré A., Xuem-ing X. Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bioactive components, and health benefits. Comprehensive Reviews in Food Sciences and Food Safety. Institute of Food Technologists. 2010; 9(3): 261-269.

6. GOST 24901-2014. Cookie. General technical conditions. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Хатко Зурет Нурбиевна, доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
znkhatko@mail.ru
тел.: +7 (988) 477 12 19

Zuret N. Khatko, Dr Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
znkhatko@mail.ru
tel.: +7 (988) 477 12 19

Блягоз Асет Ибрагимовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
aset.blyagoz@mail.ru
тел.: +7 (918) 223 22 44

Aset I. Blyagoz, PhD (Eng.), Associate professor, Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
aset.blyagoz@mail.ru
tel.: +7 (918) 223 22 44

Богус Марият Казбековна, магистрант кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
mkbogus@mail.ru
тел.: +7 (952) 984 44 62

Mariat K. Bogus, Master student, Department of Food Technology and Catering Management, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
mkbogus@mail.ru
tel.: +7 (952) 984 44 62

Блягоз Рамазан Хазретович, аспирант кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
blyagoz-roma@mail.ru
тел.: +7 (961) 828 82 88

Ramazan Kh. Blyagoz, postgraduate student, Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
blyagoz-roma@mail.ru
tel.: +7 (961) 828 82 88

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 10.01.2024; поступила после рецензирования 19.02.2024; принята к публикации 20.02.2024

Received 10.01.2024; Revised 19.02.2024; Accepted 20.02.2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Влияние карбонатов почвы на состояние растений голубики высокорослой в условиях КБР

Елена М. Егорова^{1*}, Фарида Д. Таумурзаева², Адам А. Абрегов³

¹Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, 360030, Российская Федерация

²ООО «Юг Агро», ул. Мовсисяна, д.19, город Нальчик, 360016, Российская Федерация

³ООО «Клубничная Поляна Плюс», ул. Лермонтова, 15, Нарткала, 361332
Российская Федерация

Аннотация. Данная статья посвящена изучению влияния почвенных карбонатов на состояние растений, урожайность и качество ягод голубики высокорослой в условиях Кабардино-Балкарской республики. Содержащиеся в почвенном растворе карбонаты приводят к повышению рН почвы, что негативно сказывается на ее развитии. Голубика высокорослая предъявляет особые требования к почвам: для нормального роста и развития необходимо обеспечить ее воздухопроницаемым субстратом с оптимальным уровнем кислотности до 5,5 единиц. Кислые условия необходимы из-за уникального строения корневой системы: голубика высокорослая полностью лишена корневых волосков, их функцию выполняет колония грибов, которая в симбиозе с растением составляет микоризу. Микориза функционирует только в кислых условиях. В работе приведены средние данные за период 2021–2023 гг. Растения голубики, выращиваемые на карбонатных участках, отличаются слабым ростом, малым количеством побегов формирования, низкой облиственностью и хлорозом по причине уменьшения доступности питания. Огромную роль для производителей играет размер ягод и их вкусовые качества. Измерение этого параметра показало, что на основной части поля, при лучших условиях выращивания, средний диаметр ягод 17 мм, что на 23,5% больше, чем на карбонатных участках, где диаметр составляет, в среднем, 13 мм. Накопление сахара в ягодах при повышенной карбонатности почвы уменьшается на 2,3%, что существенно отражается на их вкусе.

В результате исследований было отмечено негативное влияние карбонатов почвы на развитие растений голубики, а также снижение урожайности на 79,5%. Отрицательное влияние

повышения pH до нейтрального или, тем более, слабощелочного на развитие растений связано с ухудшением питания и слабым развитием корневой системы.

Ключевые слова: голубика, кислотность, карбонаты, урожайность, рост, развитие, торф, вегетативная масса

Для цитирования: Егорова Е.М., Таумурзаева Ф.Д., Абрегов А.А. Влияние карбонатов почвы на состояние растений голубики высокорослой в условиях КБР. Новые технологии / *New Technologies* 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-136-145>

The influence of soil carbonates on highbush blueberry plants in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic

Elena M. Egorova^{1*}, Farida D. Taumurzaeva², Adam A. Abregov³

¹*Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov,
1 v Lenin Avenue, Nalchik, 360030, the Russian Federation*

²*LLC «Yug Agro», 19 Movsisyan str., Nalchik, 360016, the Russian Federation*

³*LLC «Klubnichnaya Polyana Plus», 15 Lermontov str., Nartkala, 361332
The Russian Federation*

Abstract. The article studies the influence of soil carbonates on the plants, the yield and the quality of highbush blueberries in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. The carbonates in the soil solution lead to an increase in soil pH, which negatively affects its development. Highbush blueberries have special soil requirements for normal growth and development. It is necessary to provide the plant with a breathable substrate with an optimal acidity level of up to 5.5 units. Acidic conditions are necessary due to the unique structure of the root system: highbush blueberries are completely devoid of root hairs; their function is performed by a colony of fungi, which constitutes mycorrhiza in symbiosis with the plant. Mycorrhiza functions only in acidic conditions. The research provides average data for the period of 2021-2023. Blueberry plants grown in carbonate areas are characterized by weak growth, few shoots to form, low foliage and chlorosis due to reduced food availability. The size of the berries and their taste play a huge role for producers. The measurement of this parameter showed that in the main part of the field, under the best growing conditions, the average diameter of the berries is 17 mm, which is 23.5% more than in carbonate areas, where the diameter is, on average, 13 mm. The accumulation of sugar in berries with increased soil carbonate decreases by 2.3%, which significantly affects their taste.

As a result of the research, a negative effect of soil carbonates on the development of blueberry plants has been noted, as well as yield reduction by 79.5%. The negative effect of increasing pH to neutral or, especially, slightly alkaline on plant development is associated with deterioration of nutrition and poor development of the root system.

Keywords: blueberries, acidity, carbonates, productivity, growth, development, peat, vegetative mass

For citation: Egorova E.M., Taumurzaeva F.D., Abregov A.A. The influence of soil carbonates on highbush blueberry plants in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *Novye tehnologii / New Technologies* 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-136-145>

Введение. В условиях постоянно изменяющегося рынка, производители сельскохозяйственной продукции Кабардино-Балкарии нередко переходят к выращиванию нетрадиционных культур для почвенно-климатических условий региона. К этой группе культур относится голубика. На сегодня площади насаждений этой ягоды в КБР составляют 170 га.

Голубика высокорослая предъявляет особые требования к почвенно-климатическим условиям. При создании благоприятных условий для роста и развития срок эксплуатации насаждений данной культуры составляет 50 лет и более [1]. Для успешного выращивания голубики нужно учитывать ее специфические требования к условиям произрастания. Одним из главных лимитирующих факторов является кислотность почвы. Голубика – растение ацидофильное. Наиболее благоприятная для произрастания голубики почва с уровнем рН 3,8–4,8 [2].

В слабощелочной среде у растений появляются признаки хлороза и снижается доступность питательных элементов [3].

Почвы КБР не обладают нужными характеристиками для успешного выращивания ацидофильного растения [4]. Одним из способов снижения рН почвы является внесение мелиорантов. При подготовке почвы под голубику чаще всего используют молотую серу. Несмотря на то, что существует ряд мероприятий для подготовки почвы, важно помнить о высокой буферности почв и их способности капиллярного подъема почвенного раствора из нижележащих горизонтов [5].

Цель исследования. Изучение влияния карбонатов почвы на развитие и урожайность голубики сорта «Дюк» в условиях ООО «Юг Агро».

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в условиях ООО «Юг Агро» (г. Нальчик, КБР) за период 2022...2023 гг.

Значительную площадь земельного массива занимают черноземы обыкновенные. Почвообразующая порода представлена древнеаллювиальными отложениями. Морфологический профиль этих почв сложен из гумусового горизонта А черно-серого цвета, зернистой структуры, слабоуплотненного сложения, горизонта АВ_{ca} темноокрашенного, ореховато-зернистой структуры, уплотненного тонкопористого сложения с карбонатной плесенью, горизонта В_{ca} серовато-бурого, комковато-ореховатой структуры с обилием карбонатной плесени, горизонта ВС_{ca} буровато-палевого, рыхлого, крупнокомковатого с наличием белоглазки. Мощность пахотного слоя достигает 30 см, гумусового профиля – 59 см. Гранулометрический состав среднесуглинистый. Преобладающими фракциями являются мелкий песок и ил. Содержание гумуса 3,2%, рН – 7,6.

Гранулометрический состав участка, отведенного под выращивание голубики высокорослой – средний суглинок с объёмной массой 1,3–1,35 кг/м³. На участке с выходом переходного АВ_{ca} и иллювиального В_{ca} горизонтов на поверхность, в результате подготовки участка под посадку голубики, наблюдается бурное вскипание почвы от 10% HCl с поверхности (рис.1).

Такие пятна выхода карбонатного горизонта с разной интенсивностью в поверхностный горизонт составляют около 10% от площади всего поля, освоенного под голубику.

В таблице 1 представлены результаты анализа почвы до закладки плантации по данным лаборатории Eurofins Agro (Голландия). Согласно приведенным данным, водородный показатель на основной части поля близок к нейтральному значению – 6,5 ед., на карбонатном же участке становится щелочным (7,7), что связано с большим содержанием в почве карбонатов кальция и магния [6].

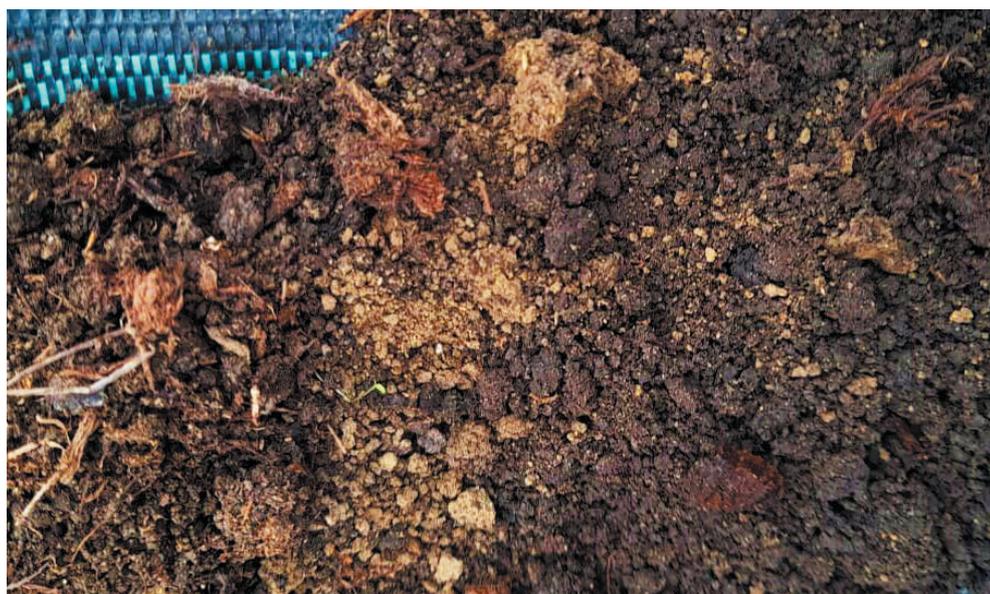


Рис. 1. Выход карбонатного горизонта

Fig. 1. Outcropping of carbonate horizon

Таблица 1

Результаты анализа почвы на основной части поля и карбонатном участке

Table 1

Results of soil analysis in the main part of the field and carbonate area

Показатели	Основная часть поля			Карбонатный участок		
	мг/л	г/кг	мг/100 г почвы	мг/л	г/кг	мг/100 г почвы
Кислотность	6,5			7,7		
Содержание карбонатов, %	0,8			11,7		
Общий N	2484	1,9	191	2284	1,69	169
Доступный P	21	0,016	1,6	1,08	0,0008	0,08
Запасы P	1294	0,99	99	224	0,16	16
Доступный K	218	0,166	16,6	194	0,143	14,3
Запасы K	408	0,031	31	280	0,2	20,7
Доступный Ca	206	0,15	15,7	586	0,43	43,3
Запасы Ca	6032	4,61	461	6218	4,6	460
Доступный Mg	68	0,05	5,2	198	0,146	14,6
Запасы Mg	164	0,12	12	454	0,336	33,6
Fe	5,6	0,0043	0,4	2,7	0,0019	0,199
Zn	0,132	0,0001	0,01	0,136	0,0001	0,01
Mn	1,4	0,00108	0,1	0,352	0,0003	0,03
Cu	0,062	0,00005	0,005	0,052	0,00004	0,004
B	0,686	0,00052	0,052	0,33	0,00024	0,024
Mo	0,008	0,000006	0,0006	0,052	0,00004	0,004

Во время подготовки участка учитывалась повышенная требовательность растений к рН почвы, обусловленная ее физиолого-биологическими особенностями. Для улучшения данного критерия в первую очередь вносилась молотая сера. Затем, при формировке гряд использовали верховой кислый торф, а уже после посадки самих растений проводится постоянный полив подкисленной водой (рН азотной и серной кислотами доводится до 4–4,5 единиц) [7, 8, 9]. В результате по водородному показателю основная часть поля доведена, в зависимости от однородности перемешивания почвы с торфом, до 5,5–6, а в местах выхода карбонатного горизонта – до 6–7. После посадки весь период культивирования поливы осуществляются также с

аналогичным подкислением. Это позволяет поддерживать данный показатель в грядках на основной части поля на уровне 4,1–5,3, а в местах выхода карбонатного горизонта – 5,6–6,5.

Методы исследований. Закладка опытов, наблюдения и учеты выполнялись по методике, принятой в агрономии.

Опыт закладывался по следующей схеме:

1. Контроль – выращивание растений голубики в условиях основной площади поля.

2. Опыт – выращивание голубики на карбонатном участке.

Каждый опытный вариант закладывался и учитывался в трех повторностях по 100 учетных растений в каждой повторности.



Рис. 2. Развитие растений голубики высокорослой на карбонатном участке (слева) и основной части поля (справа)

Fig. 2. Development of highbush blueberry plants in the carbonate area (left) and the main part of the field (right)

После закладки опыта проводился учет развития растений голубики. Оценивались:

- высота растений, в метрах;
- побегообразовательная способность;
- площадь листового аппарата;
- урожайность, в граммах с куста;
- масса и диаметр ягод;
- содержание сахара в ягодах.

Учет урожая проводили методом взвешивания в соответствии с методикой полевых опытов в агрономии [10].

Содержание сахаров определялось рефрактометрическим методом. Полученные данные обрабатывались методом математического анализа по Доспехову Б.А. с применением ПК. В частности, вычисля-

лась НСР₀₅ – наименьшая существенная разница на 95%-ном уровне [11].

Площадь листьев определяли методом палетки (путем подсчета количества занимаемых квадратов на миллиметровой бумаге) [12].

Результаты исследований. Как видно на рисунке 2, растения голубики, выращиваемые на карбонатных участках, отличаются слабым ростом, малым количеством побегов формирования, низкой облиственностью и хлорозом по причине уменьшения доступности питания.

Усредненные данные за период исследований по развитию вегетативной массы растений голубики приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели вегетативного роста растений голубики (среднее за 2022...2023 гг.)

Table 2

Indicators of vegetative growth of blueberry plants (average for 2022...2023)

№ п/п	Показатель	По вариантам		НСР ₀₅
		Карбонатный участок	Основное поле	
1	Приживаемость, %	92	97	6,2
2	Сохранность растений к концу 1 вегетационного периода, %	83,2	92,1	7,1
3	Количество побегов формирования на куст, шт	3	6	2
4	Средняя длина побега формирования, м	0,51	0,95	0,3
5	Количество боковых побегов ветвления, шт./куст	9	19	4
6	Средняя длина побегов ветвления, м	0,1	0,19	0,04
7	Общая длина побегов ветвления, м	0,9	3,61	0,51
8	Общая длина растения, м	2,43	9,31	1,16
9	Площадь листьев на 1 растении, дм ²	4,52	22,86	2,78

Приживаемость растений с участков повышенной карбонатности и основного массива поля составила, соответственно, 92 и 97%. Разница между показателями не превышает значения НСР₀₅. Это связано с тем, что в период до учета приживаемости основная масса всасывающих корней оставалась в субстрате, с которым растения

высаживались и только начинали вращать в субстрат гряд.

Сохранность растений к концу первого вегетационного года в опытном варианте составила 83,2%, что на 8,9% меньше контрольного варианта. В данном случае наблюдается существенная разница, которая обусловлена именно вариантом опыта,

поскольку за этот период всасывающие корни вышли за пределы грунта, с которыми растения высаживались и в полной мере оказались в условиях произрастания, созданных на грядах.

Количество побегов формирования, то есть побегов, сформированных из подземных почек в условиях повышенной карбонатности – 3 шт. на куст, на основной части поля – 6 шт. на куст. Неблагоприятные условия повлияли и на длину побегов. Так, в опытном варианте длина побега, в среднем, составляет 0,51 м, что на 44 см, то есть почти вдвое меньше контроля.

На карбонатном участке количество боковых побегов составило 9 шт, что в 2,1 раза меньше контрольного варианта (19). При этом средняя длина побегов второго порядка также различается примерно вдвое (10 и 19 см, соответственно, на карбонатных участках и основном поле).

Это свидетельствует о существенном ухудшении условий произрастания голубики на участках с повышенным содержанием карбонатов, приводящих к

ослаблению побегообразования и общему угнетению растений.

Измерение площади листьев по вариантам опыта показало, что в контрольном варианте сформировалось 22,86 дм² листовой поверхности на 1 растении. Это почти в 5 раз больше, чем на карбонатном участке, где этот показатель был равен 4,52 дм². Это достоверная разница, обусловленная вариантом опыта, исходя из значения наименьшей существенной разницы на 95% уровне вероятности.

Таким образом, растения с карбонатных участков ввиду нарушения питания и общего физиологического угнетения существенно отстают в вегетативном росте по сравнению с растениями, которые выращиваются в соответствии с требованиями к условиям произрастания.

Угнетение растений, плохая обеспеченность растений элементами питания из-за их блокировки в условиях повышенных значений рН отразились и на урожайности голубики. Данные по урожайности и качеству ягод приведены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние повышенного содержания карбонатов на урожайность и качество ягод голубики высокорослой (средняя за 2022...2023 гг.)

Table 3

The influence of increased carbonate content on the yield and quality of highbush blueberries (average for 2022...2023)

№ п/п	Показатели	Варианты опыта		НСР ₀₅
		Карбонатные участки	Основная часть поля	
1.	Диаметр ягоды, мм	13	17	2,1
2.	Средняя масса ягоды, г	1,5	2,0	0,34
3.	Урожайность с куста, г	80	390	57
4.	Органолептические свойства, в баллах*	3	5	
5.	Содержание сахара, %	10,6	13,9	1,2

Примечание*

- 1 балл – ягоды кислые, плотные, со слабым ароматом, неравномерно окрашенные;
- 2 балла – ягоды кислые, со слабым ароматом;
- 3 балла – ягоды кисло-сладкие, плотные, аромат слабый;
- 4 балла – ягоды сладкие, умеренно плотные, ароматные, равномерно окрашенные;
- 5 баллов – ягоды очень сладкие, умеренно плотные, с ярким ароматом, равномерно окрашенные.

Так как на рынке пользуются спросом крупные, сладкие ягоды голубики, огромную роль для производителей играет диаметр ягод и содержание в них сахара. Измерение этих параметров показало, что на основной части поля, при лучших условиях выращивания, средний диаметр ягод 17 мм, что на 23,5 % больше, чем на карбонатных участках, где диаметр составляет, в среднем, 13 мм. Накопление сахара в ягодах при повышенной карбонатности почвы уменьшается на 2,3 %, что существенно отражается на их вкусе.

Средняя масса ягоды на карбонатном участке составила 1,5 грамма, что на 0,5 грамма (25%) меньше, чем в контроле. Это разница является существенной и достоверной согласно НСР₀₅.

Масса ягод, собранных с одного растения на основной части поля составила 390 г, это в 4,8 раз больше, чем на карбонатном участке.

По таким органолептическим свойствам, как вкус (сладость) ягоды с карбонатных участков, также существенно уступают урожаю с основной части поля.

Характеристика вкусовых качеств ягод проводится по 5-балльной шкале. Ягоды с основной части поля имеют ярко выраженный сладкий вкус с легкой кислинкой (5 баллов), а с карбонатных участков – избыточно кисловатый вкус (3 балла).

Результаты рефрактометрического анализа ягод показали в контрольном

варианте содержание сахаров 13,9 %, что достоверно выше опытного варианта, составляющего 10,6%.

Таким образом, в результате наших исследований выявлено существенное отрицательное влияние повышенной карбонатности почвы, которая приводит к увеличению рН, что, в свою очередь, приводит к уменьшению сохранности, ухудшению роста и развития растений, снижению урожайности на 79,5 %.

Выводы.

1. Повышенная карбонатность почв, приводящая к увеличению рН почвенного раствора, негативно сказывается на сохранности, росте и развитии голубики. У растений на участках с выходом карбонатов уменьшается количество побегов формирования, площадь листовой поверхности, наблюдается слабый прирост в течение сезона.

2. Выращивание голубики высокорослой на участках с повышенным содержанием карбонатов приводит к снижению урожайности на 79,5%, существенному уменьшению размеров и ухудшению вкусовых качеств ягод.

3. При выборе участка под голубику высокорослую необходимо учитывать наличие и хозяйственную значимость доли карбонатных участков, поскольку по комплексу показателей они не пригодны для ее выращивания даже на фоне внесения серы молотой, торфа и других мероприятий адаптационного характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Павловский Н.Б. Возделывание голубики высокорослой. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сборник отраслевых регламентов. Минск: Белорусская наука; 2010: 375-393.
2. Даньков В.В., Скрипниченко М.М., Логинова С.Ф. и др. Ягодные культуры. СПб.: Лань; 2015: 19-24.
3. Гримашевич В.В. Рациональное использование ресурсов дикорастущих ягодных растений и съедобных грибов Беларуси в условиях рыночной экономики // Сборник научных трудов. 2005; 64: 421-430.
4. Фиापшев Б.Х. Почвы Кабардино-Балкарской АССР (генетические особенности, география и хозяйственное использование): дис. ... д-ра биолог. наук. Ростов н/Д; 1975.
5. Ретамалес Дж.Б., Хэнкок Дж.Ф. Черника. Т. 27. Cabi; 2018.

6. Воробьева Л.А., Панкова Е.И. Щелочные засоленные почвы России. Почвоведение. 2008; 5: 517-532.
7. Yang H. et al. Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. Environmental and Experimental Botany. 2022; 197: 104842.
8. Lee S.Y. et al. Effect on chemical and physical properties of soil each peat moss, elemental sulfur, and sulfur-oxidizing bacteria. Plants. 2021; 10(9): 1901.
9. Ochmian I. et al. Chemical and enzymatic changes of different soils during their acidification to adapt them to the cultivation of highbush blueberry. Agronomy. 2020; 11(1): 44.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию; 2012.
11. Лебедько Е.Я. Биометрия в MSExcel: учебное пособие. М.: Лань; 2018.
12. Дрозд О.В., Павловский Н.Б. Морфометрические особенности листьев голубики высокорослой разных сортов, интродуцированных в Беларуси. Плодоводство. 2022; 27: 196-205.

REFERENCES:

1. Pavlovsky N.B. Cultivation of highbush blueberries. Organizational and technological standards for the cultivation of vegetable, fruit, berry crops and the cultivation of planting material: a collection of industry regulations. Minsk: Belarusian Science; 2010: 375-393. [in Russian]
2. Dankov V.V., Skripnichenko M.M., Loginova S.F. et al. Berry crops. St. Petersburg: Lan; 2015: 19-24. [in Russian]
3. Grimashevich V.V. Rational use of resources of wild berry plants and edible mushrooms of Belarus in a market economy // Collection of scientific papers. 2005; 64: 421-430. [in Russian]
4. Fiapshev B.Kh. Soils of the Kabardino-Balkarian Autonomous Soviet Socialist Republic (genetic characteristics, geography and economic use): dis. ...Dr Sci. (Biology). Rostov n/a; 1975. [in Russian]
5. Retamala J.B., Hancock J.F. Blueberry. T. 27. Cabi; 2018.
6. Vorobyova L.A., Pankova E.I. Alkaline saline soils of Russia. Soil science. 2008; 5:517-532. [in Russian]
7. Yang H. et al. Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. Environmental and Experimental Botany. 2022; 197: 104842.
8. Lee S.Y. et al. Effect on chemical and physical properties of soil each peat moss, elemental sulfur, and sulfur-oxidizing bacteria. Plants. 2021; 10(9): 1901.
9. Ochmian I. et al. Chemical and enzymatic changes of different soils during their acidification to adapt them to the cultivation of highbush blueberry. Agronomy. 2020; 11(1): 44.
10. Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). М.: Book on Demand; 2012. [in Russian]
11. Lebedko E.Ya. Biometrics in MSExcel: tutorial. М.: Lan; 2018. [in Russian]
12. Drozd O.V., Pavlovsky N.B. Morphometric features of highbush blueberry leaves of different varieties introduced in Belarus. Fruit growing. 2022; 27: 196-205. [in Russian]

Информация об авторах / Information about the authors

Елена Михайловна Егорова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова
conf200606@inbox.ru

Elena M. Egorova, PhD (Agr.), Associate Professor, Department of Agricultural science, the Kabardino-Balkarian state agrarian university named after V.M. Kokov
conf200606@inbox.ru

*Елена М. Егорова, Фарида Д. Таумурзаева, Адам А. Абрегов
Влияние карбонатов почвы на состояние растений голубики высокорослой в услов. КБР*

Фарида Даутовна Таумурзаева, агроном ООО «Юг-Агро»

Farida D. Taumurzayeva, Agriscientist, LLC «Yug-Agro»

Адам Арсенович Абрегов, ООО «Клубничная Поляна Плюс»

Adam A. Abregov, LLC «Klubnichnaya Polyana Plus»

Поступила в редакцию 12.01.2024; поступила после рецензирования 19.02.2024; принята к публикации 20.02.2024

Received 12.01.2024; Revised 19.02.2024; Accepted 20.02.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-146-156>

УДК 582.661.21:635.052

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Введение в культуру *in vitro* *Salicornia europaea* L

Мария Ф. Коряжкина¹, Наталья А. Дмитриева²,
Екатерина В. Тризно^{3*}, Ариана Б. Седики¹,
Амина М. Утешева¹, Екатерина С. Скоробогатова¹

¹Государственное автономное образовательное учреждение
Астраханской области дополнительного образования «Региональный
школьный технопарк», г. Астрахань, ул. Анри Барбюса, 7,
414056, Российская Федерация

²ООО «Саликорния Нутришн», г. Астрахань, ул. Куликова, д. 73, к. 3, кв. 45,
Российская Федерация

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования ГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский
университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации Минздрава
России. г. Астрахань, ул. Бакинская, 121, 414000, Российская Федерация

Аннотация. Цель исследования состоит в разработке технологии введения *Salicornia europaea* L. в культуру *in vitro*. Для этого были изучены методы культивирования меристем и каллусных культур. Для культивирования меристем в качестве экспланта использовали кончик верхушечной почки. Для получения каллусной ткани использовали фрагменты стебля и листьев. Для изучения влияния различных факторов на всхожесть семена замачивали в стерильной водопроводной воде и в растворах гиббереллина, цитокинина, ауксина и NaCl, а также подвергали холодной стратификации (независимо и с последующим помещением на агаризованную среду Кнопа). Семена саликорнии стерилизовали различными антисептиками: 70% спиртом, 10% водным раствором гипохлорита натрия («Белизна»), амоксициллином и перекисью водорода 3%. Способность к образованию каллуса культурой изучалась на среде МС. В результате определили, что наибольшая всхожесть семян наблюдалась на среде Кнопа после обработки семян суспензией зеленых водорослей рода *Scenedesmus*, а также после предварительной холодной стратификации, чуть менее – после обработки семян раствором NaCl и гибберелловой кислотой. Самым эффективным методом стерилизации семян оказался метод обработки спиртом с последующей обработкой гипохлоритом натрия.

Проведен сравнительный анализ всхожести семян на фильтровальной бумаге в чашках Петри, агаризованной среде Кнопа, Мурасиге-Скуга (безгормональной). Была оценена способность к образованию *S. europaea* L. каллуса на среде МС с фитогормонами.

Заключение. Для улучшения всхожести семена рекомендуется предварительно подвергнуть

холодовой стратификации. Для быстрого получения асептических эксплантов рекомендуется проращивать семена на питательной среде Кнопа, предварительно простерилизовав их спиртом, затем гипохлоритом натрия с последующим промыванием дистиллированной водой. Наиболее подходящим для *S. europaea* L. типом микроклонального размножения является получение каллусной ткани с последующей индукцией органогенеза или эмбриогенеза.

Ключевые слова: *Salicornia*, галофит, солеустойчивость, всхожесть, гибберелловая кислота, холодовая стратификация, микроклональное размножение, культура *in vitro*, каллусная культура, фитогормоны, Мурасиге-Скуга, эксплант

Для цитирования: Коряжкина М.Ф., Дмитриева Н.А., Тризно Е.В. и др. Введение в культуру *in vitro* *Salicornia europaea* L. Новые технологии / *New Technologies* 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-146-156>

Introduction of *Salicornia europaea* L into *in vitro* culture

Mariya F. Koryazhkina¹, Natal'ya A. Dmitrieva², Ekaterina V. Trizno^{3*},
Ariana B. Sediki¹, Amina M. Utesheva¹, Ekaterina S. Skorobogatova¹

¹*State Autonomous Educational Institution of Additional Education of the Astrakhan Region «Regional School Technopark», Astrakhan, 7 Henri Barbusse str., 414056, the Russian Federation*

²*«Salicornia Nutrition» LLC, Astrakhan, the Russian Federation*

³*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education SBEI HE «Astrakhan State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Astrakhan, 121 Bakinskaya str., 414000, the Russian Federation*

Abstract. The goal of the research was to develop a technology for introducing *Salicornia europaea* L. into *in vitro* culture. Methods of cultivating meristems and callus cultures were studied. To cultivate meristems, the tip of the apical bud were used as an explant. Fragments of stems and leaves were used to obtain callus tissue. To study the influence of various factors on germination, seeds were soaked in sterile tap water and in solutions of gibberellin, cytokinin, auxin and NaCl, and were also subjected to cold stratification (independently and with subsequent placement in Knop's agarized medium). *Salicornia* seeds were sterilized with various antiseptics: 70% alcohol, 10% aqueous solution of sodium hypochlorite («Belizna»), amoxicillin and 3% hydrogen peroxide. The ability of the culture to form callus was studied in MS medium. As a result, it was determined that the highest germination of seeds was observed in Knop medium after treating the seeds with a suspension of green algae of the *Scenedesmus* genus, as well as after preliminary cold stratification, and slightly less after treating the seeds with a solution of NaCl and gibberellic acid. The most effective method of seed sterilization turned out to be treatment with alcohol followed by treatment with sodium hypochlorite. A comparative analysis of seed germination in filter paper in Petri dishes, Knop agar medium, Murashige and Skoog (hormone-free) was carried out. The ability of *S. europaea* L. to form callus in MS medium with phytohormones was assessed. Conclusion. To improve germination, it is recommended to subject the seeds to cold stratification. To obtain aseptic explants quickly, it is recommended to germinate the seeds in the Knop nutrient medium, having previously sterilized them with alcohol, then with sodium hypochlorite, followed by washing with distilled water. The most suitable type of microclonal propagation for *S. europaea* L. is the production of callus tissue followed by induction of organogenesis or embryogenesis.

Keywords: *Salicornia*, halophyte, salt tolerance, germination, gibberellic acid, cold stratification, microclonal propagation, *in vitro* culture, callus culture, phytohormones, Murashige and Skoog, explant

For citation: Koryazhkina M.F., Dmitrieva N.A., Trizno E.V. et al. Introduction of *Salicornia europaea* L into in vitro culture /Novye tehnologii / New Technologies 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-146-156>

Введение. Астраханская область – один из самых засушливых регионов России. Температура может колебаться от -25°C зимой до $+50^{\circ}\text{C}$ в летние месяцы. Такие жёсткие условия вынуждают растения накапливать биологически активные вещества, необходимые для выживания. К таким растениям-экстремалам относятся представители рода *Salicornia* (или солерос) – суккулентные однолетние растения, галофиты. В их состав входит большой набор микро- и макроэлементов, благодаря которым растение может переносить долгое отсутствие воды и высокий уровень засоления почвы. Саликорнию выращивают в Израиле, Китае и других азиатских странах [1, 2]. Её мясистые побеги едят как спаржу, предварительно подвергнув обработке кипятком [3]. Растение играет важную роль в улучшении экологической среды засоленных земель, может использоваться в ветрозащитных полосах и фиксации песка. Также данное растение может применяться для биоремедиации почв от вторичного засоления [7–11]. Саликорния используется как модельный объект для изучения механизмов солеустойчивости [12]. Набор солей в экстракте саликорнии зависит от места произрастания. Структурная организация растения позволяет ему проявлять высокую солеустойчивость. В частности, являясь облигатным галофитом аккумулятивного типа, саликорния секвестрирует ионы Na и Cl в вакуолях в изолированном от цитоплазмы состоянии [13].

Астраханская компания ООО «САЛИКОРНИЯ НУТРИШН» производит растительный солезаменитель «Зелёная соль» из *Salicornia*. В 2020 году компания решила увеличить в несколько раз переработку саликорнии. Однако данный галофит сложно культивируется в тепличных условиях или в открытом грунте, что не позволяет увеличить объёмы производства. Техно-

логия микрклонального размножения, разработанная специально для саликорнии, позволит получить посадочный материал в необходимых объёмах в короткий срок. Однако информации о подобных технологиях, разработанных для этого галофита, крайне мало, и она плохо систематизирована [1]. Кроме того, подобные технологии разрабатываются индивидуально в зависимости от вида растения и являются трудоемкими. Все это обусловило необходимость разработки технологии микрклонального размножения саликорнии.

Цель исследования. Разработать технологию введения *Salicornia europaea* L. в культуру *in vitro*.

Методы исследования. Исследования проведены в период с 2022 по 2023 год на базе биологической лаборатории регионального центра выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи Астраханской области (ГАОУ АО ДО «Региональный школьный технопарк»).

Для микрклонального размножения использовались семена саликорнии европейской (*Salicornia europaea* L.) (Fuyang Bestop Import And Export Ltd, Китай).

Всхожесть семян определялась согласно ГОСТ 12038-84¹. Семена в количестве 15 штук помещали на фильтровальную бумагу в стерильные чашки Петри с добавлением 15 мл изучаемых растворов. Контрольные семена замачивались в стерильной водопроводной воде. Семена инкубировали при температуре 25°C в течение 14 суток. Всхожесть определяли на 14 сутки эксперимента. Повторность опыта семикратная.

Для получения стерильных эксплантов исследовались различные методики стерилизации. В качестве эксплантов для

¹ ГОСТ 12038 – 84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М., 1984. – 29 с.

микрклонального размножения были использованы асептические побеги и листья саликорнии.

Для ввода саликорнии в культуру *in vitro* были изучены различные методы [14–16], из которых самыми подходящими оказались два: культивирование меристем и метод каллусных культур. Для культивирования меристем в качестве экспланта использовали кончик верхушечной почки, который был изолирован из побега и помещался на питательную среду МС с фитогормонами. Для получения каллусной ткани в условиях ламинар-бокса простерилизованным скальпелем вырезались фрагменты стебля, листьев и корней. Для лучшего каллусообразования делались подсечки (поранения) по всей поверхности сегментов. Подготовленные экспланты переносились на стерильную питательную среду для микрклонального размножения Мурасиге Скуга (МС) с фитогормонами ИУК (2 мг/л) и кинетином (0,2 мг/л) [16].

Результаты. Семена саликорнии находились в состоянии физиологического покоя, что затрудняло культивирование, а также осложняло работу с данным галофитом.

Для стимуляции прорастания покоящихся семян различных видов растений в настоящее время, как правило, используют

предпосевную обработку фитогормонами и холодовую стратификацию². В работах иранских ученых показано, что высокое засоление оказывает слабое влияние на проростки *Salicornia*, остальные признаки указывают на высокий уровень солеустойчивости и высокую способность растений адаптироваться к засолению [9, 10, 17]. Концентрации NaCl играют важную роль на всех этапах микрклонального размножения представителей рода *Salicornia* [1, 17, 18]. Поскольку вопрос предпосевной обработки семян *S. europaea* L. освещен в публикациях недостаточно, на начальном этапе исследования было проведено изучение влияния различных факторов на всхожесть семян.

Варианты опыта: 1. Замачивание семян в стерильной водопроводной воде (контроль); 2. Холодовая стратификация (4 недели при температуре +5°C); 3. Замачивание в растворе гиббериллина (ГК 0,5 мл/л); 4. Замачивание в растворе цитокинина (кинетин); 5. Замачивание в растворе ауксина (ИУК 1г/л); 6. Замачивание в растворе NaCl (5 г/л). Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

² Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. отв. ред. М.Ф. Данилова; АН СССР, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – Л.: Наука, 1985. – 346 с.

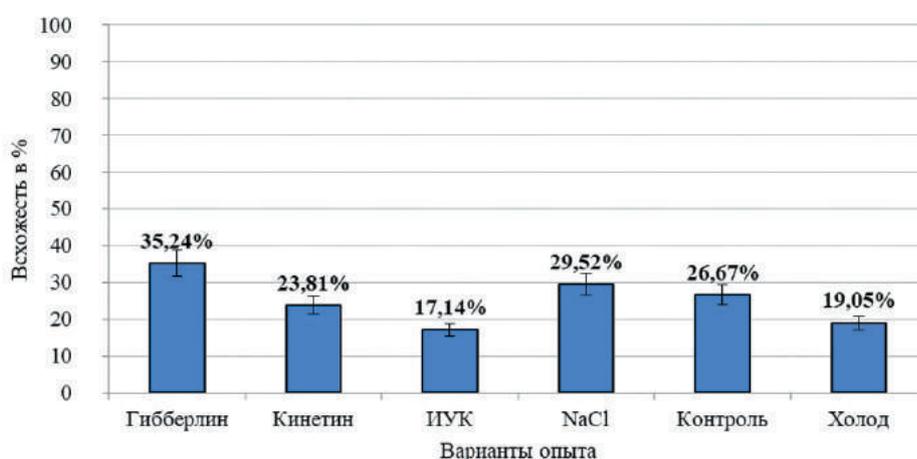


Рис. 1. Влияние различных факторов на всхожесть семян *S. europaea* L. (14 суток)

Fig. 1. The influence of various factors on the germination of *S. europaea* L. seeds. (14 days)

Наибольшая всхожесть семян наблюдалась в вариантах опыта с обработкой семян раствором NaCl (29,52%) и гибберелловой кислотой (35,24%).

Эксперимент показал низкую всхожесть, а также длительные сроки прорастания семян (более 10 суток). Для сокращения сроков прорастания семян был проведен еще один эксперимент. Семена проращивались в пластиковых контейнерах с агаризованной средой

Кнопа. Всхожесть определяли на 7 сутки. Варианты опыта: 1. Замачивание семян в стерильной водопроводной воде (контроль); 2. Холодовая стратификация (4 недели при температуре +5°C); 3. Замачивание в растворе гиббереллина (ГК 0,5 мл/л); 4. Замачивание в растворе ауксина (ИМК 1г/л); 5. Обработка семян суспензией зеленых водорослей рода *Scenedesmus* ($1,3 \cdot 10^4$ кл/мл). Результаты исследований представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Всхожесть семян *S. europaea* L. на среде Кнопа (7сутки).

Fig. 2. Germination of *S. europaea* L. seeds in Knop medium (7 days)

Всхожесть семян *S. europaea* L. на питательной среде Кнопа значительно выше, чем при проращивании на влажных фильтрах в чашках Петри. Самая высокая всхожесть наблюдалась при обработке семян суспензией зеленых водорослей рода *Scenedesmus* – 90%, а также в варианте опыта с предварительной холодной стратификацией – 70%.

Важными факторами, которые следует учитывать при дезинфекции растительных эксплантов, являются выбор стерилизующего вещества и продолжительность обработки. Чаще всего для поверхностного очищения растительных тканей используют соединения, содержащие активный хлор (гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, хлорамин), ртутные препараты

(сулема, диацид) и окислители (перекись водорода, перманганат калия), этиловый спирт, реже – концентрированную серную кислоту, препараты азотнокислого серебра и антибиотики [19]. Подбор стерилизующего агента, обеспечивающего асептичность культуры с одной стороны и низкий уровень угнетения эксплантов – с другой, является одной из важных задач при введении растения в культуру *in vitro*.

Было исследовано действие часто используемого для стерилизации эксплантов дезинфицирующего агента: 10% водного раствора гипохлорита натрия в составе дезинфицирующего средства «Белизна», с последующей трехкратной промывкой дистиллированной водой в течение 15 минут. Исследовалась возможность стерилизации

семян 70% этиловым спиртом, с последующей обработкой гипохлоритом натрия и без него. Также проверен потенциал использования в качестве стерилизующего агента амоксициллина – антибиотика широкого спектра действия, который применяется в микроклональном размножении для снижения процента погибших от бактериальной инфекции эксплантов и

повышения их регенерационной способности [20].

Для получения асептических проростков семена саликорнии стерилизовали различными антисептиками и проращивали на безгормональной питательной среде МС. Эффективность стерилизации оценивалась на 10 сутки. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние различных антисептиков на прорастание семян *S. europaea* L.

Table 1

The influence of various antiseptics on germination of *S. europaea* L. seeds

Вариант опыта	Средняя всхожесть по варианту, в %	% инфицирования семян
контроль	16	100
70% спирт (1 мин)	8	66
спирт + 10% водный раствор гипохлорита Na (15 мин) + 15 мин отмываем водой	28	0
10% водный раствор гипохлорита Na (15 мин) + 15 мин отмываем водой	0	20
Амоксициллин (200 мг/л)	10	80
Перекись водорода 3%	0	0

На основании полученных результатов для получения стерильных эксплантов на среде МС рекомендуется семена поместить в 70% этиловый спирт на 1 минуту, затем – в 10% раствор гипохлорита Na (1:2) на 15 минут, затем в течении 15 минут отмыть 3 – 4 порциями стерильной

дистиллированной воды.

Проведенные исследования показали, что на среде МС семена прорастают на 10 сутки. Сравнительная характеристика всхожести семян на различных средах представлена в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика всхожести семян *S. europaea* L. на различных средах

Table 2

Comparative characteristics of *S. europaea* L. seeds germination in various media

Показатель	Агаризованная среда Кнопа	Мурасиге-Скуга (безгормональная)	Проращивание на бумаге в чашках Петри
Начало прорастания	7 сутки	10 сутки	14 сутки
Всхожесть в % в контроле	60	16	27

Анализ полученных данных показал, что на разных питательных средах и при воздействии различных факторов всхожесть и сроки прорастания семян *S. europaea* L. различны. Самые короткие сроки прорастания и высокая всхожесть отмечены на среде Кнопа. Данная среда рекомендуется для быстрого получения стерильных эксплантов.

На следующем этапе исследования необходимо было ввести *S. europaea* L. в культуру *in vitro*. Из асептических проростков были получены меристемы. Однако при пересеве на МС с фитогормонами рост меристем не наблюдался, либо

же происходило зарастание фрагментов плесневыми грибами.

Способность к образованию каллуса культурой *S. europaea* L. исследовалась на классической для микроклонального размножения среде МС. Для индукции каллусообразования в питательную среду добавлялись гормоны ИУК (2 мг/л) и кинетин (0,2 мг/л).

В результате на питательной среде МС было получено 2 каллусных культуры. Изучен характер их роста на агаризованной и жидкой среде МС. Результаты представлены на рисунке 3 и в таблице 3.

Таблица 3

Свойства каллусных культур *S. europaea* L.

Каллусная культура №	Характер роста культур на агаризованной МС	Характер роста культур на жидкой МС
1	Белая, плотная, матовая, поверхность складчатая, непрозрачная, объемная	Единичные клетки и клеточные агрегаты
2	Рыхлая, желтая, плоская, полупрозрачная, поверхность гладкая, слизистая	Клеточные агрегаты по 4–9 клеток

Table 3

Properties of *S. europaea* L. callus cultures

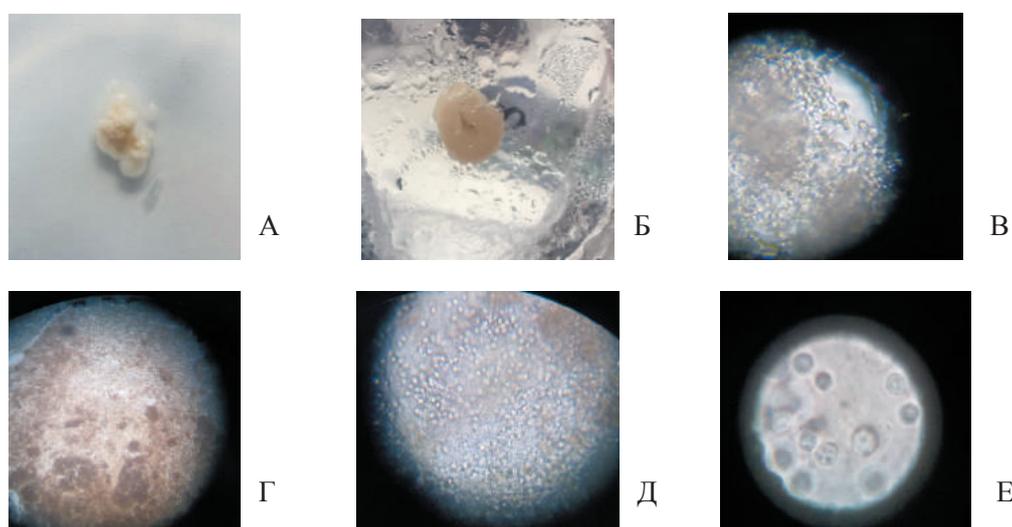


Рис. 3. Каллусные культуры *S. europaea* L.: (А) Культура № 1 на твердой МС; (Б) Культура № 2 на твердой МС; (В) Культура № 1 под световым микроскопом, $\times 100$; (Г) Культура № 2 под световым микроскопом, $\times 100$; (Д) Культура № 2 под световым микроскопом, $\times 400$; (Е) Культура № 2 под световым микроскопом, $\times 1000$

Fig. 3. Callus cultures of *S. europaea* L.: (A) Culture No. 1 on solid MS; (B) Culture No. 2 on solid MS; (C) Culture No. 1 under a light microscope, $\times 100$; (D) Culture No. 2 under a light microscope, $\times 100$; (E) Culture No. 2 under a light microscope, $\times 1000$

Обсуждение. Серия экспериментов показала низкую всхожесть и длительные сроки прорастания семян *S. europaea* L. Для быстрого получения эксплантов подобрана методика проращивания семян на агаризованной среде Кнопа, что позволяет сократить срок получения эксплантов. Подобрана оптимальная методика стерилизации семян. Изучение различных методов ввода в культуру *in vitro* *S. europaea* L. показало, что оптимальным вариантом является получение каллусной ткани с последующей индукцией органогенеза или эмбриогенеза. В результате проведенного исследования на среде МС получено 2 каллусные культуры.

Заключение. В настоящее время продолжается доработка технологии микрклонального размножения *S. europaea* L.: подбор оптимальной концентрации фитогормонов для индукции органогенеза и эмбриогенеза. В октябре 2022 года была организована экспедиция для сбора образцов *S. perennans* Willd, произрастающих в Астраханской области. В дальнейшем планируется усовершенствование технологии микрклонального размножения *S. europaea* L. и разработка подобной технологии для *S. perennans* Willd.

Выводы.

1. Наиболее подходящим для *S. europaea* L. типом микрклонального размножения является получение каллусной ткани с последующей индукцией органогенеза или эмбриогенеза.

2. Для быстрого получения эксплантов рекомендуется проращивать семена на питательной среде Кнопа. Семена предварительно стерилизовать спиртом (70%) 1 минуту, затем 10% водным раствором гипохлорита Na (1:2) с последующим промыванием семян 3 – 4 порциями стерильной дистиллированной воды. Для лучшей всхожести семена рекомендуется предварительно подвергнуть холодной стратификации (4 недели при температуре +5°C).

3. Для получения каллусной ткани предварительно пораненный стерильный эксплант следует переносить на среду МС с концентрацией гормонов ИУК – 2 мг/л, кинетин – 0,2 мг/л.

4. В результате проведенного исследования установлено, что среда МС оптимальна для получения каллусных культур.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке ГАОУ АО ДО «Региональный школьный технопарк».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Xiu-Ling Shi, He-Ping Han, Wu-Liang Shi et al. NaCl and TDZ are Two Key Factors for the Improvement of In Vitro Regeneration Rate of *Salicornia europaea* L. Journal of Integrative Plant Biology. 2006; 48(10): 1185-1189.
2. Liu L., Wang B. Protection of Halophytes and Their Uses for Cultivation of Saline-Alkali Soil in China. Biology 2021; 10(5): 353.
3. Domínguez F.F., Crisanto M.E.V., Castro R.L.S. et al. Metagenomic analysis of the intestinal microbiome in goats on cactus and *Salicornia*-based diets. Open Vet J. 2022; 12(1): 61-68.
4. Yinxin Li, Xiuling Shi Glasswort tissue culture method and culture medium: патент 100400654, Китай, МПК C12N 5/04 A01H 4/00; № 200610003190.8; заявл. 22.02.2006; опубл. 02.08.2006.
5. Губин В.К., Шамсутдинова Э.З., Шамсутдинов Н.З. и др. Способ рассоления засоленных почв: патент 2324029 Рос. Федерация; № 2006136438/03; заявл. 17.10.2006; опубл. 10.05.2008.
6. Исаева А.У, Бишимбаев В.К., Саттарова А.М. Способ биологической очистки засоленных почв от нефтепродуктов и соледоержания: патент 030994 Евразийское патентное ведомство, МПК B09C 1/10; № 201690587; заявл. 12.04.2016; опубл. 31.07.2017.
7. Zhu T., Liu X., Zhang M. et al. Mechanism of cadmium tolerance in *Salicornia europaea* at optimum levels of NaCl. Plant Biol (Stuttg). 2022; 24(1): 41-51.
8. Abdollahzadeh T., Niazi A., Moghadam A. et al. Phytoremediation of petroleum-contaminated soil by *Salicornia*: from PSY activity to physiological and morphological communications. Environ Technol. 2019; 40(21): 2789-2801.

9. Kaviani E., Niazi A., Moghadam A. et al. Phytoremediation of Ni-contaminated soil by *Salicornia iranica*. *Environ Technol.* 2019; 40(3): 270-281.
10. Ventura Y., Eshel A., Pasternak D. et al. The development of halophyte-based agriculture: past and present. *Ann Bot.* 2015; 115(3): 529-540.
11. Gibilisco P.E., Lancelotti J.L., Negrin V.L. et al. Composting of seaweed waste: Evaluation on the growth of *Sarcocornia perennis*. *J Environ Manage.* 2020; 274: 111193.
12. Pérez-Romero J.A., Duarte B., Barcia-Piedras J.M. et al. Investigating the physiological mechanisms underlying *Salicornia ramosissima* response to atmospheric CO₂ enrichment under coexistence of prolonged soil flooding and saline excess. *Plant Physiol Biochem.* 2019; 135: 149-159.
13. Исякаева Р.Р., Голубкина Е.В., Хазова Н.А. Определение экстрактивных веществ в растении рода солерос (*Salicornia perennans* Willd). Современные достижения в биологии и медицине: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов. Астрахань: Астраханский университет; 2021: 36-38.
14. Милехин А.В., Рубцов С.Л., Мадьякин Е.В. Модель регионального базового центра по оздоровлению и микрклональному размножению сельскохозяйственных растений *in vitro*. Земледелие и растениеводство. 2015.
15. Тимофеева О.А., Невмержицкая Ю.Ю. Клональное микроразмножение: учебно-методическое пособие. Казань; 2012.
16. Дитченко Т.И. Культура клеток, органов и тканей растений: методические рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов. Минск: БГУ; 2007.
17. Ali Mahmoudi, Maryam Danesh. Assessment of Salinity Effects on Some Morphological and Physiological Traits and In Vitro Culture of Halophyte Plant (*Salicornia europaea*). *Journal of Crop Breeding.* 2019; 11(29).
18. Joshi M., Mishra A. Jha Bhavanath. NaCl plays a key role for *in vitro* micropropagation of *Salicornia brachiata*, an extreme halophyte. *Industrial Crops and Products.* 2012; 35(1): 313-316.

REFERENCES:

1. Xiu-Ling Shi, He-Ping Han, Wu-Liang Shi et al. NaCl and TDZ are Two Key Factors for the Improvement of In Vitro Regeneration Rate of *Salicornia europaea* L. *Journal of Integrative Plant Biology.* 2006; 48(10): 1185-1189.
2. Liu L., Wang B. Protection of Halophytes and Their Uses for Cultivation of Saline-Alkali Soil in China. *Biology* 2021; 10(5): 353.
3. Domínguez F.F., Crisanto M.E.V., Castro R.L.S. et al. Metagenomic analysis of the intestinal microbiome in goats on cactus and *Salicornia*-based diets. *Open Vet J.* 2022; 12(1): 61-68.
4. Yinxin Li, Xiuling Shi Glasswort tissue culture method and culture medium: patent 100400654, China, IPC C12N 5/04 A01H 4/00; No. 200610003190.8; appl. 02/22/2006; publ. 08/02/2006.
5. Gubin V.K., Shamsutdinova E.Z., Shamsutdinov N.Z. et al. Method of desalinization of saline soils: patent 2324029 Russ. Federation; No. 2006136438/03; appl. 17.10.2006; publ. 10.05. 2008. [in Russian]
6. Isaeva A.U., Bishimbaev V.K., Sattarova A.M. Method for biological purification of saline soils from oil products and salt content: patent 030994 Eurasian Patent Office, IPC B09C 1/10; No. 201690587; appl. 12.04.2016; publ. 31.07.2017. [in Russian]
7. Zhu T., Liu X., Zhang M. et al. Mechanism of cadmium tolerance in *Salicornia europaea* at optimum levels of NaCl. *Plant Biol (Stuttg).* 2022; 24(1): 41-51.
8. Abdollahzadeh T., Niazi A., Moghadam A. et al. Phytoremediation of petroleum-contaminated soil by *Salicornia*: from PSY activity to physiological and morphological communications. *Environ Technol.* 2019; 40(21): 2789-2801.
9. Kaviani E., Niazi A., Moghadam A. et al. Phytoremediation of Ni-contaminated soil by *Salicornia iranica*. *Environ Technol.* 2019; 40(3): 270-281.
10. Ventura Y., Eshel A., Pasternak D. et al. The development of halophyte-based agriculture: past and present. *Ann Bot.* 2015; 115(3): 529-540.

11. Gibilisco P.E., Lancelotti J.L., Negrin V.L. et al. Composting of seaweed waste: Evaluation on the growth of *Sarcocornia perennis*. *J Environ Management*. 2020; 274:111193.
12. Pérez-Romero J.A., Duarte B., Barcia-Piedras J.M. et al. Investigating the physiological mechanisms underlying *Salicornia ramosissima* response to atmospheric CO₂ enrichment under co-existence of prolonged soil flooding and saline excess. *Plant Physiol Biochem*. 2019; 135: 149-159.
13. Isyakaeva R.R., Golubkina E.V., Khazova N.A. Determination of extractive substances in the plant of the genus *Salicornia perennans* Willd. Modern achievements in biology and medicine: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference of students, undergraduates, graduate students. Astrakhan: Astrakhan University; 2021: 36-38. [in Russian]
14. Milekhin A.V., Rubtsov S.L., Madyakin E.V. Model of a regional base center for the improvement and microclonal propagation of agricultural plants *in vitro*. *Agriculture and crop production*. 2015. [in Russian]
15. Timofeeva O.A. Nevmerzhitskaya Yu. Yu. Clonal micropropagation: educational and methodological manual. Kazan; 2012. [in Russian]
16. Ditchenko T.I. Culture of plant cells, organs and tissues: methodological recommendations for laboratory classes, assignments for independent work and monitoring students' knowledge. Minsk: BSU; 2007. [in Russian]
17. Ali Mahmoudi, Maryam Danesh. Assessment of Salinity Effects on Some Morphological and Physiological Traits and *In Vitro* Culture of Halophyte Plant (*Salicornia europaea*). *Journal of Crop Breeding*. 2019; 11(29).
18. Joshi M., Mishra A. Jha Bhavanath. NaCl plays a key role for *in vitro* micropropagation of *Salicornia brachiata*, an extreme halophyte. *Industrial Crops and Products*. 2012; 35(1): 313-316.

Информация об авторах / Information about the authors

Мария Федоровна Коряжкина, кандидат биологических наук, педагог дополнительного образования, Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области дополнительного образования «Региональный школьный технопарк»

тел: +7 (917) 174 93 38
mkoryazhkina@schooltech.ru

Наталья Александровна Дмитриева, генеральный директор ООО «Саликорния Нутришн»

Екатерина Валерьевна Тризно, кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической физиологии, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования ГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет»

Ариана Берузовна Седики, учащаяся, Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области дополнительного образования «Региональный школьный технопарк»

Mariya F. Koryazhkina, PhD (Biology), Additional education teacher, State Autonomous Educational Institution of Additional Education of the Astrakhan Region «Regional School Technopark»

tel: +7 (917) 174 93 38
mkoryazhkina@schooltech.ru

Natal'ya A. Dmitrieva, General Director, *Salicornia Nutrition* LLC

Ekaterina V. Trizno, PhD (Medicine), Associate Professor, Department of Pathological Physiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Astrakhan State Medical University»

Ariana B. Sediki, Student, State Autonomous Educational Institution of Additional Education of the Astrakhan Region «Regional School Technopark»

Амина Маратовна Утешева, учащаяся, Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области дополнительного образования «Региональный школьный технопарк»

Amina M. Utesheva, Student, State Autonomous Educational Institution of Additional Education of the Astrakhan Region «Regional School Technopark»

Екатерина Сергеевна Скоробогатова, учащаяся, Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области дополнительного образования «Региональный школьный технопарк»

Ekaterina S. Skorobogatova, Student, State Autonomous Educational Institution of Additional Education of the Astrakhan Region «Regional School Technopark»

Заявленный вклад соавторов

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 co-authors

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

Поступила в редакцию 12.12.2023; поступила после рецензирования 19.02.2024; принята к публикации 20.02.2024

Received 12.12.2023; Revised 19.02.2024; Accepted 20.02.2024

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165>

УДК 634.51:631.547.5

© 2024



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разнообразие отдельных показателей плодов ореха грецкого при отборе по различным методикам

Юрий И. Сухоруких, Светлана Г. Биганова*

*ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
Ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация*

Аннотация. Грецкий орех (*Juglans regia* L.) является особо ценным растением для человека. Это обусловлено его многогранными полезными свойствами и качествами как пищевого, лекарственного, технического, рекреационного и природоохранного древесного вида. Основная цель разведения ореха – получение высококачественных плодов. В Российской Федерации для отбора особей, обеспечивающих такую продукцию, в основном используются две методики: методика 1 – «Программа и методика селекции ореха грецкого» (Сухоруких и др., 2007) и методика 2 – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999). Целью исследования является изучение разнообразия выделяемых на основе методик 1, 2 перспективных форм ореха грецкого по вкусу, извлекаемости ядра и общего балла селекционной ценности (качества) плодов. Другие признаки, оцениваемые идентично или сходно, не рассматриваются. Объектом исследования служили литературные данные авторов оценки качества орехов по методике 1, 2. Для статистической обработки использовали программу Stadia 8.0/prof., графического построения – Microsoft Excel. Разнообразие оценивали по коэффициентам вариации и индексам распределенного рангового разнообразия (IRRR) на основе известных методов. Установлено, что коэффициенты вариации изучаемых показателей, оцененные по различным методикам, не имели достоверного статистического отличия, а селекционные градации вкуса и извлекаемости ядра распределились одинаково. При оценке по методике 1 статистическое распределение общего балла селекционной ценности плодов имело нормальное распределение, по методике 2 – отличалось от нормального. При оценке разнообразия по значениям IRRR методика 1 по сравнению с методикой 2 оказалась более чувствительной и обеспечивала большее разнообразие выделяемого генофонда по общему баллу селекционной ценности плодов ореха грецкого. Результаты могут быть использованы в селекции грецкого ореха.

Ключевые слова: орех грецкий, плоды, оценка качества, методики, вкус, извлекаемость ядра, общий балл селекционного качества плодов, разнообразие

Для цитирования: Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г. Разнообразие отдельных показателей плодов ореха грецкого при отборе по различным методикам. *Новые технологии / New technologies.* 2024; 20(1):<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165>

Diversity of specific indicators of walnut fruits during selection using various methods

Yuri I. Sukhorukikh, Svetlana G. Biganova*

*FSBEI HE «Maikop State Technological University», 191 Pervomaiskaya str.,
Maikop, 385000, the Russian Federation*

Abstract. Walnut (*Juglans regia* L.) is a particularly valuable plant for humans. This is due to its multifaceted beneficial properties and qualities as a food, medicinal, technical, recreational and environmental tree species. The main goal of nut breeding is to obtain high-quality fruits. In the Russian Federation for the selection of individuals that provide such products, two methods are mainly used: method 1 – «Program and method for breeding walnuts» (Sukhorukikh et al., 2007) and method 2 – «Program and method for the study of fruit, berry and nut crops» (1999). The purpose of the study is to study the diversity of promising forms of walnut identified on the basis of methods 1 and 2 in terms of taste, kernel extractability and the overall score of the breeding value (quality) of the fruit. Other characteristics assessed identically or similarly are not considered. The object of the research was the literature data of the authors assessing the quality of nuts using methods 1, 2. For statistical processing, the Stadia 8.0/prof. program was used, and Microsoft Excel was used for graphical construction. Diversity was assessed using coefficients of variation and indices of distributed rank diversity (IRRR) based on known methods. It was established that the coefficients of variation of the studied indicators, assessed using various methods, did not have a significant statistical difference, and the selection gradations of taste and kernel extractability were equally distributed. When assessed using method 1, the statistical distribution of the total score of the selection value of fruits had a normal distribution, when using method 2 it differed from normal. When assessing diversity using IRRR values, method 1, compared to method 2, turned out to be more sensitive and provided greater diversity of the allocated gene pool in terms of the overall score of the breeding value of walnut fruits. The results can be used in walnut breeding.

Keywords: walnut, fruits, quality assessment, methods, taste, kernel extractability, overall score of fruit selection quality, variety

For citation: Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G. Diversity of specific indicators of walnut fruits during selection using various methods. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(1): <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-1-157-165>

Введение. Орех грецкий (*Juglans regia* L.) является одним из наиболее ценных растений планеты и самым ценным интродуцентом для лесного хозяйства Российской Федерации [12]. Это обусловлено его многогранными полезными свойствами. Все части дерева имеют хозяйственное значение [10, 17]. Ядра плодов являются уникальной высококалорийной пищей [10, 12, 17, 20]. Так же они обладают нейротекторной способностью при болезни Альцгеймера [19], радиозащитным эффектом против индуцированного гамма излучения [23] и другими лечебными свойст-

вами [10, 12, 17]. Лекарственное значение имеют околоплодник, листья, незрелые орехи [10]. Древесине ореха присущи прекрасные декоративные и технические качества, а она сама и особенно изделия из неё имеют высокую стоимость [9, 17, 22]. Орех декоративен и отлично выполняет защитные свойства в природных ландшафтах [12, 21]. Площади под ореховыми плантациями постоянно расширяются во многих странах мира [3]. В нашей стране эта культура успешно интродуцирована не только на Юге России, но и в более северных областях [4, 5, 8, 10, 16].

Для получения плодов ореха осуществляется его селекция [7, 10–13, 16–18]. Одной из основ этого процесса является наличие соответствующих методик. В настоящее время при отборе наибольшее распространение получили две: методика 1 – «Программа и методика селекции ореха грецкого» [13] и методика 2 – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7]. Сравнение их эффективности показало, что при отборе перспективного генофонда ореха грецкого методика 1 по сравнению с методикой 2 обеспечивает более строгий отбор и лучшие показатели качества пищевой части (вкус, извлекаемость, масса, выход ядра) и общего балла селекционной ценности плодов [2]. При отборе одним из важнейших условий является разнообразие (полиморфизм, изменчивость) селективируемых признаков [12,17]. Соответственно, применяемые методические подходы должны обеспечивать выявление имеющейся изменчивости. Эти исследования представляют значительный интерес для селекционной науки и практики. Для вышеотмеченных методик разнообразие показателей вкуса и извлекаемости ядра, вносящих наибольший вклад (около 50%) в бальную оценку, а также интегрального показателя – общего балла селекционной ценности плодов, не изучено и требует своего отдельного исследования [7, 12, 13]. В связи с тем, что остальные признаки методиками оцениваются идентично (масса и размеры плода, выход и масса ядра) или по сходным селекционным категориям (крепость, цвет, характер поверхности скорлупы, одномерность по форме и величине, повреждаемость болезнями и вредителями), отличие их разнообразия в данной работе не рассматривается.

При оценке разнообразия признаков используют различные показатели, среди которых значительное распространение получил коэффициент вариации. Он выражается в процентах и позволяет срав-

нивать между собой изменчивость различных признаков [15]. Другими предложен метод оценки разнообразия на основе относительной энтропии, достоинством которого является учёт не только доли, но также значимости и частоты проявления показателя в изучаемой выборке. Данный методический подход был реализован при оценке разнообразия плодов лещины и продемонстрировал свою эффективность [2].

Целью данной работы является изучение разнообразия выделяемых на основе методик 1, 2 перспективных форм ореха грецкого по показателям вкуса, извлекаемости ядра и общего балла селекционной ценности плодов.

Задачами исследования являлось определение значений и отличия коэффициентов вариации, статистического распределения и индексов распределенного рангового разнообразия изучаемых показателей, оцененным по различным методикам.

Объекты и методы исследования. В работе использованы литературные данные авторов об оценке качества орехов по методике 1 – «Программа и методика селекции ореха грецкого» [13] и методике 2 – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7]. Статистическую обработку осуществляли с применением программы Stadia 8.0/prof. и руководства к нему [6], для графического построения применяли Microsoft Excel. С целью исключения различной интерпретации полученных данных заключение программы Stadia 8.0/prof в тексте приводится без изменений. Значимость селекционных категорий общего балла селекционной ценности плодов установлена на основе экспертной оценки авторов согласно придержкам методик [7, 13]. Разнообразие изучаемых показателей определяли по значениям коэффициентов вариации [15] и индексам распределенного рангового разнообразия (IRRR) [2].

Результаты и обсуждение. Исходные данные о перспективном генофонде, выделенном на основе изучения 112 форм ореха грецкого (извлечение из [1]), представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели вкуса, извлекаемости ядра и общего балла селекционной ценности плодов у перспективных форм ореха грецкого, выделенных по различным методикам (методика 1 / методика 2) (извлечение из [1])

Table 1

Indicators of taste, kernel extractability and overall score of the breeding value of fruits in promising forms of walnut, isolated using various methods (method 1 / method 2) (extract from [1])

№	Вкус, балл	Извлекаемость, балл	Общий балл	Ранг
27	15/5	12/5	56,71 / 4,38	1/2
99	15/5	12/5	56,25 / 4,50	2/1
24	15/5	12/5	54,66 / 3,75	3/4
114	15/5	12/5	54,38 / 4,25	4/3
76	14/4,7	12/5	54,23 / 4,50	5/1
73	15/5	12/5	53,45 / 4,38	6/2
6	15/5	12/5	53,17 / 4,38	7/2
108	15/5	12/5	52,05 / 4,50	8/1
57	14,74/4,9	11,83/4,69	52,02 / 4,50	9/1
44	15/5	9/4	51,90 / 4,38	11/2
101	14/4,7	10/4,33	50,70 / 4,38	12/2
65	15/5	10/4,33	50,46 / 4,38	13/2
109	12/4	12/5	50,26 / 4,38	14/2
50	15/5	12/5	50,14 / 4,38	15/2
102	14/4,7	11/4,67	49,09 / 4,38	16/2
66	14/4,7	12/5	48,96 / 4,38	10/2
77	11,33/3,7	12/5	47,45 / 4,38	17/2
40	15/5	12/5	45,79 / 4,38	18/2
Коэффициент вариации, %				
Методика 1	7,52±1,26	7,95±1,33	5,7±0,95	
Методика 2	8±1,3	6,36±1,07	3,8±0,63	

Примечание. Значения коэффициентов вариации вычислены авторами.

Как следует из данных таблицы 1, отличие коэффициентов вариации изучаемых показателей было несущественным и составило для вкуса $t_{\text{факт}} = 0,12$, извлекаемости ядра $t_{\text{факт}} = 0,93$, общего балла $t_{\text{факт}} = 1,66$ ($t_{\text{ст}} = 2,04$). Распределение форм по общему баллу селекционной ценности

по методике 1 позволило выделить 18, а по методике 2 – только 4 ранга. Это указывает на большую чувствительность и разнообразие общего оценочного балла при оценке по первой методике по сравнению со второй. Для показателя вкуса и извлекаемости ядра по обоим методикам

качественные градации распределились одинаково. Вкус: очень хороший – 16, хороший – 2; извлекаемость: извлекается легко целиком – 15, извлекается легко половинками – 3 случая. Следовательно, отличие между методиками в оценке

разнообразия данных показателей отсутствует.

Статистическое распределение общего балла селекционной ценности плодов форм, выделенных на основе методик 1, 2, имело отличия (рис. 1, 2).



Рис. 1. Распределение общего балла селекционной ценности плодов ореха грецкого, оцененных по методике 1

Fig. 1. Distribution of the total score of the breeding value of walnut fruits, assessed using method 1

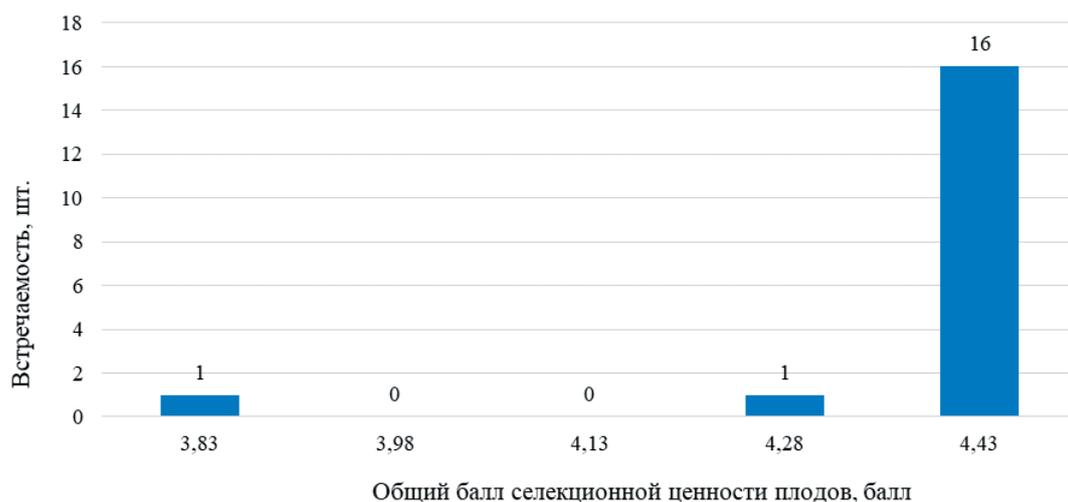


Рис. 2. Распределение общего балла селекционной ценности плодов ореха грецкого, оцененных по методике 2

Fig. 2. Distribution of the total score of the breeding value of walnut fruits, assessed using method 2

При использовании методики 1 выборка имела нормальное распределение (рис.1) (Колмогоров = 0,0847, Значимость = 0,5856, степени свободы = 18. Гипотеза 0: Распределение не отличается от нормального. Омега-квадрат = 0,01773, Значимость = 0,6455, степени свободы = 18. Гипотеза 0: Распределение не отличается от нормального. Хи-квадрат = 1,254, Значимость = 0,5343, степени свободы = 2. Гипотеза 0: Распределение не отличается от нормального).

Графический материал рисунка 2 демонстрирует ограниченность оценки по методике 2, в соответствии с которой основная часть изучаемых форм распределяется в пределах высшего балла. Это

также указывает на меньшую чувствительность к методике 2.

При оценке по методике 2 распределение отличалось от нормального (рис.2) (Колмогоров = 0,4263, Значимость = 7,126E-8, степени свободы = 18. Гипотеза 1: Распределение отличается от нормального. Омега-квадрат = 0,6239, Значимость = 5,291E-9, степени свободы = 18. Гипотеза 1: Распределение отличается от нормального. Хи-квадрат = 256,1, Значимость = 0, степени свободы = 2. Гипотеза 1: Распределение отличается от нормального).

Вычисленные значения IRRR общего балла селекционной ценности плодов у форм, отбираемых по различным методикам, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения IRRR общего балла селекционной ценности плодов у форм ореха грецкого, отбираемых по методике 1 и методике 2

Table 2

IRRR values of the total score of the selection value of fruits for walnut forms selected according to method 1 and method 2

Селекционная категория	Количество плодов по градациям		Доли		Значимость	Относительная энтропия	IRRR	
	Методика 1	Методика 2	Методика 1	Методика 2			Методика 1	Методика 2
Высшего качества	11	16	0,61	0,89	5	0,96/0,5	4,80	2,50
Качественные	7	2	0,39	0,11	4	0,96/0,6	3,84	2,00
						Среднее	4,32	2,25

Согласно результатам таблицы 2, IRRR форм ореха, отобранных по методике 1, превышает на 47,92% аналогичный показатель особей, выделенных по методике 2. Это более критериального показателя отличия в 10% [2], что позволяет сделать вывод о большем разнообразии выборки, оцененной по методике 1.

Заключение.

1. При использовании значений коэффициентов вариации изучаемых показате-

лей, оцененных по различным методикам, не выявлено между ними достоверного статистического отличия.

2. Селекционные градации вкуса и извлекаемости ядра при оценке по обеим методикам распределились одинаково, что указывает на отсутствие различия в их разнообразии.

3. Статистическое распределение общего балла селекционной ценности плодов ореха грецкого при использовании методики 1 имело нормальное рас-

пределение, по методике 2 – отличное от нормального.

4. Методика 1 по сравнению с методикой 2 обладает лучшей чувствительностью

и обеспечивает большее разнообразие выделяемого генофонда по общему баллу селекционной ценности плодов ореха грецкого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К. Сравнение методик выделения перспективного генофонда ореха грецкого по качеству плодов. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022; 183(2): 17-23.
2. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Кулик К.Н. и др. Разнообразие орехов лещины и прогноз встречаемости её форм в лесных формациях на Северо-Западном Кавказе. Известия вузов. Лесной журнал. 2020; 3: 55.
3. Корниенко П.С. Сравнительный анализ состояния и распространения ореха грецкого в мире, а также проблематика его возделывания в России. Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022; 29(192): 46-58.
4. Корниенко П.С., Потанин Д.В. Перспективы выращивания ореха грецкого в республике Крым и России. Наука вчера, сегодня, завтра. 2017; 35(1): 77-92.
5. Кузьмина Н.М., Федоров А.В. Биоэкологические особенности *Juglans regia* (Juglandaceae) при интродукции в условиях Среднего Предуралья. Растительные ресурсы. 2022; 58(4). 366-375.
6. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебное пособие. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Форум; ИНФРА-М; 2006.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур; 1999.
8. Славский В.А., Чернышов М.П. Рост и жизнеспособность орехов рода *Juglans* в Воронежской области. Лесотехнический журнал. 2018; 8(2): 86-95.
9. Славский В.А. Физико-механические свойства древесины ореха грецкого и её использование в Лесной промышленности. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014; 2(3): 176-179.
10. Стрела Т.Е. Орех грецкий. Киев: Наук. Думка; 1990.
11. Супрун И.И., Лободина Е.В., Аль-Накиб Е.А. и др. Поиск и оценка перспективных форм ореха грецкого в местных семенных популяциях Краснодарского края. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023; 79(1): 45-59.
12. Сухоруких Ю.И. Избранные труды: в 3-х кн. Кн. 2. Майкоп: Качество; 2008.
13. Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп: Качество; 2007.
14. Шмойлова Р.А. и др. Теория статистики: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика; 2004.
15. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Ленинград: Ленингр. ун-т; 1977.
16. Фирсов Г.А., Васильев Н.П. Орех грецкий (*Juglans regia* L., Juglandaceae) в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия, 11: Естественные науки. 2015 13(3): 8-17.
17. Щепотьев Ф.Л., Рихтер А.А., Павленко Ф.А. и др. Орехоплодные лесные культуры. М.; 1978.
18. Bernard A., Dirlewanger E., Lheureux F. Walnut: past and future of genetic improvement. Tree Genetics & Genomes. 2018; 14(1): 1.
19. Gorji N., Moeini R., Memariani Z. Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. Pharmacological Research. 2018; 129: 115-127.

20. Ozcan A., Sutyemez M., Attar S.H. et al. Fatty acid composition, phenolic compound content and antioxidant activity of unique walnut genotypes with red seed coat. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2020; 59(4): 352-360.

21. Shigaeva J., Darr D. On the socio-economic importance of natural and planted walnut (*Juglans regia* L.) forests in the Silk Road countries: A systematic review. *Forest Policy and Economics*. 2020; 118: 102233.

22. Zamilova A.F., Galikhanov M.F. Influence of polarization of the walnut plywood in the process of preparation on its water and moisture absorption. *AIP Conference Proceedings: 3, Physics, Technologies and Innovation (Ekaterinburg, 16-20 мая 2016 г.)*. Ekaterinburg; 2016: 020038.

Zhu N., Liu R., He L.X. et al. Radioprotective effect of walnut oligopeptides against gamma radiation-induced splenocyte apoptosis and intestinal injury in mice. *Molecules*; 2019: 24.

REFERENCES:

1. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K. Comparison of methods for identifying promising walnut gene pools based on fruit quality. *Works on Applied Botany, Genetics and Selection*. 2022; 183(2): 17-23. [in Russian]

2. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Kulik K.N. et al. Diversity of hazel nuts and forecast of the occurrence of its forms in forest formations in the North-West Caucasus. *News from universities. Forest magazine*. 2020; 3:55. [in Russian]

3. Kornienko P.S. A comparative analysis of the state and distribution of walnuts in the world, as well as the problems of its cultivation in Russia. *News of Agricultural science of Tavrida*. 2022; 29(192): 46-58. [in Russian]

4. Kornienko P.S., Potanin D.V. Prospects for growing walnuts in the Republic of Crimea and Russia. *Science yesterday, today, tomorrow*. 2017; 35(1): 77-92. [in Russian]

5. Kuzmina N.M., Fedorov A.V. Bioecological features of *Juglans regia* (Juglandaceae) during introduction in the conditions of the Middle Urals. *Plant resources*. 2022; 58(4). 366-375. [in Russian]

6. Kulaichev A.P. *Methods and tools for complex data analysis: a textbook*. 4th ed. rev. and add. M.: Forum; INFRA-M; 2006. [in Russian]

7. *Program and methodology for studying varieties of fruit, berry and nut crops*. Orel: All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding; 1999. [in Russian]

8. Slavsky V.A., Chernyshov M.P. Growth and viability of nuts of the genus *Juglans* in the Voronezh region. *Forestry magazine*. 2018; 8(2): 86-95. [in Russian]

9. Slavsky V.A. Physico-mechanical properties of walnut wood and its use in the forestry industry. *Current directions of scientific research of the 21st century: theory and practice*. 2014; 2(3): 176-179. [in Russian]

10. Strela T.E. *Walnut*. Kiev: Naukova Dumka; 1990. [in Russian]

11. Suprun I.I., Lobodina E.V., Al-Nakib E.A. et al. Search and assessment of promising forms of walnut in local seed populations of the Krasnodar Territory. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2023; 79(1): 45-59. [in Russian]

12. Sukhorukikh Yu.I. *Selected works: in 3 books. Book 2*. Maikop: Kachestvo; 2008. [in Russian]

13. Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P., Biganova S.G. *Walnut selection program and methodology*. Maikop: Kachestvo; 2007. [in Russian]

14. Shmoilova R.A. and others. *Theory of statistics: a textbook*. 4th ed., rev. and add. M.: Finance and Statistics; 2004. [in Russian]

15. Terentyev P.V., Rostova N.S. *Workshop on Biometrics*. Leningrad: Leningr. University; 1977. [in Russian]

16. Firsov G.A., Vasilyev N.P. Walnut (*Juglans regia* L., Juglandaceae) in the Botanical Garden of Peter the Great in St. Petersburg. *Bulletin of Volgograd State University. Series, 11: Natural Sciences*. 2015 13(3): 8-17. [in Russian]

17. Shchepotyev F.L., Richter A.A., Pavlenko F.A. et al. Nut-fruit forest crops. M.; 1978. [in Russian]
18. Bernard A., Dirlwanger E., Lheureux F. Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics & Genomes*. 2018; 14(1): 1.
19. Gorji N., Moeini R., Memariani Z. Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer's disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research*. 2018; 129: 115-127.
20. Ozcan A., Sutyemez M., Attar S.H. et al. Fatty acid composition, phenolic compound content and antioxidant activity of unique walnut genotypes with red seed coat. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2020; 59(4): 352-360.
21. Shigaeva J., Darr D. On the socio-economic importance of natural and planted walnut (*Juglans regia* L.) forests in the Silk Road countries: A systematic review. *Forest Policy and Economics*. 2020; 118:102233.
22. Zamilova A.F., Galikhanov M.F. Influence of polarization of the walnut plywood in the process of preparation on its water and moisture absorption. AIP Conference Proceedings: 3, Physics, Technologies and Innovation (Ekaterinburg, May 16-20, 2016). Ekaterinburg; 2016: 020038.
23. Zhu N., Liu R., He L.X. et al. Radioprotective effect of walnut oligopeptides against gamma radiation-induced splenocyte apoptosis and intestinal injury in mice. *Molecules*; 2019: 24.

Информация об авторах / Information about the authors

Юрий Иванович Сухоруких, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
drsuchor@rambler.ru

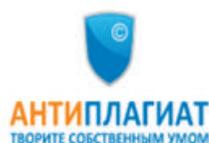
Yury I. Sukhorukikh, Dr Sci. (Agr.), Professor, Leading researcher, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
drsuchor@rambler.ru

Светлана Герсановна Биганова, доцент кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры информационной безопасности и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
svetlanabiganowa@yandex.ru

Svetlana G. Biganova, PhD (Agr.), Associate professor, Department of Information Security and Applied Informatics, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
svetlanabiganowa@yandex.ru

Поступила в редакцию 13.12.2023; поступила после рецензирования 26.02.2024; принята к публикации 27.02.2024

Received 13.12.2023; Revised 26.02.2024; Accepted 27.02.2024



Научное издание

Рецензируемый, реферируемый научный журнал «Новые технологии»
Том 20. № 1. 2024

Издательство МГТУ

385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Подписано в печать 00.03.2024

Бумага Xerox Performer. Печать цифровая.

Гарнитура Times. Усл. п.л. 17,5. Формат 84x108 1/8. Тираж 500 экз. Заказ 18/2.

Отпечатано с готового оригинал-макета на участке оперативной полиграфии ИП Кучеренко В.О.
385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, 403/33.

Тел. для справок 8-928-470-36-87. E-mail: slv01.maykop.ru@gmail.com