

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 19 №4

2023

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGIES

Журнал издается с 2005 года

Майкоп 2023

Наименование:	Новые технологии / New Technologies Том 19 №4 2023
Периодичность:	4 выпуска в год, журнал издается с 2005 года
Префикс DOI:	10.47370
ISSN:	ISSN 2072-0920 (Print) ISSN 2713-0029 (Online)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации:	Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ №ФС77-79835 от 31 декабря 2020 г.
Условия распространения материалов:	Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
Подписка на журнал «Новые технологии / New Technologies»:	Подписку на журнал «Новые технологии / New Technologies» можно оформить на сайте Объединённого каталога «Пресса России» www.pressa-rf.ru по индексу Э65035, в электронном каталоге Почты России по индексу ПК400, а также по индексу 65035 в электронном каталоге УРАЛ-ПРЕСС https://www.ural-press.ru/ На территории России стоимость подписки на полугодие – 2400 руб.
Учредитель / издатель:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191
Редакция:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, тел.: 8 (8772) 52 30 03 e-mail: mgtu_konf@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
Типография:	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: mgtu_konf@mkgtu.ru
Дата публикации:	25.12.2023
Копирайт:	© Новые технологии / New Technologies, 2023
Индексирование:	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.
Тираж:	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. 19 №4

2023

NOVYE TEHNOLOGII / NEW TECHNOLOGIES

The journal has been published since 2005

Maikop 2023

<i>Title:</i>	Novye tehnologii / New Technologies Volume 19 No 4 2023
<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: mgtu_konf@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: mgtu_konf@mkgtu.ru
<i>Publication date:</i>	25.12.2023
<i>Copyright:</i>	© Новые технологии / New Technologies, 2023
<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 (DOAJ) 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 Маннини, доктор химических наук, профессор, научный консультант в области нанобиотехнологий пищевой промышленности (Миланский университет и Университет Балзано, Милан, Италия);

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

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

Анзур 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. Zaremur, 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. Pustovoi», 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

Аветисян Л.А., Храпко О.П. Хлебобулочные изделия на основе биологически активной добавки для здорового питания	13
Арапова З.М., Алексанян И.Ю., Нугманов А. Х.-Х., Бакин И.А., Коннова О.И., Соколова Е.В. Изучение химического состава и оценка энергетической ценности смеси ястыков и икры ряда пресноводных рыб	20
Бызов В.А., Литвяк В.В., Лукин Н.Д., Шилов В.В., Росляков Ю.Ф., Ирматова Ж.К. Исследование особенностей структурной организации инулина и анализ возможностей его применения	31
Васюкова А.Т., Мошкин А.В., Богонослова И.А. Формирование вкусовых композиций овощных запеканок при использовании углеводно-жировых наполнителей	48
[Вологиров А.К], Джабоева А.С., Васюкова А.Т., Хатко З.Н., Блягоз А.И. Разработка технологии комплексной переработки топинамбура	56
Гаврилов А.С., Минниханова Е.Ю., Тумашов А.А., Тарасов А.В., Гладкова Д.А. Оценка качества и безопасности заменителей сахара	63
Ефремова Е.Н., Беляев А.И., Петров Н.Ю., Зенина Е.А. Применение кукурузной и гречневой муки при производстве хлебобулочных изделий	72
Журавлев Р.А., Барашкина Е.В., Джум Т.А., Тамова М.Ю. Использование нетрадиционных рецептурных компонентов для расширения ассортимента пастильных изделий функционального назначения	80
Золотокопова С.В., Корума И., Неваленная А.А., Лебедева Е.Ю. Влияние растительных компонентов на микробиологические и окислительные процессы в сухих рыбах растительных продуктах при хранении	91
Качаева Н.Ю., Малеев Н.Н., Качаев Х.Э. Изучение влияния вибрационного воздействия на процесс получения полуфабрикатов ликероводочного производства	97
Королев А.П., Феофилактова О.В., Заворохина Н.В., Тарасов А.В. Использование корня одуванчика лекарственного в технологии хлеба функционального назначения	103
Максименко Ю.А., Коннова О.И., Алексанян И.Ю. Термодинамика взаимодействия инулинового комплекса с водой	111
Панкратьева Н.А., Чеченихина О.С. Разработка технологических решений по повышению биологической ценности безглютенового хлеба	119
Патиева А.М., Хатко З.Н., Патиева С.В., Зыкова А.В. Обоснование использования мяса перепелов в производстве продуктов питания специального назначения	126
Перфилова О.В., Родина З.Ю., Брыксина К.В., Ильинский А.С. Исследование содержания антиоксидантов в растительном сырье – ингредиентах для поликомпонентных чипсов функционального назначения	134

Петренко А.В., Тарасов Е.С., Каминир О.Н., Губа Е.Н., Калинюк Е.А. Обоснование получения белкового концентрата семян технической конопли <i>Cannabis sativa</i> L. современной селекции на основе математического моделирования и его применения в производстве пищевых продуктов	144
Санжаровская Н.С., Сокол Н.В. Оптимизация технологии производства зернового хлеба с применением электроактивированной воды	150
Сычева О.В., Кайшев В.Г., Олейник С.А., Скорбина Е.А., Трубина И.А. Получение творога, обогащенного антиоксидантным препаратом	157
Тарасенко А.В. Исследование свойств пектиновых веществ для производства продуктов здорового питания	163
Федоров А.В., Хлопов А.А., Лыбенко Е.С. Влияние способов внесения льняной муки на показатели качества ржаного хлеба	168
Хатко З.Н., Бегеретова Д.М., Бежавцева Т.А. Исследование показателей качества виноградных выжимок белых и красных сортов винограда как пектиносодержащего сырья, используемого при конструировании безалкогольных напитков функционального назначения	176
Чугунова О.В., Бикбулатов П.С., Соколов А.С., Заворохина Н.В. Исследование влияния высокого гидростатического давления на функциональные свойства изолята горохового белка	183

Сельскохозяйственные науки

Оригинальные статьи

Бандурко И.А., Дагужиева З.Ш. Результаты реализации селекционной программы по груше в условиях Адыгеи	190
Басиев С.С., Цагарева Э.А., Газзаев Г.Т., Царикаев З.А. Селекция картофеля в Горском ГАУ	197
Беляев А.И., Петров Н.Ю., Зверева Г. Н., Кузнецова Е.А. Пути повышения урожайности твердой пшеницы на юге России	205
Трушева Н.А., Резчикова О.Н. Политомический ключ для подбора растений по декоративным, фенологическим, фенотипическим признакам при озеленении городов Юга России	212
Чумаченко Ю.А., Мамсиров Н.И., Баронов Э.М. Возможности использования результатов бонитировки почв в агротехнологиях Республики Адыгея	229
Шамкова Н.Т., Сокол А.О., Тютюник Т.В., Рыбальченко А.А. Изменение биотехнологического потенциала картофеля при хранении	234

Food systems and Biotechnology of food and bioactive substances

Original Articles

Avetisyan L.A., Khrapko O.P. Bakery products with dietary supplements for a healthy diet	13
Arabova Z.M., Aleksanyan I.Yu., Nugmanov A. H.-H., Bakin I.A., Konnova O.I., Sokolova E.V. Studying the chemical composition and energy value of a mixture of roe films and caviar of a series of freshwater fish	20
Byzov V.A., Litvyak V.V., Lukin N. D., Shilov V.V., Roslyakov Y.F., Irmatova J. K. Investigation of the features of the structural organization of inulin and analysis of the possibilities of its application	31
Vasyukova A.T., Moshkin A.V., Bogonosova I.A. Formation of flavor compositions of vegetable casseroles using carbohydrate-fat fillers	48
Vologirov A.K., Dzhaboeva A.S., Vasyukova A. T., Khatko Z.N. Development of technology for complex processing of Jerusalem artichoke	56
Gavrilov A.S., Minnikhanova E.Yu., Tumashov A.A., Tarasov A.V., Gladkova D.A. Evaluation of the quality and safety of sugar substitutes	63
Efremova E.N., Belyaev A.I., Petrov N.Y., Zenina E. A. The use of corn and buckwheat flour in the production of bakery products	72
Zhuravlev R.A., Barashkina E.V., Dzhum T.A., Tamova M.Yu. The use of non-traditional prescription components to expand the range of functional pastille products	80
Zolotokopova S.V., Koroma I., Nevalennaya A.V., Lebedeva E.Y. The influence of plant components on microbiological and oxidative processes in dry fish and plant products during storage	91
Kachaeva N.Y., Maleev N.N., Kachaev Kh. E. Studying the influence of vibration on the process of obtaining semi-finished products for distillery production	97
Korolev A.P., Feofilaktova O.V., Zavorokhina N.V., Tarasov A.V. Use of dandelion root in functional bread technology	103
Maksimenko Y.A., Konnova O.I., Aleksanian I.Yu. Thermodynamics of interaction of inulin complex with water	111
Pankratyeva N.A., Chechenikhina O.S. Development of technological solutions to increase the biological value of gluten-free bread	119
Patieva A.M., Khatko Z.N., Patieva S.V., Zyкова A.V. Rationale for the use of quail meat in the production of food products for special purposes	126
Perfilova O.V., Rodina Z.Yu., Bryksina K.V., Ilyinsky A.S. Research of the antioxidants content in plant raw materials – ingredients for polycomponent functional chips	134
Petrenko A.V., Tarasov E.S., Kaminir O.N., Guba E.N., Kalinyuk E.A. Rationale for obtaining protein concentrate of industrial hemp seeds of <i>Cannabis sativa</i> L. of modern selection based on mathematical modeling and its application in food production	144

Contents

Sanzharovskaya N.S., Sokol N.V. Optimization of grain bread production technology using electrically activated water	150
Sycheva O. V., Kaishev V.G., Oleinik S.A., Skorbina E.A., Trubina I.A. Preparation of cottage cheese enriched with an antioxidant preparation	157
Tarasenko A.V. Study of the properties of pectin substances for the production of healthy food products	163
Fedorov A.V., Khlopov A.A., Lybenko E.S. The influence of methods of adding flaxseed flour on the quality indicators of rye bread	168
Khatko Z.N., Begeretova D.M., Belyavtseva T.A. Investigation of quality indicators of grape pomace of white and red grape varieties as pectin-containing raw materials used in the design of functional soft drinks	176
Chugunova O.V., Bikbulatov P.S., Sokolov A.S., Zavorokhina N.V. Study of the influence of high hydrostatic pressure on the functional properties of pea protein isolate	183

Agricultural sciences

Original Articles

Bandurko I.A., Daguzhieva Z.Sh. The results of the implementation of the pear breeding program in the conditions of Adygea	190
Basiev S.S., Tsagareva E.A., Gazzaev G.T., Tsarikaev Z.A. Potato breeding at Gorsk State Agrarian University	197
Belyaev A.I., Petrov N.Y., Zvereva G.N., Kuznetsova E.A. Ways to increase durum wheat yield in the south of Russia	205
Trusheva N.A., Rezhikova O.N. Polytomous key for selecting plants according to decorative, phenological, phenotypic traits when landscaping cities in the south of Russia	212
Chumachenko Yu.A., Mamsirov N.I., Baronov E.D. Possibilities of using the results of soil rating in agricultural technologies of the Republic of Adygea	229
Shamkova N.T., Sokol A.O., Tyutyunik T.V., Rybalchenko A.A. Changes in the biotechnological potential of potatoes during storage	234

Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Food systems and Biotechnology of food and bioactive substances

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-13-19>
УДК 664.66:613.292
© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Хлебобулочные изделия на основе биологически активной добавки для здорового питания

Лаура А. Аветисян, Ольга П. Храпко*

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
ул. Калинина 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время здоровый рацион играет очень важную роль в питании людей каждой возрастной группы населения. В условиях постоянного роста спроса на продукты здорового питания является актуальным расширение ассортимента продукции, обладающей функциональными свойствами. Натуральные обогащенные продукты не только способны поддерживать здоровье, но и улучшать его. Пектиновый экстракт является природным комплексообразователем, способен выводить токсичные вещества, тяжелые металлы и радионуклиды из организма. А также, является незаменимым источником пищевых волокон. Работа, в соответствии с целью, была направлена на разработку хлебобулочных изделий на основе биологически активной добавки для здорового питания. Объектами исследований выступали мука пшеничная высшего сорта и пектиновый экстракт, полученный из выжимок свекловичного жома, являющихся вторичным сырьевым ресурсом при производстве сахара. При проектировании новых изделий хлеба с экстрактом из свекловичного жома за основу принимали рецептуру традиционного пшеничного хлеба. Выявлено, что хлеб содержащий в своей рецептуре экстракт из свекловичного жома в дозировке, составляющей от массы муки 10%, имеет показатели, способствующие формированию готовых изделий высокого качества. Данная продукция может употребляться всеми возрастными группами населения в профилактических целях.

Областью применения полученных результатов может являться любое пищевое производство, занимающееся проектированием и изготовлением обогащенных хлебобулочных изделий по инновационным технологиям.

Ключевые слова: мука пшеничная, свекловичный жом, пектиновый экстракт, биологически активная добавка, показатели качества, хлеб обогащенный

Для цитирования: Аветисян Л.А., Храпко О.П. Хлебобулочные изделия на основе биологически активной добавки для здорового питания. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19(4): 13-19. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-13-19>

Bakery products with dietary supplements for a healthy diet

Laura A. Avetisyan, Olga P. Khrapko*

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin»;
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

Abstract. Nowadays a healthy diet plays a very important role in the nutrition of people of every age group. In the context of constant growth in demand for healthy food products, it is important to expand the range of products with functional properties. Naturally enriched foods can not only maintain health, but also improve it. Pectin extract is a natural complexing agent, capable of removing toxic substances, heavy metals and radionuclides from the body. It is also an essential source of dietary fiber. The goal of the research was developing bakery products with dietary supplements for a healthy diet. The objects of the research were premium wheat flour and pectin extract obtained from beet pulp, a secondary raw material resource in the production of sugar. When designing new bread products with beet pulp extract, the recipe of traditional wheat bread was taken as a basis. It has been revealed that bread containing beet pulp extract in its recipe in a dosage of 10% by weight of flour has indicators that contribute to the formation of high-quality finished products. This product can be used by all age groups of the population for preventive purposes.

The obtained results can be used in any food production involved in the design and production of enriched bakery products using innovative technologies.

Keywords: wheat flour, beet pulp, pectin extract, dietary supplement, quality indicators, enriched bread

For citation: Avetisyan L.A., Khrapko O.P. Bakery products with dietary supplements for a healthy diet. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 13-19. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-13-19>

Введение. Хлеб и хлебобулочные изделия всегда были и в настоящее время являются одними из самых востребованных среди продуктов питания на российском рынке и представляют собой идеальный объект для улучшения их полезных свойств и уменьшения их негативного влияния ввиду высокого содержания углеводов. Это становится актуально в реальных условиях жизни современного человека, поскольку все больше потребителей предпочитают не только вкусные продукты, но и полезные.

Исследования по повышению качества хлебобулочных изделий в настоящее время являются актуальным и перспективным направлением. Производителями выпускается широкий ассортимент изделий, относящихся к функциональным. Проектирование продуктов питания функционального назначения включает добавление нужных и полезных веществ и уменьшение количества нежелательных. Для этих целей используются различные компоненты: природного, синтетического, растительного и животного происхождения [2, 10].

Одним из главных преимуществ функциональных изделий является то, что они могут употребляться всеми группами населения, кроме того их рекомендуют в диетическом питании, а также для употребления людям с теми или иными заболеваниями [1].

Источниками биологически активных добавок служат не только натуральные природные вещества, но и отходы некоторых производств.

Отходы свеклосахарного производства, такие как жом и меласса, являются потенциальными источниками биологически активных добавок. Жом содержит значительное количество пектиновых веществ (48-50%), целлюлозы (22-25%), азотистых веществ (1,8-2,5%), сахаров, а также витаминов (В, С и др.). Из свекловичного жома получают пектиновые экстракты. В связи с тем, что сейчас пищевые предприятия нашей страны свою потребность в пектине восполняют только частично за счет импорта, производство собственного пектинового производства относится к важным стратегическим задачам [3, 5].

Пектины представляют собой высокомолекулярные полисахариды, их которых состоят клеточные стенки растений, а также содержатся в межклеточных образованиях растений. Пектины вызывают интерес исследователей и ученых своими полезными свойствами (гипохолестеринемическим, антиканцерогенным, атерогенным и противоаллергическим и другими). Они также способствуют нормализации работы органов пищеварения; связывают и утилизируют ядовитые продукты, образующиеся в организме в процессах обмена; повышают рост полезных микроорганизмов в кишечнике. В организме пектины выступают в качестве сорбентов, выводя радионуклиды, тяжелые металлы и соединения с ними, переизбыточный холестерин, аллергены и другие вредные вещества. Свекловичный пектин вызывает гепатопротекторный эффект [1, 4].

Функциональный продукт – это не просто еда, а целый стиль жизни, который помогает

сохранять здоровье, повышать иммунитет и улучшать качество жизни. В современном мире все больше людей задумываются о своем здоровье и ведет здоровый образ жизни, уделяя внимание рациону питания. Эти тенденции вызывают повышенный интерес к продуктам, относящимся к группе здорового питания. Эти продукты содержат множество полезных нутриентов, которые важны для поддержания здоровья и обеспечения организма всем необходимым [2, 6, 9].

Производство хлеба, обогащенного пектиновыми веществами за счет введения экстракта из свекловичного жома, является перспективным и целесообразным, а также позволит обеспечить полноценный рацион питания человека полезными веществами необходимыми для жизнедеятельности человеческого организма [2, 7, 9].

В связи с чем, целью исследования явилось проектирование хлеба из пшеничной муки и пектинового экстракта, полученного из свекловичного жома, для обоснования использования в производстве хлеба обогащенного функциональными пищевыми ингредиентами [1, 8].

Объекты и методы исследования. При выполнении исследований была применена мука пшеничная (ГОСТ 26574-2017), пектиновый экстракт (ТУ 10.89.19-525-00493209-2023), полуфабрикаты (опара, тесто) и готовая продукция (хлеб). За контроль был взят образец хлеба без добавления пектинового экстракта из свекловичного жома.

Для определения объектов исследования использовали стандартные методы исследований, применяемых в хлебопекарной отрасли.

Для определения технологических показателей сырой клейковины использовали методику в соответствии с ГОСТ Р 54478-2011. Качество клейковины определяли на приборе ИДК. Показатель число падения (ЧП) определяли согласно ГОСТ 27676-88 с помощью прибора ПЧП-7. Подъемную силу прессованных

дрожжей определяли экспресс-методом А.И. Островского. Опытные образцы хлеба выпекали в лабораторных условиях методом пробной выпечки из муки пшеничной с добавлением пектинового экстракта из свекловичного жома в количестве от 5 до 20%, с шагом в 5% [10].

Все результаты являются среднеарифметическим значением определений, проводимых в трехкратном повторении. Уровень доверительной вероятности – 0,95.

Результаты исследований. Количество и качество клейковины обуславливают показатель «сила пшеничной муки». Способность муки адсорбировать воду при формировании теста и удерживать CO₂ в процессе брожения во многом определяется количеством клейковины в муке и ее коллоидными свойствами.

Для рассмотрения влияния пектинового экстракта на показатель «сила пшеничной муки» провели изучение основных технологических показателей муки в образцах с внесением экстракта в количестве: 5, 10, 15 и 20% к массе муки. Результаты представлены в таблице 1.

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что введение пектинового экстракта приводит к изменению свойств клейковины. Увеличение дозировок пектинового экстракта способствовало укреплению клейковины и снижению ее растяжимости. Количество клейковины осталось неизменным.

Из полученных данных можно сделать вывод о позитивном воздействии содержащихся в свекловичном экстракте пектиновых веществ на «силу пшеничной муки». Объясняется это окислением -S-H-группы белка до -S-S-, что приводит к укреплению клейковины и увеличению ее упругости. В это же время молекулы пектины встраиваются в -S-S- связь и образуют белково-полисахаридный комплекс.

Анализ литературы показал, что при внесении в тесто пектиновых веществ повышается

Свойства клейковины в зависимости от дозировки пектинового экстракта

Таблица 1

Properties of gluten depending on the dosage of pectin extract		
Количество пектинового экстракта	Технологический показатель	
	количество клейковины, %	качество клейковины, ед. пр. ИДК-ЗМ
Контрольный образец (без ПЭ)	28,38	80,0
5%	28,62	79,2
10%	28,66	76,6
15%	28,74	74,4
20%	28,86	68,5

Table 1

газообразующая способность муки (ГОС). Поэтому далее изучали влияние пектинового экстракта из свекловичного жома на газообразующую способность муки, рисунок 1.

Анализируя данные видно, что сначала увеличение доли пектинового экстракта, приводит к повышению ГОС, но потом наблюдается обратный эффект. Объяснить это можно первоначальным повышением сахарообразующей способности, сопровождающийся также возрастанию ГОС. Интенсивность газообразования снижается при укреплении клейковины при внесении 15% экстракта. Однако, следует отметить, что внесение пектинового экстракта привело к увеличению газообразования во всех образцах в сравнении с контрольным вариантом.

Важным показателем качества хлеба, является состояние мякиша. Свойства мякиша хлеба

определяются разными факторами, в числе которых активность альфа-амилазы. Было проведено исследование влияния пектинового экстракта на амилалитическую активность муки. Полученные данные приведены в таблице 2.

На основании результатов проведенного исследования можно сделать вывод о том, что повышение концентрации пектинового экстракта, амилалитическая активность снижается. Это положительно влияет на хлебопекарные качества муки.

Значимое влияние на технологический процесс в хлебопекарном производстве оказывает качество дрожжей. Физиологическое состояние и биохимическая активность хлебопекарных дрожжей влияет на структуру полуфабрикатов и качество хлеба. Подъемная сила определяет технологические свойства дрожжей.

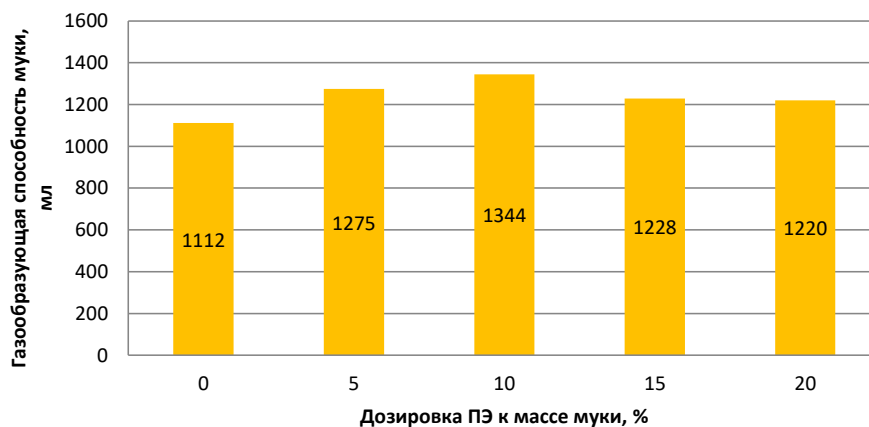


Рис. 1. Зависимость ГОС муки от количества внесения пектинового экстракта из свекловичного жома

Fig. 1. Dependence of gas-producing ability of flour on the amount of added pectin extract from beet pulp

Для определения продолжительности подъема теста при внесении пектинового экстракта, последний вносили в тех же дозировках, рисунок 2. Контрольный образец состоял только из водно-мучной смеси.

Результаты показали, что оптимальная подъемная сила была у образца с 10% экстракта, что вероятно можно объяснить применением элементов муки клетками дрожжей. Дальнейшее увеличение дозировки экстракта приводило к увеличению

Зависимость количества пектинового экстракта на число падения

Таблица 2

Dependence of the amount of pectin extract on the falling number

Table 2

Количество пектинового экстракта, %	ЧС, с
0	304
5	283
10	260
15	242
20	233,1

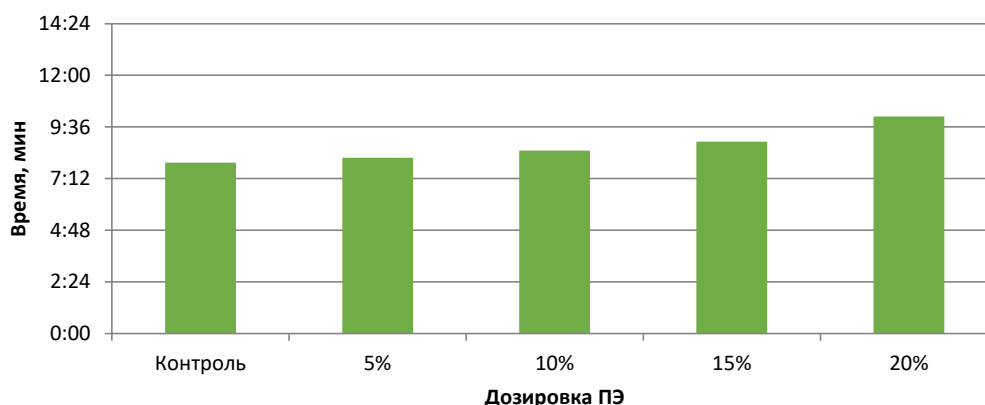


Рис. 2. Продолжительность подъема теста с пектиновым экстрактом

Fig. 2. Duration of rising of dough with pectin extract

кислотности и обильному накоплению спирта, что способствовало снижению продолжительности всплытия шарика теста.

С целью выявления влияния экстракта из свекловичного жома на кислотонакопление, образцы готовили в лаборатории по безопасному способу. Результат накопления кислот в процессе брожения отображен на рисунке 3.

Увеличение дозировки пектинового экстракта способствует активному кислотообразованию, благодаря наличию пектовой и полигалактуроновой кислоты в экстракте.

Качество исследуемых образцов готовых изделий осуществляли по органолептическим и физико-химическим показателям. Изменение качества хлеба с пектиновым экстрактом введены в таблицу 3.

Лучшими показателями качества характеризовался образец изделия с 15% пектинового экстракта.

Введение пектинового экстракта приводит к улучшению пластичности теста, увеличение вязкости теста и улучшение текстуры готовых изделий.

Также было выявлено положительное влияние пектинового экстракта на продолжительность хранения хлеба, рисунок 3.

Необходимо отметить, что внесение пектиновых веществ позволило продлить срок хранения изделий, рисунок 4.

Пролонгированный срок сохранности хлеба вероятно связан с водопоглотительной способностью пектиновых веществ, а также выделению дополнительной влаги в момент выпечки, способствующей увеличению влажности изделий.

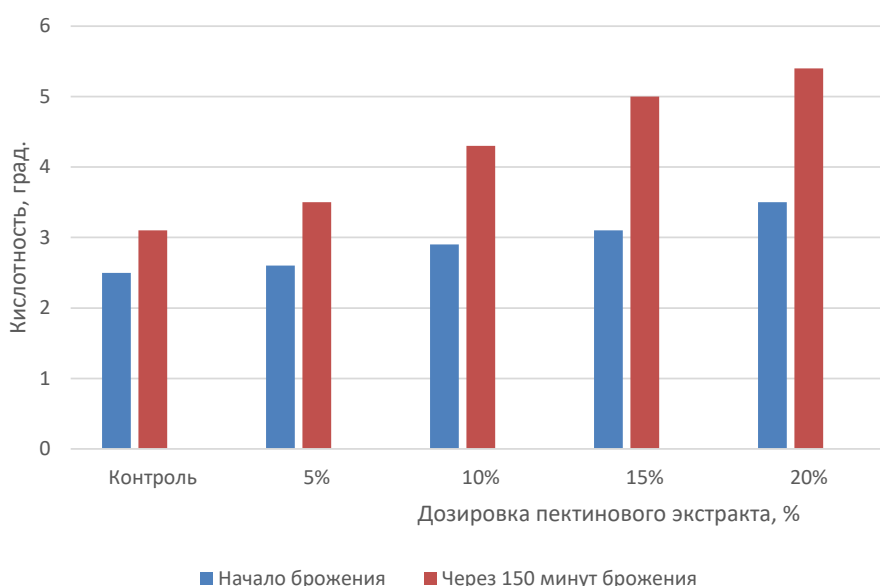


Рис. 3. Кислотность в зависимости от дозировки экстракта

Fig 3. Acidity depending on the dosage of the extract

Таблица 3

Качественные показатели хлеба с различными дозировками пектинового экстракта

Table 3

Quality indicators of bread with different dosages of pectin extract

Качественный показатель	Контроль	Концентрация экстракта,% к массе муки			
		5	10	15	20
Объем хлеба, мл	850	880	900	800	720
Удельный объем хлеба, см ³ /г	2,1	2,2	2,25	2,0	1,8
Н : D подового хлеба	0,27	0,33	0,41	0,43	0,43
Влажность,%	40,5	40,9	41,2	42,2	45,2
Кислотность, град	1,6	1,9	2,3	2,5	2,8
Пористость,%	68	71	72	75	65
Органолептическая оценка, балл	64	86	92	100	98

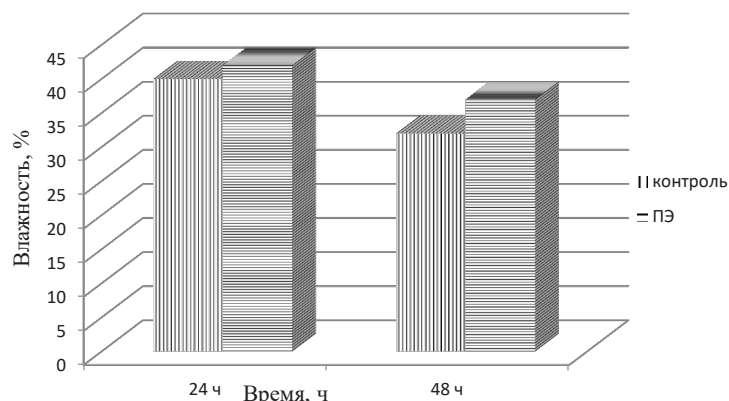


Рис. 4. Влияние пектинового экстракта на сохранность хлеба

Fig. 4. The effect of pectin extract on the preservation of bread

Выводы. Проведенные исследования служат основанием рассмотрения возможности использования пектинового экстракта из свекловичного жома в качестве БАД в хлебопечении для придания функциональных свойств готовым изделиям.

Проанализировав полученные данные, можно рекомендовать внесение пектинового

экстракта их свекловичного жома в дозировке 10% для обогащения готового хлеба. Также за счет витаминов и минеральных веществ, содержащихся в экстракте, повышается пищевая ценность изделий, а пектиновые вещества способствуют увеличению продолжительности его хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов: учебное пособие. М.: ДеЛи; 2000.
2. Донченко Л.В., Сокол Н.В., Влащик Л.Г. Использование пектинового экстракта из кормового арбуза в технологии хлеба. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016; 3(38): 3-7.
3. Лосева В.А., Ефремов А.А., Матвиенко Н.А. и др. Новые виды продукции из сахарной свеклы. Сахар. 2009; 3: 52-55.
4. Могильный М.П. Использование функциональных продуктов при радиации. Известия вузов. Пищевая технология. 2010; 2/3: 30-32.
5. Савостина О.А., Крицкая Е.Б. Отходы сахарного производства. Успехи современного естествознания. 2008; 7: 68.

6. Сокол Н.В., Храпко О.П., Серикова Е.А. Использование продуктов переработки нетрадиционного растительного сырья в производстве обогащенных хлебобулочных изделий. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016; 12: 493-496.
7. Тамова М.Ю., Барашкина Е.В., Журавлев Р.А. и др. Современные технологии получения пищевых волокон из вторичных продуктов переработки растительного сырья. Известия вузов. Пищевая технология. 2018; 5/6(365/366): 9-13.
8. Хатко З.Н. Свекловичный пектин полифункционального назначения. Майкоп; 2012.
9. 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 / New technologies. 2023; 19(2): 83-90.
10. Donchenko L.V., Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S. et al. Functional role of pectin in the bakery technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2020: 012010.

REFERENCES:

1. Donchenko L.V. Technology of pectin and pectin products: textbook. M.: DeLi; 2000.
2. Donchenko L.V., Sokol N.V., Vlaschik L.G. Use of pectin extract from feed watermelon in bread technology. Technology and merchandising of innovative food products. 2016; 3(38): 3-7.
3. Loseva V.A., Efremov A.A., Matvienko N.A. et al. New types of sugar beet products. Sugar. 2009; 3: 52-55.
4. Mogilny M.P. Use of functional products during radiation. News from universities. Food technology. 2010; 2/3: 30-32.
5. Savostina O.A., Kritskaya E.B. Sugar production waste. Advances of modern natural science. 2008; 7:68.
6. Sokol N.V., Khrapko O.P., Serikova E.A. The use of processed products of non-traditional plant raw materials in the production of fortified bakery products. New and non-traditional plants and prospects for their use. 2016; 12: 493-496.
7. Tamova M.Yu., Barashkina E.V., Zhuravlev R.A. et al. Modern technologies for obtaining dietary fiber from secondary products of processing plant raw materials. News from universities. Food technology. 2018; 5/6(365/366): 9-13.
8. Khatko Z.N. Beet pectin for multifunctional purposes. Maikop; 2012.
9. Khatko Z. N., Beretar S. T., Neronnykh L. P. et al. Development of a method for pectin-containing shortcrust pastry (frozen semi-finished product) for functional shortbread cookies with low gluten content. Novye tehnologii / New technologies. 2023; 19(2): 83-90.
10. Donchenko L.V., Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S. et al. Functional role of pectin in the baking technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2020: 012010.

Информация об авторах / Information about the authors

Аветисян Лаура Арменовна, магистрант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

avlaur09@mail.ru

тел.: +7 (988) 462 16 05

Храпко Ольга Петровна, кандидат технических наук, доцент, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Hrapko_op@mail.ru

тел.: +7 (918) 118 50 70

Avetisyan L. Armenovna, Master student, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

avlaur09@mail.ru

tel.: +7 (988) 462 16 05

Olga P. Khrapko, PhD (Engineering), Associate Professor, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

Hrapko_op@mail.ru

tel.: +7 (918) 118 50 70

Поступила в редакцию 20.10.2023; поступила после рецензирования 27.11.2023; принята к публикации 28.11.2023

Received 12.10.2023; Revised 23.11.2023; Accepted 25.05.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Изучение химического состава и оценка энергетической ценности смеси ястыков и икры ряда пресноводных рыб

Зарема М. Арабова^{1,2*}, Игорь Ю. Алексанян¹, Альберт Х.-Х. Нугманов^{1,2},
Игорь А. Бакин², Ольга И. Коннова¹, Екатерина В. Соколова¹

¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
ул. Татищева, стр. 16/1, г. Астрахань, 414056, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»;
ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, 127434, Российская Федерация

Аннотация. Очевидно, что вторичное сырье, являющееся результатом промышленной переработки частиковых видов рыб, в частности, ястычно-икорный комплекс, может широко использоваться для выработки различных пищевых продуктов, в том числе и функциональной направленности. Очевидна необходимость проведения исследований химического состава ястычно-икорного комплекса толстолобика, сазана, судака и сома, которые позволят адекватно оценить рациональные подходы к выработке из них востребованных на рынке фосфолипидных и белковых продуктов. Целью исследования послужили исследование и анализ химического состава и энергетической ценности ястычно-икорного комплекса толстолобика, сазана, судака и сома для извлечения из него ценных веществ. Данные по общему содержанию липидов в ястычно-икорном комплексе судака и сома практически не приводятся, однако найденные показатели по икре сома и полученные экспериментально почти совпадают, а по судаку имеются отличия. Выявленные концентрации общего белка в составе исследуемой икры дают возможность рекомендовать ее использование в технологии белковых изолятов и текстуратов. Общее содержание минеральных веществ (зола) в ястычно-икорном комплексе больше, чем в мясе рыбы, и составляет в среднем 1,5...2,0%. Полученные результаты по определению массовой доли золы в ястычно-икорном комплексе толстолобика, сазана, судака и сома можно считать вполне удовлетворительными. Анализ данных по химическому составу и энергетической ценности ястычно-икорного комплекса толстолобика, сазана, судака и сома, которые по морфологическим признакам соответствуют IV-й стадии зрелости показывает, что по химическому составу эти продукты относятся к высокобелковому сырью, при этом икра всех вышеперечисленных рыб, кроме, может быть судака, еще и к жирному сырью, при этом рассчитанная энергетическая ценность не позволяет данное сырье причислить к диетическому.

Ключевые слова: пресноводные рыбы, отходы рыбопереработки, ястычно-икорный комплекс, химический состав, энергетическая ценность, влажность, ценные вещества

Для цитирования: Арабова З.М., Алексанян И.Ю., Нугманов А.Х.-Х. и др. Изучение химического состава и оценка энергетической ценности смеси ястыков и икры ряда пресноводных рыб. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 20-30. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-20-30>

Studying the chemical composition and energy value of a mixture of roe films and caviar of a series of freshwater fish

Zarema M. Arabova^{1,2*}, Igor Yu. Aleksanyan¹, Albert H.-H. Nugmanov^{1,2},
Igor A. Bakin², Olga I. Konnova¹, Ekaterina V. Sokolova¹

¹FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»;
16/1 Tatishchev str., Astrakhan, 414056, the Russian Federation

²FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy»;
49 Timiryazevskaya str., Moscow, 127434, the Russian Federation

Abstract. It is obvious that secondary raw materials resulting from the industrial processing of partial fish species, in particular, the roe film-caviar complex, can be widely used for the production of various food products, including functional ones. There is an obvious need to conduct research on the chemical composition of the roe film -caviar complex of silver carp, carp, pike perch and catfish, which will allow us to adequately evaluate rational approaches to the production of phospholipid and protein products from them that are in demand on the market. The purpose of the research was to study and analyze the chemical composition and energy value of the roe film-caviar complex of silver carp, carp, pike perch and catfish in order to extract valuable substances from it. Data on the total lipid content in the roe film-caviar complex of pike perch and catfish are practically not provided, however, the indicators for catfish eggs and those obtained experimentally almost coincide, but for pike perch there are differences. The identified concentrations of total protein in the composition of the studied caviar make it possible to recommend its use in the technology of protein isolates and textures. The total content of minerals (ash) in the roe film-caviar complex is higher than in fish meat, and averages 1.5...2.0%. The results obtained for determining the mass fraction of ash in the roe film -caviar complex of silver carp, carp, pike perch and catfish can be considered quite satisfactory. Analysis of data on the chemical composition and energy value of the roe film -caviar complex of silver carp, carp, pike perch and catfish, which according to morphological characteristics correspond to the IV stage of maturity, shows that in terms of the chemical composition these products belong to high-protein raw materials, while the caviar of all of the above fish, except, perhaps, pike perch, it also belongs to fatty raw materials, while the calculated energy value does not allow this raw material to be classified as dietary.

Keywords: freshwater fish, fish processing waste, roe film - caviar complex, chemical composition, energy value, humidity, valuable substances

For citation: Arabova Z.M., Aleksanyan I.Yu., Nugmanov A.H.-H. et al. Studying the chemical composition and energy value of a mixture of roe films and caviar of a series of freshwater fish. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 20-30. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-20-30>

Введение. Неориентированная реализация отходных материалов переработки рыбного сырья ставит ряд проблем в рыбной отрасли. Ежедневно при операциях его обработки скапливаются тонны отходных материалов при выработке пресервов филе, фаршевой, консервированной и иных типов рыбных продуктов. Целесообразность решения задач комплексной реализации водных ресурсов не вызывает сомнений, поскольку при ней не только снижается стоимость выработки традиционных типов обозначенных продуктов, но и существенно увеличивается их ассортимент.

Очевидно, что вторичное сырье, являющееся результатом промышленной переработки частиковых видов рыб, в частности, ястычно-икорный комплекс (ЯИК), может широко использоваться для выработки различных пищевых продуктов, в том числе и функциональной направленности. Большая доля белковой составляющей, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов актуализирует поиск оригинальных подходов к их использованию при выработке инновационных материалов широкого ассортимента, однако, массовый и химический составы вторичного сырья, получившемся после разделки рыб, подвержены значительным колебаниям в

зависимости от множества факторов, например, мест обитания и питания, поэтому становится необходимым проведение исследований химического состава содержимого ястыков толстолобика, сазана, судака и сома, которые позволят адекватно оценить рациональные подходы к выработке из них востребованных на рынке фосфолипидных и белковых продуктов.

Сырьевые материалы для выработки пищевых продуктов, представляя из себя многокомпонентные системы, являются сложными для изучения и анализа объектами. Все компоненты пищевых материалов можно скомпоновать в две подгруппы, первая из которых представлена широким спектром неорганических и органических субстанций биологической природы, а вторую представляют загрязнители (контаминанты), которые всегда имеются в сырье [1].

Субстанции органического и неорганического типа, включенные в состав пищевых сырьевых материалов и, далее применяемые организмом для поддержания жизнедеятельности, обозначают, как пищевые вещества или нутриенты, к которым причисляют макро- (белковые, липидные и углеводные составляющие, а также минеральные соли) и микронутриенты (липидо- и водорастворимые витаминные комплексы,

а также микроэлементы.). Надо принять во внимание тот факт, что доля в продуктах питания белковой, липидной и углеводной составляющих, а также минеральных компонентов и иных биологически активных веществ обуславливает не только пищевую, но и энергетическую ценность перерабатываемого сырья.

Кроме того, важную роль в пищевом сырье играет влага, т.к. от ее содержания зависит консистенция вещества и его структурная организация, а также стабильность при обработке или хранении.

Цель исследования – исследовать и проанализировать химический состав и энергетическую ценность ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома для извлечения из него ценных веществ.

Объект и методы исследования. Объектом исследования послужил ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома.

Влажность ЯИК толстолобика (*Hypophthalmichthys*), сазана (*Cyprinus carpio*), судака (*Sander lucioperca*) и сома (*Silurus glanis*) находилась посредством влагомера AND MX-50, опирающегося на нагревание объекта. В варианте, когда необходимо разрешение ниже 0.01% и 0,001%, такой выбор анализатора более резонан в аспекте простоты эксплуатации, минимизации погрешности и текущих затрат [2].

Общее количество липидной составляющей исследуемого сырья определялось гравиметрическим способом, опирающимся на многократном экстрагировании липидов растворителем органической природы из подсушенного ЯИК с дальнейшим отведением и взвешиванием растворителя. Операцию экстрагирования осуществляли в установке Сокслета, включающей экстрактор, куда вводили гильзу из бумаги с образцом, холодильник и колбу для экстрагирования. Растворителем послужил петролейный эфир [1, 3, 4]. Примерная длительность экстрагирования равнялась 8 часам. Долю липидов ω определяли из зависимости:

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где массы: m_1 – гильзы с образцом до экстракции; m_2 – после экстракции; m_0 – образца, г.

При процедуре экстракции растворителями органической природы в раствор поступают не только липиды, но и свободные липидные кислоты, фосфолипиды, эфирные масла, стерин, пигментные вещества, в частности, каротиноиды. По этой причине образец обозначают, как «сырой жир» или «сумма липидов». В практическом аспекте достаточно данного параметра.

Для определения содержания белковой составляющей или общего азота пользовались методикой Кьельдаля, опирающаяся на

минерализацию белоксодержащей навески серной кислотой с катализатором. В итоге минерализации образец органической природы распадается на углекислый газ и водную среду, причем азот трансформируется в аммиак и соединяется с кислотой. Появляющийся в реакционной системе сульфат аммония разрушают концентрированным щелочным раствором, а выделившийся аммиак отгоняют водяным паром и поглощают раствором борной или серной кислоты. Долю аммиака по завершению отгонки в сернокислый раствор серной кислоты находят кислотно-основным обратным титрованием раствором гидроксида натрия [1, 5, 6].

Способ прямого ацидометрического титрования реализуют для нахождения содержания аммиака, формирующегося при минерализации навески и поглощенного раствором борной кислоты. Определение точки эквивалентности осуществляют визуально, применяя метиловый красный, бромкрезоловый зеленый или смешанный кислотно-основной индикатор Таширо (смесь метилового красного и метиленового голубого) и, к тому же, реализуя физико-химические методики [1, 6]. По данным титрования вычисляют массовую концентрацию азота в навеске. Долю белкового азота пересчитывают на белок, применяя поправочные коэффициенты. Белковый коэффициент 6,25 считают универсальным, учитывая тот факт, что средняя доля азота во множестве белков равна 16%.

О доле минеральных веществ судят по массовой концентрации, появляющейся при сжигании пищевой субстанции золы, причем для множества материалов зольность нормируется [1]. С целью нахождения зольности образец высушивают и далее обугливают на электрической плите, а далее обугленный образец прокалывают в муфельной печи при 450°C.

В зольной форме остаются нелетучие оксиды кальция, калия, кремния, магния, алюминия, фосфора, натрия, железа и др. С целью свободного доступа воздушной среды сжигание осуществляют медленно, при этом часто вводят разрыхляющие образец компоненты (карбонат магния или ацетат кальция, композицию идентичных частей глицерина и спирта и т.п.). В процессе прокалывания часть фосфорных, серных и галогенных соединений, а также щелочных металлов улетучивается и, по этой причине для нахождения доли данных элементов используют мокрое сжигание в серной или азотной кислоте, а также в их комплексе [1].

Учитывая, что общий химический состав любых пищевых систем включает процентное соотношение всех его веществ, таких как общее количество белков, жиров, углеводов, влаги и минеральных компонентов, принимая его за

100%, то зная все его величины кроме одного, значение последнего можно найти расчетным путем.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты экспериментов по определению влажности объектов исследования представлены в таблицах 1. По морфологическим признакам икра была IV-й стадии зрелости.

Для сравнения полученных результатов с данными по влажности икры изучаемых рыб,

которые присутствуют в открытом доступе и в специальной литературе, в таблице 2 представлены их средние значения.

К сожалению, данные по влажности исследуемых видов икры в специальной и др. литературе практически отсутствует, однако те результаты, которые удалось найти при их сравнении с экспериментально полученными, и представленными в таблице 1, не сильно от них отличаются. Данный факт позволяет сделать вывод о

Таблица 1

Эмпирические данные по нахождению влажности ЯИК

Table 1

Empirical data on finding the humidity of the roe film – caviar complex

Наименование сырья	Номер эксперимента	Начальная масса образца, г	Количество удаленной влаги, г	Влажность образца, %
Толстолобик	1	1,087	0,738	67,89
	2	1,124	0,724	64,41
	3	1,051	0,671	63,84
	4	1,077	0,723	67,13
	5	1,094	0,722	65,99
	Среднее значение			65,85
Сазан	1	1,004	0,684	68,12
	2	0,998	0,632	63,32
	3	1,124	0,713	63,43
	4	1,098	0,696	63,39
	5	1,057	0,681	64,43
	Среднее значение			64,54
Судак	1	1,041	0,672	64,55
	2	1,074	0,701	65,27
	3	1,082	0,712	65,80
	4	1,112	0,734	66,01
	5	1,066	0,684	64,16
	Среднее значение			65,16
Сом	1	1,003	0,679	67,69
	2	1,006	0,649	64,51
	3	1,091	0,732	67,09
	4	1,053	0,712	67,62
	5	1,027	0,693	67,48
	Среднее значение			66,88

согласованности с результатами предшествующих исследований [7, 8, 9, 10].

Результаты экспериментов по определению общего количества липидной составляющей в объектах исследования (содержимое ястыков толстолобика, сазана, судака и сома) сведены в таблице 3.

В таблице 4 представлены средние значения общего содержания липидов в ЯИК изучаемых рыб, найденных в открытом доступе и в специальной литературе, необходимые для

сравнительного анализа полученных результатов с данными других исследований.

Сравнительный анализ показывает присутствие несогласованности данных по общему содержанию липидов в ЯИК толстолобика и сазана уже непосредственно в представленных данных, взятых из открытого доступа, при этом собственные результаты дают согласованность по толстолобику с источниками [7, 11]. К сожалению, данные по общему содержанию липидов в ЯИК судака, сазана и сома

Таблица 2

Данные по влажности икры исследуемых объектов, взятые из открытых источников

Table 2

Data on the moisture content of caviar of the studied objects, taken from open sources

Источник	Влажность образца, %			
	толстолобик	сазан	судак	сом
[7]	63,44	—	—	—
[8]	—	64,00	—	—
[9]	70,10	62,80	—	67,9
[10]	—	—	64,00	—
эксперимент	65,85	64,54	65,16	66,88

Таблица 3

Эмпирические данные по нахождению липидов ЯИК

Table 3

Empirical data on the detection of the lipids of the roe film - caviar complex

Наименование сырья	Номер эксперимента	Масса гильзы с навеской до экстракции, г	Масса гильзы с навеской после экстракции, г	Масса навески, г	Доля липидов в навеске, %
Толстолобик	1	56,4	50,7	46,9	12,2
	2	57,3	51,9	47,1	11,5
	3	60,1	54,6	50,8	10,8
	4	58,4	52,6	47,9	12,1
	5	63,2	57,7	53,1	10,4
	Среднее значение				11,40
Сазан	1	58,2	53,3	48,4	10,1
	2	54,6	50,4	44,9	9,4
	3	61,8	56,9	51,3	9,6
	4	57,3	52,7	46,8	9,8
	5	59,7	54,5	49,9	10,4
	Среднее значение				9,86
Судак	1	57,9	55,2	48,6	5,6
	2	54,6	52,3	45,8	5,0
	3	60,3	57,6	51,9	5,2
	4	58,2	55,5	49,4	5,5
	5	57,1	54,3	48,5	5,8
	Среднее значение				5,42
Сом	1	56,8	52,3	47,4	9,5
	2	55,7	51,6	44,9	9,1
	3	62,2	57,5	53,1	8,9
	4	59,3	55,0	48,8	8,8
	5	61,2	56,5	50,4	9,3
	Среднее значение				9,12

практически отсутствуют, однако найденные показатели по ЯИК сома и полученные экспериментально почти совпадают, а по ЯИК судака отличаются почти в два раза. Данный факт позволяет сделать вывод об актуальности проводимых исследований, особенно по ЯИК судака, а также о частичной согласованности с

результатами предшествующих исследований [7, 9, 10, 11].

Результаты экспериментов по определению общего количества белковой составляющей в объектах исследования (ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома) представлены в таблице 5. Также в таблице 5 представлены средние

Таблица 4

Данные по жирности ЯИК исследуемых объектов, взятые из открытых источников

Table 4

Data on the fat content of the roe film-caviar complex of the studied objects, taken from open sources

Источник	Общее содержание липидов в образце, %			
	толстолобик	сазан	судак	сом
[7]	10,28	–	–	–
[11]	10,30	2,60	–	–
[9]	6,90	9,80	–	9,10
[10]	–	–	2,10	–
эксперимент	11,40	9,86	5,42	9,12

значения общего содержания белка в ЯИК изучаемых рыб, найденных в открытом доступе и в специальной литературе, необходимые для сравнительного анализа полученных результатов с данными других исследований.

Следует отметить, что данные по общему белку в ЯИК исследуемых объектов, которые удалось найти в открытых источниках, при их сравнении с экспериментально полученными данными (табл. 5), хорошо согласуются, кроме информации из интернет-ресурса [10] по сому. Однако, несмотря на данный факт, сравнительный анализ литературных и экспериментальных данных позволяет сделать вывод о согласованности между экспериментально полученной и обзорной информацией [7, 9, 10, 11].

Массовую концентрацию золы З, % находили, как:

$$З = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где массы: m_1 – тигля с навеской, г; m_2 – тигля с золой, г; m_0 – тигля, г.

Результаты экспериментов по определению массовой доли золы в объектах исследования (содержимое ястыков толстолобика, сазана, судака и сома) представлены таблице 6.

Согласно информации, приведенной в справочнике по холодильной обработке рыбы, выпущенным издательством «Агропромиздат» в 1986 году подготовленный Быковой В.М. и Беловой З.И. [12], долю общее содержание минеральных веществ (золы) в ЯИК превышает долю

Таблица 5

Экспериментальные и взятые из литературных источников данные по общему белку в ЯИК исследуемых объектов

Table 5

Experimental data and data taken from literature sources on total protein in the roe film - caviar complex of the studied objects

Источник	Общее содержание белка в образце, %			
	толстолобик	сазан	судак	сом
эксперимент 1	20,94	24,05	27,95	21,96
эксперимент 2	22,11	22,93	27,77	22,15
эксперимент 3	21,73	23,51	28,01	22,34
эксперимент 4	21,39	23,12	27,66	22,01
эксперимент 5	20,53	26,34	27,76	22,19
эксперимент (средние значения)	21,34	23,99	27,83	22,13
[11]	20,00...25,00			
[7]	25,04	–	–	–
[9]	21,20	25,90	–	21,30
[10]	–	21,00	28,00	16,5

Таблица 6

Эмпирические данные по массовой концентрации золы в ЯИК

Table 6

Empirical data on the mass concentration of ash in the roe film - caviar

Наименование сырья	Номер эксперимента	Масса тигля с навеской, г	Масса тигля с золой, г	Масса тигля, г	Концентрация золы в навеске,%
Толстолобик	1	24,36	17,91	17,83	1,23
	2	23,78	17,74	17,66	1,31
	3	25,15	17,51	17,41	1,29
	4	24,69	18,36	18,27	1,40
	5	24,88	17,77	17,68	1,25
	Среднее значение				1,30
Сазан	1	24,56	17,44	17,34	1,39
	2	24,72	17,97	17,87	1,46
	3	24,19	17,23	17,13	1,42
	4	24,39	17,58	17,48	1,45
	5	24,28	18,21	18,12	1,46
	Среднее значение				1,43
Судак	1	24,08	17,23	17,12	1,58
	2	24,43	18,04	17,94	1,54
	3	23,60	17,73	17,64	1,51
	4	23,92	17,65	17,55	1,57
	5	23,97	17,82	17,72	1,60
	Среднее значение				1,56
Сом	1	24,84	17,98	17,86	1,72
	2	24,47	18,33	18,22	1,76
	3	22,76	17,24	17,14	1,78
	4	24,03	17,67	17,56	1,70
	5	24,72	17,94	17,82	1,74
	Среднее значение				1,74

в мясе рыбы, и равна в примерно 1,5...2,0%, в связи с чем, полученные результаты по определению массовой доли золы в объектах исследования (содержимое ястыков толстолобика, сазана, судака и сома), представленные в таблице 6 можно считать вполне удовлетворительными. Дополнительно в справочнике [12] отмечается, что преобладающим среди зольных элементов является фосфор.

Для содержимого ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома процентный состав общего количества белков, жиров, влаги и минеральных веществ уже определен, поэтому вычисление общего количества углеводов в исследуемом сырье

не вызывает никаких трудностей. В таблице 7 представлен результат этих вычислений.

Полученные результаты можно назвать вполне объективными, т.к. углеводы не являются основным компонентом рыбы, их количество в ней очень низкое и составляет около 0,1...2% от общей пищевой ценности [13]. Конечно, из-за малозначительной доли углеводов в рыбном сырье их роль в пищевом аспекте невелика, но они существенно воздействуют на формирование вкусовых ощущений, аромата и цветовой гаммы рыбного сырья. Сладковатый привкус рыбы и бульонов из нее определяется присутствием глюкозы, доля которой может

Таблица 7

Результаты вычисления массовой доли углеводов в ЯИК исследуемых рыб

Table 7

Results of calculating the mass fraction of carbohydrates in the roe film-caviar complex of the studied fish

Общее содержание углеводов в образце, %			
толстолобик	сазан	судак	сом
0,11	0,18	0,03	0,21

Таблица 8

Результаты расчета энергетической ценности ЯИК исследуемых рыб

Table 8

Results of calculating the energy value of the roe film-caviar complex of the studied fish

Общая энергетическая ценность в образце, ккал/100 г			
толстолобик	сазан	судак	сом
201,46	199,12	173,91	185,86

достигать 0,75%. Также, наличие углеводов в рыбе можно объяснить наличием гликогена, представляющего собой полисахарид, являющимся основной формой хранения глюкозы в клетке – запасного источника энергии в мышцах и ястыках рыбы, однако, уровень гликогена ниже, чем в мясе, поэтому количество углеводов в рыбе минимально [13, 14].

Для вычисления калорийности (энергетической ценности) пищевого сырья достаточно помнить, что 1 г белка имеет калорийность 4,2 ккал, липидов – 9,29 ккал, причем 1 г углеводов в энергетическом аспекте идентичен белку и имеет 4,2 ккал. В таблице 8 представлен результат расчета энергетической ценности исследуемых объектов.

В таблице 9 представлена общая картина исследования химического состава и

энергетической ценности ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома.

Анализ таблицы 8 показывает, что по химическому составу ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома относится к высокобелковому сырью, при этом икра всех вышеперечисленных рыб, кроме может быть, судака, еще и к жирному сырью.

Вывод. Данные по общему содержанию липидов в ЯИК судака и сома практически не приводятся, однако найденные показатели по икре сома и полученные экспериментально почти совпадают, а по ЯИК судака отличаются почти в два раза. Данный факт позволяет сделать вывод об актуальности проводимых исследований, особенно по ЯИК судака, а также о частичной согласованности с результатами предшествующих исследований.

Таблица 9

Химический состав рыбного икорного сырья и его энергетическая ценность

Table 9

Chemical composition of fish caviar raw materials and its energy value

Вид сырья	Массовая доля, % от общего химического состава					Энергетическая ценность, ккал/100 г
	Влаги	Жиры	Белка	Золы	Углеводов	
	Средние значения					
Икра толстолобика	65,85	11,40	21,34	1,30	0,11	201,46
Икра сазана	64,54	9,86	23,99	1,43	0,18	199,12
Икра судака	65,16	5,42	27,83	1,56	0,03	173,91
Икра сома	66,80	9,12	22,13	1,74	0,21	185,86

Данные по общему белку в ЯИК исследуемых объектов, которые удалось найти в открытых источниках, при их сравнении с экспериментально полученными данными (табл. 5), хорошо согласуются, кроме информации из интернет-ресурса по сому. Однако, несмотря на данный факт, сравнительный анализ литературных и экспериментальных данных позволяет сделать вывод о согласованности между экспериментально полученной и обзорной информацией. Выявленные концентрации общего белка в составе исследуемой икры дают возможность рекомендовать ее использование в технологии белковых изолятов и текстурахов.

Учитывая, что общее содержание минеральных веществ (зола) в ЯИК больше, чем в мясе рыбы, и составляет в среднем 1,5...2,0%,

полученные результаты по определению массовой доли золы в объектах исследования (ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома), представленные в таблицах 12...15 можно считать вполне удовлетворительными.

Анализ данных по химическому составу и энергетической ценности ЯИК толстолобика, сазана, судака и сома, которые по морфологическим признакам соответствуют IV-й стадии зрелости, сгруппированных в таблице 18 показывает, что по химическому составу эти продукты относятся к высокобелковому сырью, при этом икра всех вышеперечисленных рыб, кроме, судака, еще и к жирному сырью, при этом рассчитанная энергетическая ценность не позволяет данное сырье причислить к диетическому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лакиза Н.В. Анализ пищевых продуктов. Екатеринбург: УрГУ; 2015.
2. Анализаторы влажности MX-50 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://medpribori.ru/_mod_files/ce_images/eshop/manuals/analiz_vlzh/aanddmf50.pdf (Дата обращения: 17.06.2023).
3. Куркотило В.Н., Васильева Ж.В. Ресурсосберегающая технология переработки липидосодержащих отходов рыбной промышленности. Вестник Мурманского государственного технического университета. 2017; 20(3): 609-618.
4. Самойлова Д.А., Цибизова М.Е. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2015; 2: 129-136.
5. Козин А.В. и др. Установление метрологических параметров методики измерений массовой доли белка методом Кьельдаля в пищевой рыбной продукции. Пищевые системы. 2021; 239.
6. Яковлева Д.А. Методы определения суммарных белков в мясе и мясных продуктах. В мире научных открытий. 2019; 430-433.
7. Менчинская А.А., Лебская Т.К. Пищевая и биологическая ценность икры толстолобика. Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015; 1(1): 136-142.
8. Поликарпова В.Э., Алексанян И.Ю., Арабова З.М. и др. Определение теплотехнических показателей икры сазана как объекта замораживания и источника лецитина. Индустрия питания. 2022; 7(4): 25-35.
9. Углова Н.Ю., Мукатова М.Д. Ястыки частиковых видов рыб как потенциальное сырье для производства пищевых белковых продуктов. Труды ВНИРО. 2019; 176: 72-80.
10. Мой здоровый рацион. Химический состав пищевых продуктов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://health-diet.ru/> (Дата обращения: 17.06.2023).
11. Лебская Т.К., Менчинская А.А. Сравнительная характеристика пищевой ценности икры некоторых рыб. Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015; 1(2): 91-97.
12. Быкова В.М., Белова З.И. Справочник по холодильной обработке рыбы. М.: Агропромиздат; 1986.
13. Долгополова Н.В., Маньшин А.А. К вопросу о пищевой ценности мяса рыбы. Региональный вестник. 2016; 3(4): 46-47.
14. Углеводы в рыбе – факт или фикция [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.anyquestion.info/a/mify-o-rybe-pravda-ili-vymysel-uglevody-v-rybe-fakt-ili-fiktsiya> (Дата обращения: 17.06.2023).

REFERENCES:

1. Lakiza N.V. Food analysis. Ekaterinburg: Ural State University; 2015.
2. Humidity analyzers MX-50 [Electronic resource]. Access mode: https://medpribori.ru/_mod_files/ce_images/eshop/manuals/analiz_vlzh/aanddmf50.pdf (Date of access: 17.06. 2023).
3. Kurkotilo V.N., Vasilyeva Zh.V. Resource-saving technology for processing lipid-containing waste from the fishing industry. Bulletin of the Murmansk State Technical University. 2017; 20(3): 609-618.

4. Samoilova D.A., Tsibizova M.E. Secondary resources of the fishing industry as a source of food and biologically active additives. Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. 2015; 2: 129-136.
5. Kozin A.V. et al. Establishment of metrological parameters of the method for measuring the mass fraction of protein by the Kjeldahl method in food fish products. Food systems. 2021: 239.
6. Yakovleva D.A. Methods for determining total proteins in meat and meat products. In the world of scientific discoveries. 2019: 430-433.
7. Menchinskaya A.A., Lebskaya T.K. Nutritional and biological value of silver carp caviar. Bulletin of science and education of the North-West of Russia. 2015; 1(1): 136-142.
8. Polikarpova V.E., Aleksanyan I.Yu., Arabova Z.M. et al. Determination of thermal technical parameters of carp caviar as an object of freezing and a source of lecithin. Food industry. 2022; 7(4): 25-35.
9. Uglova N.Yu., Mukatova M.D. Roe film of small fish species as a potential raw material for the production of food protein products. Proceedings of VNIRO. 2019; 176: 72-80.
10. My healthy diet. Chemical composition of food products [Electronic resource]. Access mode: <https://health-diet.ru/> (Access date: 17.06. 2023).
11. Lebskaya T.K., Menchinskaya A.A. Comparative characteristics of the nutritional value of some fish caviar. Bulletin of science and education of the North-West of Russia. 2015; 1(2): 91-97.
12. Bykova V.M., Belova Z.I. Handbook of refrigerated fish processing. M.: Agropromizdat; 1986.
13. Dolgoplova N.V., Manshin A.A. On the question of the nutritional value of fish meat. Regional newsletter. 2016; 3(4): 46-47.
14. Carbohydrates in fish – fact or fiction [Electronic resource]. Access mode: <https://ru.anyquestion.info/a/mify-o-rybe-pravda-ili-vymysel-uglevody-v-rybe-fakt-ili-fiktsiya> (Access date: 17.06.2023).

Информация об авторах / Information about the authors

Зарема Михайловна Арабова, кандидат технических наук, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Пищевые системы и биотехнологии», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

zarema.polymer@gmail.com

Игорь Юрьевич Алексанян, профессор, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», заведующий научно-исследовательской лабораторией «Пищевые системы и биотехнологии», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

16081960igor@gmail.com

тел.: +7 (960) 863 26 04

Альберт Хамед-Харисович Нугманов, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование»; профессор кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»; ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

albert909@yandex.ru

тел.: +7 (927) 282 43 07

Игорь Алексеевич Бакин, профессор, доктор технических наук, и.о. заведующего кафедрой процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Zarema M. Arabova, PhD (Engineering), Junior Researcher, Research Laboratory «Food Systems and Biotechnologies», FSBEI HE «Astrakhan State Technical University», FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy»

zarema.polymer@gmail.com

Igor Yu. Aleksanyan, Dr Sci (Engineering), Professor, the Department of Technological Machines and Equipment, Head of the research laboratory «Food systems and biotechnologies», FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»

16081960igor@gmail.com

tel.: +7 (960) 863 26 04

Albert H.-H. Nugmanov, Dr Sci (Engineering), Professor, the Department of Technological Machines and Equipment; Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Horticultural and Plant Products, FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»; FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy»

albert909@yandex.ru

tel.: +7 (927) 282 43 07

Igor A. Bakin, Dr Sci (Engineering), Professor, Acting head of Department of Processes and Apparatuses of Processing Industries, FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy»

bakin@rgau-msha.ru

bakin@rgau-msha.ru

тел.: +7 (923) 491 96 00

Ольга Ивановна Коннова, ведущий инженер научно-исследовательской лаборатории «Пищевые системы и биотехнологии», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

okonnova88@gmail.com

Екатерина Владимировна Соколова, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Пищевые системы и биотехнологии», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

k_sokolova93@mail.ru

tel.: +7 (923) 491 96 00

Olga I. Konnova, Leading Engineer, Research Laboratory «Food Systems and Biotechnologies», FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»
okonnova88@gmail.com

Ekaterina V. Sokolova, Junior Researcher, Research Laboratory «Food Systems and Biotechnologies», FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»

k_sokolova93@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 contributions of co-authors

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

Поступила в редакцию 09.11.2023; поступила после рецензирования 05.12.2023; принята к публикации 06.12.2023

Received 09.11.2023; Revised 05.12.2023; Accepted 06.12.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Исследование особенностей структурной организации инулина и анализ возможностей его применения

Василий А. Бызов¹, Владимир В. Литвяк¹, Николай Д. Лукин¹,
Валерий В. Шилов², Юрий Ф. Росляков^{3*}, Жылдыз К. Ирматова⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»;
ул. Некрасова, 11, пос. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация

²Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова
Белорусского государственного университета;
ул. Долгобродская, 23/1, г. Минск, 220070, Республика Беларусь

³ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

⁴Ошский технологический университет (ОшТУ);
ул. Н. Исанова, 8, г. Ош, 723503, Кыргызская Республика

Аннотация. Исследование инулина и возможностей его использования является актуальной и важной научной и практической задачей. Цель – исследование особенностей структурной организации инулина и анализ возможностей его применения. Объект и методы исследования. Объектом исследований являлся инулин, полученный из корневых клубнеплодов топинамбура. Фотографирование (макросъемку) проводили с помощью фотоаппарата SONY NEX-5N (Таиланд). Микроструктура исследована с помощью светового микроскопа Olympus CX41RF (увеличение в 40, 100 и 400 раз), камера ALTRA 20 Soft Imaging System (Япония). Спектры ИК-поглощения регистрировались на однолучевом Фурье-спектрометре модели Перкин Эльмер «Спектрум 1000» в спектральном диапазоне 400–4000 см⁻¹ с шириной спектральной щели 4 см⁻¹, время записи одного спектра около 2 мин. Поиск литературы по проблеме за последние годы осуществляли по базам данных РИНЦ, Google Scholar, ResearchGate, PubMed по ключевым словам и словосочетаниям: «инулин», «структура инулина», «свойства инулина», «применение инулина», «фруктоолигосахариды».

Результаты и их обсуждение. Анализ ИК-спектра подтверждает, что инулин – полисахарид, состоящий из остатков фруктозы. Исследования морфологии инулина при помощи световой микроскопии показывают, что инулин организован в виде псевдокристаллических образований. В среде 96%-го этилового спирта хорошо заметны центральные (в виде темной окружности) и периферические части (в виде полупрозрачной окружности, которая обволакивает центральную темную окружность), а также небольшие части инулина (в виде темных точек) отделяющиеся от основных псевдокристаллических образований. Существует большое разнообразие пищевых продуктов, обогащенных инулином. Установлено, что используемые для обогащения пищевых продуктов концентрации инулина широко варьируются в зависимости от вида пищевого продукта в пределах от 0,75 до 50%. Пребиотический эффект инулина доказан, но его взаимодействие с различными пищевыми матрицами является сложным процессом, и не всегда это технологически выгодно для продукта. В дополнение к сенсорным, физико-химическим и реологическим характеристикам, необходимо также проводить измерения таких характеристик как содержание пребиотиков в пищевых продуктах и определять пребиотическую активность *in vivo* и *in vitro*, а также оценивать потенциальные побочные реакции для того, чтобы определить научно обоснованные дозы инулина для потребителя.

Закключение. Полученный ИК-спектр подтверждает известное химическое строение инулина. Морфологические исследования инулина при помощи световой микроскопии свидетельствуют о создании инулином псевдокристаллических образований в среде глицерина и 96%-ого этилового спирта. Инулин может найти широкое применение в различных пищевых продуктах в качестве важного биологически активного вещества.

Ключевые слова: инулин, фруктоза, световая микроскопия, ИК-спектр, псевдокристаллические образования, метаболизм, пребиотический эффект, пищевая промышленность

Для цитирования: Бызов В.А., Литвяк В.В., Лукин Н.Д. и др. Исследование особенностей структурной организации инулина и анализ возможностей его применения. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 31-47. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-31-47>

Investigation of the features of the structural organization of inulin and analysis of the possibilities of its application

Vasily A. Byzov¹, Vladimir V. Litvyak¹, Nikolai D. Lukin¹,
Valery V. Shilov², Yuri F. Roslyakov^{3*}, Jyldyz K. Irmatova⁴

¹All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials –
a branch of Russian Potato Research Centre;

11 Nekrasov str., Kraskovo, the Luberetskiy district, the Moscow region, 140051, the Russian Federation

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University;
23/1 Dolgobrodskaya Str., Minsk, 220070, the Republic of Belarus

³FSBEI HE «Kuban State Technological University»;
2 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

⁴Osh Technological University (OshTU);
81 N. Isanov's str., Osh, 723503, the Kyrgyz Republic

Abstract. Investigation of inulin and the possibilities of its use is a relevant and important scientific and practical task. The goal is to study the features of the structural organization of inulin and analyze the possibilities of its use. The object and methods of the research. The object of the research was inulin obtained from Jerusalem artichoke roots. Photography (macro photography) was carried out using a SONY NEX-5N camera (Thailand). The microstructure was studied using an Olympus CX41RF light microscope (magnification 40, 100 and 400 times), ALTRA 20 Soft Imaging Sistem camera (Japan). IR absorption spectra were recorded on a Perkin Elmer Spectrum 1000 single-beam Fourier spectrometer in the spectral range of 400–4000 cm⁻¹ with a spectral slit width of 4 cm⁻¹; the recording time for one spectrum was about 2 min. The literature search on the problem was carried out in the databases of RSCI, Google Scholar, ResearchGate, PubMed using keywords and phrases: «inulin», «inulin structure», «inulin properties», «use of inulin», «fructo-oligosaccharides».

The results and their discussion. Analysis of the IR spectrum has confirmed that inulin is a polysaccharide consisting of fructose residues. Studies of the morphology of inulin using light microscopy have shown that inulin is organized in the form of pseudocrystalline formations. In a medium of 96% ethyl alcohol, the central (in the form of a dark circle) and peripheral parts (in the form of a translucent circle that envelops the central dark circle), as well as small parts of inulin (in the form of dark dots) separating from the main pseudocrystalline formations, are clearly visible. There is a wide variety of foods fortified with inulin. It has been established that inulin concentrations used for food fortification vary widely depending on the type of food product, ranging from 0.75 to 50%. The prebiotic effect of inulin has been proved, but its interaction with various food matrices is a complex process, and it is not always technologically beneficial for the product. In addition to sensory, physicochemical and rheological characteristics, it is also necessary to measure characteristics such as prebiotic content of foods and determine prebiotic activity in vivo and in vitro, as well as evaluate potential adverse reactions in order to determine scientifically based doses of inulin for consumers.

Conclusion. The obtained IR spectrum confirms the known chemical structure of inulin. Morphological studies of inulin using light microscopy indicate the creation of pseudocrystalline formations by inulin in a medium of glycerol and 96% ethyl alcohol. Inulin can be widely used in various foods as an important biologically active substance.

Keywords: inulin, fructose, light microscopy, IR spectrum, pseudocrystalline formations, metabolism, prebiotic effect, food industry

For citation: Byzov V.A., Litvyak V.V., Lukin N.D. et al. Investigation of the features of the structural organization of inulin and analysis of the possibilities of its application. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 31-47. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-31-47>

Введение. В настоящее время большой интерес в пищевой промышленности проявляют к фруктоолигосахариду (ФОС) – инулину. Инулин является основным запасным полисахаридом, прежде всего у топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) и у цикория (*Cichorium intybus* L.), а также у ряда других растений. Рассматривается инулин как один из перспективных пищевых ингредиентов, обладающий высокой и разнообразной биологической активностью [1, 4, 6–7].

Цель – исследование особенностей структурной организации инулина и анализ возможностей его применения.

Объект и методы исследования

Объектом исследований являлся инулин, полученный из корнеклубнеплодов топинамбура.

Фотографирование

Фотографирование (макросъемку) проводили с помощью фотоаппарата SONY NEX-5N (Таиланд).

Световая микроскопия

Микроструктура исследована с помощью светового микроскопа Olympus CX41RF (увеличение в 40, 100 и 400 раз), камера ALTRA 20 Soft Imaging Sistem (Япония). Препараты для исследований готовили с или без глицерина.

ИК-спектроскопия

Спектры ИК-поглощения регистрировались на однолучевом Фурье-спектрометре модели Перкин Эльмер «Спектрум 1000» в спектральном диапазоне 400–4000 см⁻¹ с шириной спектральной щели 4 см⁻¹, время записи одного спектра около 2 мин.

Приготовление образцов осуществлялось прессованием инулина в таблетку с KBr в соотношении 1:200 мг при давлении около 4,5·10⁸ Па.

Положение максимумов полос, проявляющихся в виде перегибов (выступов) на контуре более сильных пиков, определено с погрешностью до 5 см⁻¹, остальные максимумы с точностью до 2 см⁻¹.

Расшифровка спектров проведена в соответствии с источниками [2, 3, 5].

Поиск литературы по проблеме

Поиск литературы по проблеме за последние годы осуществляли по базам данных РИНЦ, Google Scholar, ResearchGate, PubMed по ключевым словам и словосочетаниям: «инулин», «структура инулина», «свойства инулина», «применение инулина», «фруктоолигосахариды», «inulin», «structure of inulin», «properties of inulin», «application of inulin», «fructooligosaccharides».

Результаты и их обсуждение

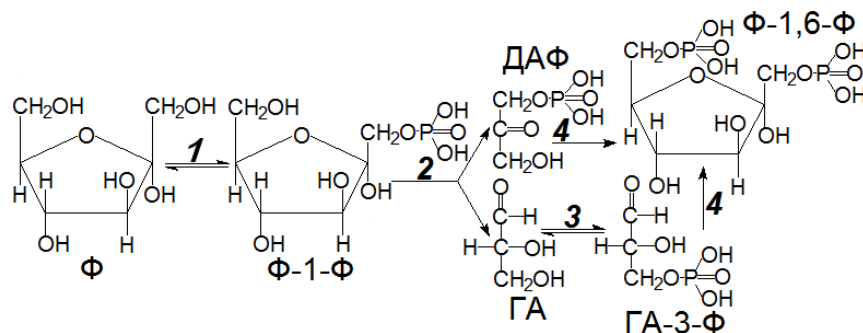
Особенности структурной организации инулина

Основные характеристики инулина приведены в таблице 1 [7, 4, 10].

Основным мономером инулина является моносахарид фруктоза [7, 4, 10]. Характеристика (физико-химические свойства) фруктозы продемонстрирована в таблице 2 [64].

Метаболизм фруктозы протекает в основном в печени с участием фруктокиназы (1), альдозазы (2 и 4) и глицеральдегидфоскиназы (3) и образованием метаболитов (Ф – фруктоза, Ф-1-Ф – фруктоза-1-фосфат, ГА – глицеральдегид, ДАФ – диоксиацетонфосфат, ГА-3-Ф – глицеральдегид-3-фосфат, Ф-1,6-Ф – фруктозо-1,6-фосфат) [64].

Результаты исследований внешнего вида инулина показаны на рис. 1, а микроструктуры с использованием светового микроскопа



представлены на рис. 2–4. На рис. 5 показан ИК-спектр инулина.

В результате анализа полученных нами экспериментальных данных установлено, что инулин является порошком белого цвета (рис. 1).

Исследования морфологии инулина при помощи световой микроскопии (рис. 2–4) свидетельствуют, что инулин организован в виде псевдокристаллических образований. Ранее проведенные нами исследования структуры



Рис. 1. Фотографии внешнего вида инулина топинамбура

Fig. 1. Photos of the appearance of Jerusalem artichoke inulin

Основные характеристики инулина [7, 4, 10]

Таблица 1

Main characteristics of inulin [7, 4, 10]

Table 1

Показатели	Значение
Систематическое наименование	Инулин
Краткое определение	Органическое вещество из группы полисахаридов, полимер D-фруктозы (полифруктозан)
Эмпирическая химическая формула	$(C_6H_{10}O_5)_n$
Структурная химическая формула	
Молекулярная масса, г/моль	5000–6000
Состояние	Твердое
Внешний вид	Аморфный порошок или кристаллы
Цвет	Белый
Вкус	Сладкий
Растворимость в воде	Растворим в теплой воде с образованием коллоидных растворов и не растворим в холодной воде
Воздействие йода	С йодом не дает окрашивания
Влияние на фелингову жидкость	Не восстанавливает фелингову жидкость
Вращение плоскости поляризованного света	Растворы инулина вращают плоскость поляризованного света влево. Для безводного препарата удельное вращение $^{[a]}D_{20} = -39^\circ$.

Содержание	В растениях семейства сложно-цветных, колокольчиковых, лилейных, лобелиевых, фиалковых и др. Наибольшее количество содержится в клубнях и корнях георгина, нарцисса, гиацинта, клуберозы, одуванчика, цикория и земляной груши (топинамбура), скорцонера и овсяного корня.
Сопутствующие вещества	Псевдоинулин, инуленин, левулин, гелиантин, синистрин, иризин и др.
Значение	Запасной углевод (полисахарид) растений

Таблица 2

Основные характеристики фруктозы [64]

Table 2

Main characteristics of fructose [64]

Показатели	Значение
Систематическое наименование	Фруктоза
Традиционные названия	Фруктовый сахар, левулеза, <i>D</i> -фруктофураноза
Эмпирическая химическая формула	$C_6H_{12}O_6$
Структурная химическая формула:	
Открытая форма	<i>D</i>-фруктоза
Циклическая форма	β-<i>D</i>-фруктофураноза
Таутомерные превращения	α-<i>D</i>-фруктофураноза, <i>D</i>-фруктоза, β-<i>D</i>-фруктофураноза

Продолжение таблицы 2

Состояние	Твёрдое
Внешний вид	Порошок
Цвет	Белый
Молярная масса, г/моль	180,16
Плотность, г/см ³	1,695
Температура плавления, °C	103
Температура кипения, °C	440
Температура воспламенения, °C	219
Растворимость в воде	Хорошо растворима
Растворимость в органических растворителях	Заметно растворима в метаноле, этаноле, пиридине, ацетоне, ледяной уксусной кислоте

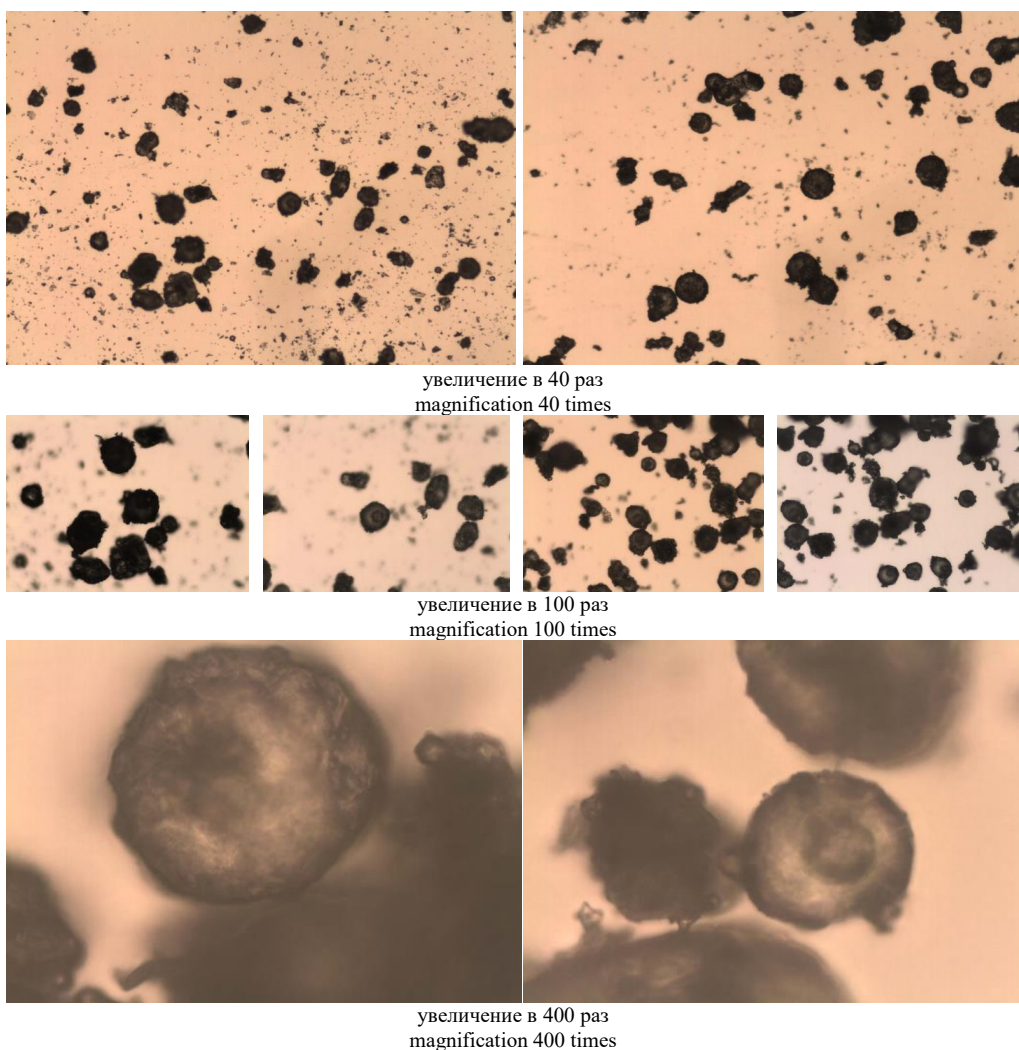


Рис. 2. Микрофотографии инулина, полученные на световом микроскопе

Fig. 2. Microphotographs of inulin obtained with a light microscope

инулина [7] экспериментально доказали, что инулин является аморфным галлом и не содержит кристаллических образований. Данные образования можно также наблюдать, если поместить инулин в среду глицерина (рис. 3) или 96%-го этилового спирта (рис. 3 и 4). Наиболее интересные данные, на наш взгляд, получены при наблюдениях за инулином, помещенным в среду этилового спирта (рис. 3 и 4). В среде этилового спирта хорошо заметны центральные (в виде центральной темной окружности) и периферические части (в виде полупрозрачной окружности, которая обволакивает центральную темную окружность) псевдокристаллических образований, а также небольшие части инулина (виде темных точек) отделяющиеся от основных псевдокристаллических образований (рис. 3 и 4). Полученные нами данным могут свидетельствовать о том, что инулин способен

вступать в определенные взаимодействия с этиловым спиртом.

Анализ ИК-спектра (рис. 5) подтверждает имеющиеся данные о химическом строении инулина (табл. 1 и 2).

По-видимому, именно особенности структурной организации инулина обуславливают возможности его использования в пищевой отрасли, медицине и т.д.

Анализ возможностей применения инулина

Известно, что пребиотики – это непере-вариваемые пищевые ингредиенты, которые благотворно влияют на организм хозяина, избирательно стимулируя рост и/или активность одного или ограниченного числа бактерий в толстой кишке и, таким образом, улучшают здоровье человека [73]. В 2008 г. Международная научная ассоциация по пробиотикам и

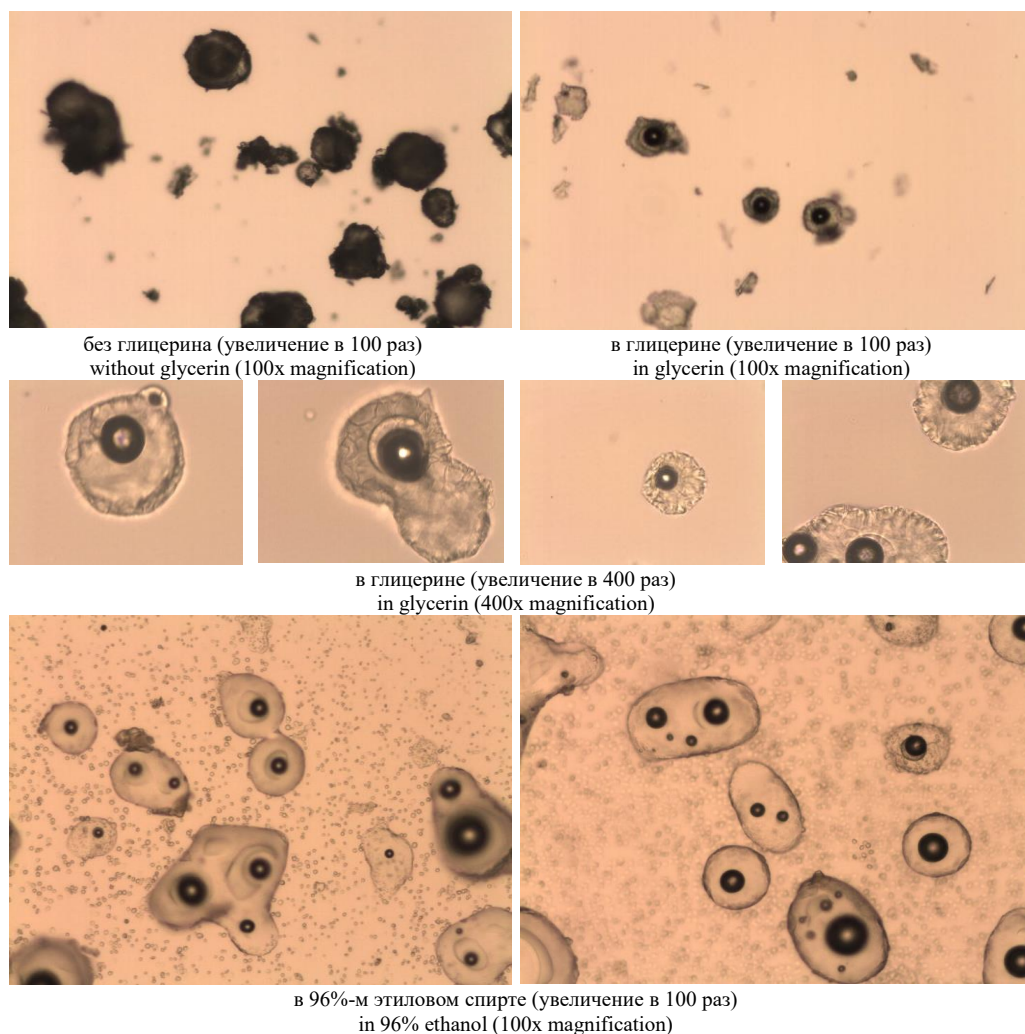


Рис. 3. Микрофотографии инулина, полученные на световом микроскопе

Fig. 3. Microphotographs of inulin obtained with a light microscope

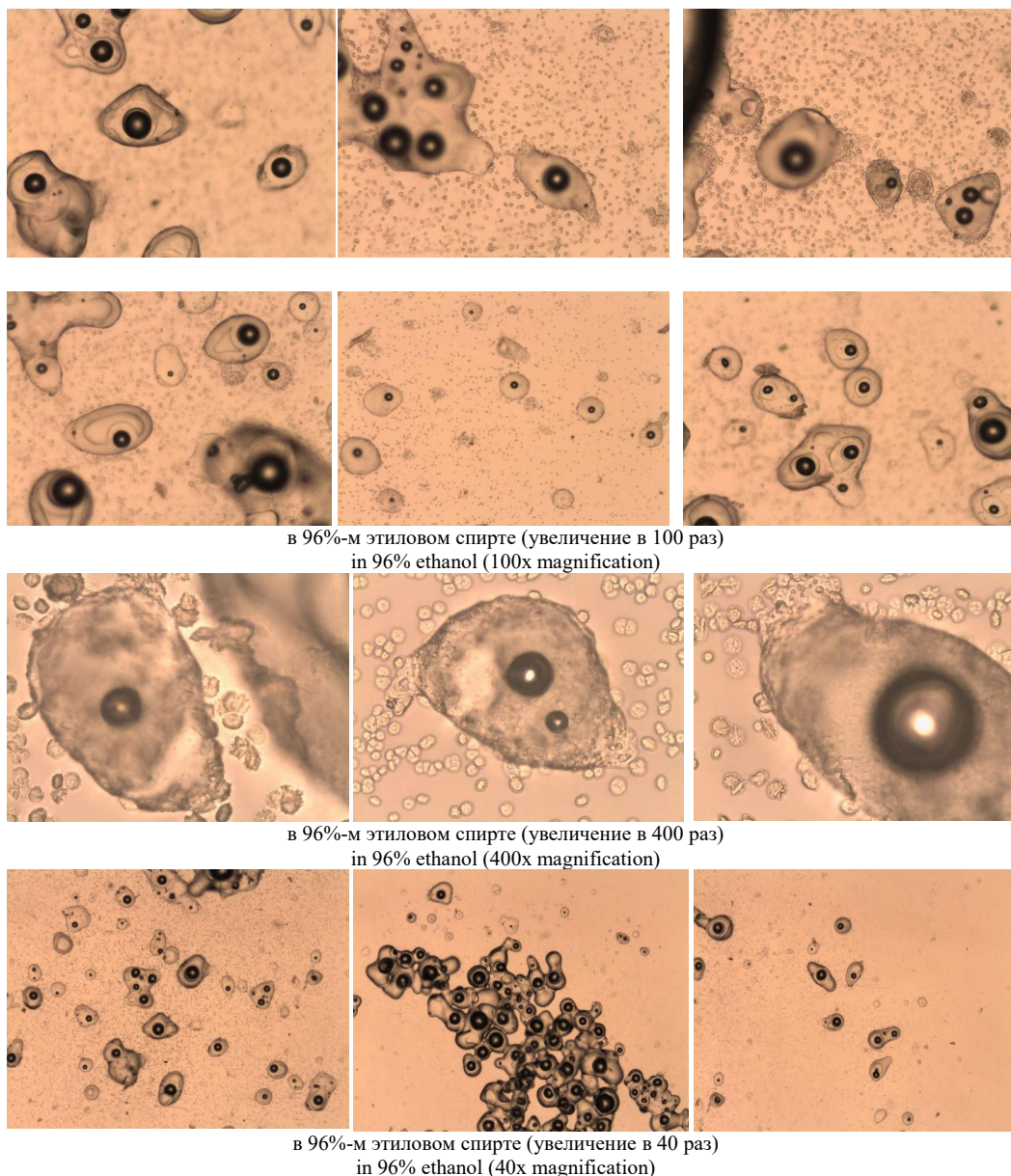


Рис. 4. Микрофотографии инулина, полученные на световом микроскопе

Fig. 4. Microphotographs of inulin obtained with a light microscope

пребиотикам (ISAPP) с учетом существующих исследований в этой области дало определение пребиотика. Это избирательно ферментированный ингредиент, который приводит к специфическим изменениям в составе и/или активности микробиоты желудочно-кишечного тракта, таким образом оказывая благотворное влияние на здоровье хозяина [70]. Требованиями, которым должен соответствовать ингредиент для того, чтобы он считался пребиотиком являются: а) он должен быть устойчивым к кислотности желудочного сока, гидролизу и всасыванию в

желудочно-кишечном тракте, б) обладать способностью ферментироваться желудочно-кишечной микрофлорой в) способностью избирательно стимулировать рост и/или активность полезных кишечных бактерий, связанных со здоровьем человека [70]. Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН и Всемирной организацией здравоохранения в 2001–2002 годах было определено, что пробиотики следует рассматривать как «живые микроорганизмы, вводимые в организм хозяина в адекватных количествах, которые приносят

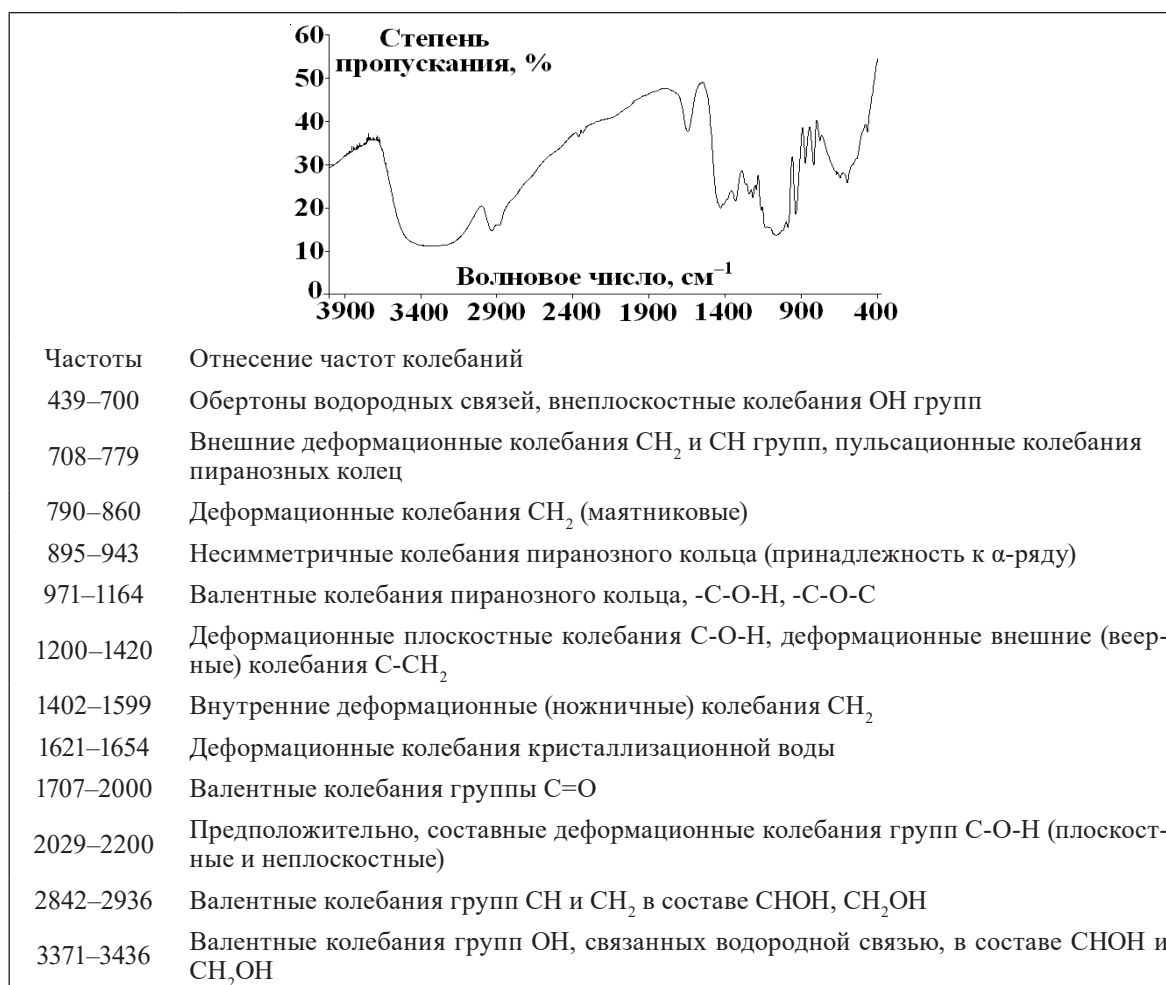


Рис. 5. Характеристика инулина

Fig. 5. Characterization of inulin

пользу для его здоровья» [46]. Синбиотик – термин, используемый для того, чтобы описать продукт, содержащий комбинацию пребиотиков и пробиотиков, которые вместе способствуют росту полезной микробной популяции в кишечнике [65]. Примерами таких комбинаций являются бифидобактерии и фруктоолигосахариды, *Lactobacillus*, бифидобактерии и инулин. Синбиотики действуют двумя способами: а) повышают жизнеспособность пробиотиков и б) обеспечивают конкретные преимущества для здоровья [77]. Поскольку исследований синбиотиков имеется недостаточное количество, до конца не выяснено, есть ли преимущества у каждого ингредиента, которые складываются вместе и как возникает синергетический эффект [29, 56].

Фруктоолигосахариды (ФОС) представляют собой олигосахариды, которые состоят из звеньев D-фруктозы, связанных β 2-1

положении. Они не гидролизуются пищеварительными ферментами человека и могут присутствовать в природе в различных растениях, таких как топинамбур, лук-порей, лук, чеснок, спаржа, якон и цикорий [22, 26]. Исследования показывают, что эти важные соединения удовлетворяют требованиям, предъявляемым к классу пребиотиков. Они стимулируют рост бифидобактерий, чем приносят большую пользу здоровью хозяина, и, кроме того, сладость ФОС делает их хорошим заменителем сахарозы [82]. Три категории ФОС следует учитывать, нативный инулин цикория (со степенью полимеризации от 2 до 60 единиц фруктозы, и 12 в среднем), олигофруктоза (с степенью полимеризации от 2 до 8 единиц фруктозы и в среднем 4) фруктозильные цепи разной длины, имеющие на концах молекулы фруктозы и глюкозы [78]. Третья категория состоит из короткоцепочечных ФОС, представляющих собой смеси фруктозильных

цепей с концевым глюкозным звеном, не более 5 единиц [76, 82]. ФОС также получают гидролизом инулина с помощью ферментов (эндоинулиназа) или проведением ферментативной реакции трансфруктозилирования остатков сахарозы с помощью фермента фруктофуранозидазы [24, 68]. В пищевой промышленности потребление ФОС небольшое. Они производятся с использованием ферментов в основном грибкового происхождения, таких как *Aspergillus niger* или *Aureobasidium sp* [19, 52, 83]. Польза для здоровья ФОС включает: а) увеличение всасывания Са, Mg, Р и Fe; б) снижение содержания липидов и/или холестерина; в) профилактика остеопороза г) снижение риска ожирения [23, 26, 35]. Среди основных конечных продуктов ФОС выделяют: ферменты, короткоцепочечные жирные кислоты, ацетат (который метаболизируется в мышцах, а также почках, сердце и печени благотворно влияет на их функцию) пропионат (подавляющий синтез холестерина и глюкогенного предшественника), бутират (метаболизируется в толстой кишке и регулирует рост эпителия и дифференцировку клеток) [42, 73].

Инулин – это общий термин, который включает все продукты с прямой цепью, состоящие из фруктозильных звеньев, связанных β -D-(2-1) связью. [27, 58]. Наряду с фруктоолигосахаридами лактулоза и олигосахариды это наиболее изученные соединения, пребиотический эффект которых доказан с помощью тестов *in vitro* и *in vivo* [75]. Инулин – соединение, которое является углеводным резервом многих растений, был впервые извлечен из корня *Inula helenium* в 1804 г. и позже был назван инулином в 1918 г. [13]. Инулин относится к так называемым фруктанам и присутствует во многих фруктах и овощах. Наиболее распространенными источниками его являются топинамбур, пшеница, лук, бананы, спаржа, цикорий, чеснок и лук-порей. Инулин был испытан в высоких дозах на животных, при этом не было выявлено его токсичных эффектов [60].

Инулин представляет собой природный неструктурный запасной углевод, содержащийся в топинамбуре (*Helianthus tuberosus*), луке-порее, луке, пшенице, спарже (*Asparagus officinalis*), чесноке и цикории (*Cichorium intybus*) корень. Он содержится в 36000 видов растений самых разных родов, которые запасают инулин в качестве источника энергии или в качестве осморегулятора для обеспечения морозостойкости. Два вида растений, которые используются в настоящее время в производстве инулина это: топинамбур (*Helianthus tuberosus*) и цикорий (*Cichorium intybus*). Инулин официально признан как натуральный пищевой ингредиент во всем ЕС и имеет подтвержденный

статус общепризнанного безопасного ингредиента (GRAS) в США.

Пребиотический потенциал можно оценить с помощью сбраживания бифидобактериями и популяций лактобацилл, обитающих в толстой кишке. Это проявляется изменением кишечной флоры, снижением патогенных бактерий и его метаболической активности для производства полезных для здоровья метаболитов [11, 12]. Активность инулина как пребиотика широко доказана многочисленными исследованиями, в которых сообщается об его избирательной ферментации бифидогенными бактериями [62]. Среди показателей, которые оцениваются чаще и связаны с пребиотическим потенциалом – это изменения, происходящие в составе микробной популяции, а именно образование короткоцепочечных жирных кислот (пропионата, бутирата, ацетата) [49, 81].

В качестве пребиотического ингредиента инулин прошел обширное тестирование на его устойчивость в верхних отделах кишечника тракта и на его специфическую сбраживаемость бифидобактериями. В исследованиях *in vitro* с использованием анаэробных культур с человеческими фекалиями, где в качестве источника углерода использовалась фруктоза, инулин, крахмал и олигофруктоза, инулин и олигофруктоза показали значительное увеличение количества бифидобактерий после 12 часов инкубации [75]. Rossi M. и др. провели исследования инулина и фруктоолигосахаридов в качестве источника углерода для ферментации в культуре с использованием чистых штаммов бифидобактерий [50]. Было обнаружено, что бутират является основным продуктом ферментации инулина в культуре фекального ила. Под влиянием инулина значительно увеличилось количество бифидобактерий и значительно увеличилось количество бутирата и пропионата [11]. Исследования *in vivo*, проведенные на пациентах, получавших инулин при илеостоме показали, что у 86% обследуемых происходило восстановление терминального отдела подвздошной кишки [45]. Анализ фекалий группы мышей, получавших инулин, соевые олигосахариды и фруктоолигосахариды, с последующим введением пробиотических бактериальных культур (*Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* и *Bifidobacterium lactis*), выявили, что ФОС, инулин и соевые олигосахариды увеличивали время удерживания и выживаемость этих трех пробиотиков [48]. Инулин также широко используется в качестве контроля для оценки новых ингредиентов. При изучении пребиотического эффекта фруктанов выделенных из *Agave angustifolia* было обнаружено увеличение популяции бифидобактерий и продукции

короткоцепочечных жирных кислот. Причем оказалось, что фруктаны агавы более эффективны чем некоторые коммерческие инулины. [59]. Однако исследования с использованием фруктанов агавы в качестве пребиотиков появились недавно, и вопросы, связанные с исследования *in vivo* все еще появляются. Во многих других исследованиях доказано, что пища с добавлением инулина обладает не только пребиотическим потенциалом, но и способностью улучшать сенсорные и физико-химические свойства продуктов.

Инулин классифицируется как низкокалорийный пищевой ингредиент, поскольку он содержит менее половины калорийности легкоусвояемых углеводов, обеспечивающих калорийность 1,0–2,0 ккал/г [38]. Поэтому инулин можно использовать в качестве подходящего заменителя пищевых ингредиентов для снижения общей калорийности суточного рациона, особенно для тучных людей. Кроме того, исследования на животных *in vivo* показали, что добавление в рацион инулина уменьшает pH в слепой кишке за счет производства КЦЖК (конечные продукты ферментации инулина в толстой кишке) и увеличивает толщину стенки тонкой и слепой кишки, что приводит к увеличению кровотока [63].

Запор часто является многофакторным заболеванием. Чаще всего он встречается у пожилых людей. Причины запора могут быть разные. Способствуют развитию запоров такие факторы как старение, прием лекарственных препаратов, недостаточное потребление жидкости, отсутствие в ежедневном рационе продуктов, содержащих клетчатку, неадекватная физическая активность и снижение перистальтики кишечника. Проведенные клинические исследования предположили, что ферментация углеводов стимулируют моторику толстой кишки и поэтому введение олигофруктозы и инулина может снизить абдоминальный дискомфорт и участить стул [54, 57]. Hidaka H. и др. заметили, что прием инулина облегчает запоры в 90% случаев [30]. При этом дискомфорт в животе, в основном метеоризм, наблюдался редко и только у нескольких пациентов. Отмечалось значительное увеличение частоты стула у здоровых добровольцев за счет включения в рацион инулина, у которых стул был один раз в 2–3 дней [34].

Некоторые исследования показали, что цикорий инулин может увеличить усвоение организмом кальция, улучшить минеральную плотность костной ткани и снизить риск развитие остеопороза. Исследования показали, что крысы, которых кормили инулином, поглощали больше кальция и магния по сравнению с

контрольной группой, несмотря на увеличение общей фекальной массы. Поглощение может быть связано с его повышенной биодоступностью кальция при его переходе из тонкой кишки в толстую. Осмотическое действие инулина, приносящего воду в толстую кишку, позволяет ей иметь более жидкое содержимое [38]. Улучшение всасывания было связано со снижением pH в подвздошной, слепой и толстой кишках, что привело к увеличению концентрации ионизированных минералов. Ohta A. и др. сообщили, что прием внутрь инулина улучшает усвоение кальция и магния у нормальных крыс [71]. Эффект брожения в слепой кишке был особенно важен для усвоения ионов кальция. Другое исследование, проведенное Coudray C. и др., показывает, что инулин улучшает всасывание кальция, но не магния, железа и цинка в организме человека [9].

Влияние инулина и олигофруктозы на гликемию и инсулинемию еще не полностью изучены и существующие данные достаточно противоречивы. [38]. Oku T. и др. обнаружили 17% и 26% снижение постпрандиальной гликемии и инсулинемии у крыс после кормления рационом, содержащим 10% короткоцепочечных фруктоолигосахаридов (ФОС) в течение 30 дней [66]. Снижение гликемического ответа на сахарозу или мальтозу, возможно из-за восстановления дисахаридазной активности в желудочно-кишечном тракте. Luo J. и др. подтвердили предыдущие результаты и показали, прием пищи, содержащей 20% олигофруктоза диабетическими крысами в течение 2 мес. снижает гликемию, несмотря на отсутствие модификации гликемического или инсулинемического ответа на сахарозу или мальтозную нагрузку [40]. Однако результаты некоторых других исследований не согласуются с приведенными выше исследованиями. Например, Yaeshima T. и др. показали, что у больных диабетом прием 8 г ФОС в день в течение 14 дней приводит к снижению уровня глюкозы в крови натощак [28]. При приеме 10 г инулина, который добавляли к 50 г пшенично-крахмальной муки гликемическая реакция крови у здоровых людей была ниже, несмотря на отсутствие явного влияния инулина на усвоение крахмала [51]. Тесты показали, что при кормлении крыс 10% и 20% ФОС в течение 6 недель время перехода пищи изо рта в задний проход сократилось на 25 и 50%, соответственно. Это сокращение времени в пути движения пищи подтверждает дозозависимый эффект [66]. Инулин и олигофруктоза влияют на всасывание макронутриентов, особенно углеводов. Boillot J. и др. продемонстрировали снижение глюконеогенеза в печени,

вызванного приемом инулина [51]. Этот эффект может опосредоваться короткоцепочечными жирными кислотами, особенно пропионатом. У крыс прием инулина в течение 4 недель снижал уровень глюкозы в крови натощак и ингибировал глюконеогенез в изолированных гепатоцитах, вероятно, путем его метаболического превращения в метилмалонил-коэнзим А (КоА) и сукцинил-КоА. Оба соединения являются специфическими ингибиторами пируваткарбоксилазы. Кроме того, пропионат может также влиять на метаболизм глюкозы в печени опосредованно за счет снижения концентрации жирных кислот, который, как известно, тесно связан с глюконеогенезом [53].

Оку Т. и др. показали, что при включении инулина в рацион крыс, которых кормили насыщенными жирами, значительно снижалось изначально высокое содержание триглицеридов в крови и печени [66]. Они предположили, что уменьшение секреции липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП)-ТГ в печени происходит в результате снижения активности липогенных ферментов, а также посредством модификации экспрессии липогенного гена в случае синтеза жирных кислот [74]. Олигофруктоза снижала ТГ в сыворотке, когда она была включена в рацион крыс без клетчатки или с высоким содержанием жиров. В диете богатой углеводами олигофруктоза снижает синтез жирных кислот в печени *de novo* [72, 74]. У крыс, получавших олигофруктозу, концентрация фосфатов была значительно выше по сравнению с контрольной группой. Увеличение содержания глицерин-3-фосфата в печени может быть связано с уменьшением его использования при этерификации жирных кислот [17].

Инулин является диетическим ингредиентом, широко используемым в дизайне новых функциональных продуктов. Тем не менее, пребиотический потенциал пищи или пребиотическое содержимое после ее обработки не всегда оценивается [33]. Потому необходима правильная маркировка пищевых продуктов для их адекватного потребления. Во многие продукты инулин добавляется только с целью улучшения технологических характеристик. Однако нельзя исключать возможности его потенциала с учетом его пребиотических свойств.

Шоколад является одним из продуктов, к которым был добавлен инулин. Golob Т. и др. соавторы разработали шоколадную формулу где заменили сахарозу инулином, количество которого не сообщается. При этом была также проведена его оценка, которая показала высокие потребительские свойства шоколада с инулином [47]. Кроме уровня сладости и растворимости, существенных различий между новым и

оригинальным продуктом не было [47]. Подобный эксперимент с использованием шоколада был проведен путем приготовления составов, в которых сахароза была заменена на инулин, полидекстрозу и мальтодекстрин [39]. Физико-химические (рН), и механические испытания (твердость), а также тестирование органолептических свойств показали, что образцы продуктов с инулином и полидекстрозой имели самые высокие оценки, хотя образцы с высоким содержанием мальтодекстрина и полидекстрозы были мягче. В случае когда в шоколадном молоке сахар был заменен изомальтом и мальтитом с добавлением 9% инулина, было установлено, что мальтит был более подходящим заменителем, чем изомальт. При замене сахара в темном шоколаде с добавлением инулина и полидекстрозы в различной концентрации, оказалась что оптимальный состав 75,4% полидекстрозы и 24,6% инулина [37]. Aragon-Alegro, L.C и др. разработали синбиотический шоколад с добавлением *Lactobacillus paracasei subsp. Paracasei* и инулина. При этом срок хранения продукта был свыше 28 дней, а инулин не влиял на органолептические свойства шоколада [31]. Было изучено также действие инулина на здоровых добровольцах после ежедневного потребления в дозе 5 и 8 г/сут. в виде шоколадного напитка в течение двух недель, при этом наблюдался бифидогенный пребиотический эффект, и он был выше при потреблении более высокой дозы инулина. Однако, большинство опубликованных исследований шоколада с инулином в основном были направлены на улучшение физико-химических или органолептических свойства пищевых продуктов.

Молочный сектор является одной из областей, где инулин широко используется из-за его пребиотических свойств, а также из-за способности создавать текстуру, похожую на сливочное масло [21]. Так, например, когда инулин добавлялся в различных концентрациях к детской молочной смеси, он показал положительный результат при анализе кала. Во всех исследованных концентрациях наблюдалось снижение количества бактерий рода *Clostridium*. Концентрация 1,25 г/сут. вызвало увеличение количества бифидобактерий и уменьшение грамположительных кокков, в то время как колиформные бактерии также присутствовали [79]. Casiraghi М.С. и др. приготовили симбиотическое обезжиренное молоко 2% жирности с добавлением *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* и 2% инулина. Также были проведены исследования с участием 26 здоровых добровольцев, которые показали положительный эффект инулина при потреблении пробиотического молока [41].

Allgeyer L.C. и др. провели эксперименты посредством описательного анализа о приемлемости для потребителей йогурта с добавлением различных комбинаций инулина с добавлением 1,24 и 2,48% и растворимого кукурузного волокна (полидекстрозы) и двух пробиотиков-ацидофильных лактобактерий и бифидобактерий лактис [20]. Потребительские предпочтения склонялись к продуктам, содержащим дополнительные пробиотики и те, которые содержали инулин и полидекстрозу. Эти продукты имели высокую вязкость и средний уровень сладости. Еще один йогурт с низким содержанием жира с добавлением инулина в концентрации 1 и 2% был предметом исследований. Его органолептические свойства, а также физико-химические микробиологические характеристики оценивали после 1, 7 и 14 суток хранения [44]. Эти свойства не зависели от наличия инулина, при этом жизнеспособность бактерий увеличилась во время хранения. Для оценки влияния инулина в концентрации 4% и двух пробиотиков: *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*, их добавляли в обезжиренный йогурт и оценивали реологические свойства и текстуру при хранении при 40°C в течение 28 дней [16]. Результаты этих исследований свидетельствуют о хорошей выживаемости пробиотиков после добавления инулина.

Akalin A.S. и Erisir D. [14] сообщают об исследовании, проведенном с целью сравнения действия инулина и олигофруктозы, применяемых в концентрации 4% на реологические свойства обычного мороженого с низким содержанием жира и мороженого с пробиотиками. Оценивали выживаемость бактерий *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium animalis* через 30, 60 и 90 дней после хранения. Более благоприятные текстурные характеристики (твердость и плавление) были получены с инулином, в то время как выживаемость бактерий была выше при использовании олигофруктозы. В другом исследовании изучали симбиотической крем с 3% инулином с целью оценки его влияния на выживаемость пробиотика *Lactobacillus acidophilus* [15]. Результаты показали, что после 7 и 15 дней хранения при экстремальной температуре выживаемость *L. acidophilus* увеличивалась с применением инулина, в то время как органолептические свойства продукта не изменились. El-Nagar G. и др. обнаружили положительные отношения между сенсорными свойствами, изменениями текстуры и реологическими характеристиками, полученными при добавлении инулина в концентрации 5, 7 и 9% к замороженному йогурту [43]. Было показано, что свойства смеси улучшаются

по мере увеличения процентного содержания инулина. Добавление инулина в мороженое обычно улучшает текстуру продукта за счет увеличения твердости и сокращения времени плавления, а также увеличивает выживаемость пробиотиков. При разработке симбиотического мороженого инулин заменяет жир без изменения органолептических свойств продукта.

При использовании комбинации инулина, олигофруктозы и меда (10%) с двумя пробиотиками (*Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium lactis*) был приготовлен симбиотический сыр [36]. Агаџо Е.А. и др. разработали творог путем смешивания 8% инулина с пробиотическим штаммом *Lactobacillus delbrueckii* [32]. Симбиотический продукт обладал приемлемыми сенсорными характеристиками. Определение инулина свидетельствует о том, что содержания (2,5/порция 50 г) достаточно, чтобы считать его пребиотиком с учетом его пробиотических свойств. Buriti F.C.A. и др. разработали симбиотический сливочный сыр с использованием инулина в концентрации 8% и *Lactobacillus paracasei*, смешанных со *Streptococcus thermophilus* [69]. Количественное определение инулина через 21 день хранения не обнаруживало значительных изменений в содержании инулина, в то время как количество пробиотических бактерий было одинаковым у свежего сыра и сыра после хранения. Эти результаты показывают, что разрабатываемые продукты имеют симбиотический потенциал. Однако для того, чтобы рассматривать эти продукты как имеющие потенциал в качестве продуктов функционального питания, необходимо дополнить их результатами исследований *in vivo* для оценки показателей, подтверждающих их потребительских преимуществ.

Röbke C. и др. оценили эффект инулина и олигофруктозы как заменителя жира при приготовлении булочек [55]. Эксперименты показали, что при смешивании маргарина (3,5%), олигофруктозы (10%), сахарной пудры (0,5%) и инулина (5,9%) можно получить продукт, аналогичный контролю, при одновременном снижении содержания жира и сахара. Было также оценено влияние добавления инулина в концентрациях 50%, 75% и 100% на текстуру и органолептические свойства кексов в качестве заменителя жира. Результаты этого исследования показали, при концентрации инулина в смеси до 50% можно получить продукт [67], аналогичный контрольным образцам [67]. Hempel S. и др. использовали инулин (инулиновый сироп из клубней топинамбура) в качестве пребиотического ингредиента в вафлях и крекерах [18]. При изготовлении вафель использовали различные виды муки (пшеничную, спельтовую, рисовую и

их смеси). Установлено, что инулиновый сироп из клубней топинамбура предотвращает образование соединений, влияющих на цвет пластин. Стало также ясно, что для поддержания органолептических качеств и физических характеристик продукта, необходимо поддерживать баланс между инулином и заменителями муки. Инулин используется в качестве жирового заменителя в большинстве хлебобулочных изделий и печенья, и в большей концентрации, чем в других пищевых продуктах. Почти во всех случаях сообщают, что твердость увеличивается с процентом увеличения инулина.

Готовые к употреблению хлопья для завтрака были приготовлены с содержанием 18%. Инулин давали 12 добровольцам, которые потребляли 50 г в день в течение четырех недель подряд [25]. Результаты этого исследования показали отрицательную корреляцию между изменениями в уровне липидов крови и увеличением бифидобактерий. В то же время наблюдались положительные эффекты с точки зрения вторичной экскреция желчных кислот и снижении количества фекалотно-анаэробных микроорганизмов. У испытуемых не было болей в животе, а инулин не оказывал влияния на массу фекального материала или на количество перистальтических движений.

Инулин также применяется в качестве функциональной добавки в мясные продукты. Cegiela A. и Tambor K. [80] добавили инулин в куриные бургеры в концентрации 1, 2 и 3%, а затем проанализированы их физико-химические и органолептические свойства. Все разработанные составы были сенсорно приемлемыми, с самыми высокими значениями для продукта при концентрации инулина 1%. Был также проанализирован их функциональный потенциал и установлено, что продукты с инулином оказывают не только благотворное влияние на здоровье путем снижения измеряемой дозы потребляемых липидов, но и не имеют побочных эффектов.

Инулин и олигофруктоза обладают ценными питательными и функциональными свойствами, поэтому их используют в качестве добавок в качестве растворимой клетчатки или заменителей макронутриентов [83].

Заключение

Инулин является перспективным биологически активным ингредиентом для пищевой промышленности.

Анализ ИК-спектра подтверждает, что инулин – полисахарид, состоящий из остатков фруктозы.

Исследования морфологии инулина при помощи световой микроскопии показывают, что инулин организован в виде псевдокристаллических образований. В среде глицерина и в среде 96%-го этилового спирта хорошо заметны центральные (в виде темной окружности) и периферические части (в виде полупрозрачной окружности, которая обволакивает центральную темную окружность), а также небольшие части инулина (виде темных точек) отделяющиеся от основных псевдокристаллических образований.

Установлено, что применение инулина в пищевых продуктах увеличилось за последние годы как для пребиотических, так и для технологических целей. Разнообразие пищевых продуктов, обогащенных инулином большое, а используемые концентрации широко варьируются в зависимости от вида продуктов питания от 0,75 до 50%. Пребиотический эффект инулина доказан, но взаимодействие с различными пищевыми матрицами является сложным, и не всегда технологически положителен для продукта. В дополнение к сенсорным, физико-химическим и реологическим характеристикам, необходимо проводить измерения таких характеристик как содержание пребиотиков и определять пребиотическую активность *in vivo* и *in vitro*, а также оценивать потенциальные побочные реакции для того, чтобы определить подходящие дозы для потребителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авраменко В.Н., Ельсон М.П., Заика А.А. Инфракрасные спектры пищевых продуктов. М.: Пищ. пром-ть; 1974.
2. Жбанков Р.Г. Инфракрасные спектры и структура углеводов. Минск: Наука и техника; 1972.
3. Иоффе Б.В., Костиков Р.Р., Разин В.В. Физические методы определения строения органических соединений. М.: Высш. шк.; 1984.
4. Кайшев В.Г., Лукин Н.Д., Серегин С.Н., Корниенко А.В. Рынок инулина в России: возможности развития сырьевой базы и необходимые ресурсы для создания современного отечественного производства. Пищевая промышленность. 2018; 5: 8-17.
5. Кахана Б.М., Арасимович В.В. Биохимия топинамбура. Кишинев; 1974.
6. Лисовой В.В., Першакова Т.В., Купин А.Г. и др. Современные способы производства инулина из растительного сырья. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016; 118: 1363-1376.

7. Литвяк В.В., Лукин Н.Д., Михайленко А.А. и др. Морфологические, структурные и дегидратационные свойства инулина «Raftilin gr». Вестник Казанского технологического университета. 2015: 94-99.
8. Aidoo R.P., Afoakwa E.O., Dewettinck K. Optimization of Inulin and Polydextrose Mixtures as Sucrose Replacers during Sugar-free Chocolate Manufacture – Rheological, Microstructure and Physical Quality Characteristics. Journal of Food Engineering. 2013; 126: 35-42.
9. Akalin A.S., Erisir D. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. Journal of Food Science. 2008. 73(4): 184-188.
10. Cardarelli H.R., Saad S.M.I., Gibson G.R. et al. Functional petit-suisse cheese: Measure of the prebiotic effect. *Anaerobe*. 2007; 13(5/6): 200-207.
11. Collins M., Rastall R. Oligosaccharides in Food and Agriculture, Fraser-Reid B., Tatsuta K., Thiem J. Glycoscience. Fraser-Reid B, Tatsuta K, Thiem J. SpringerVerlag, Berlin Heidelberg. 2008: 1185-1204.
12. Coudray C., Bellanger J., Castiglia-Delavaud C. et al. Effect of soluble or partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. European Journal of Clinical Nutrition. 1997; 51(6): 375-380.
13. Madrigal L., Sangronis E. Inulin and derivatives as key ingredients in functional foods. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2007; 57(4): 387-396.
14. Pandiyan C., Annal V.R., Kumaresan G. et al. Effect of incorporation of inulin on the survivability of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic ice cream. International Food Research Journal. 2012; 19(4): 1729-1732.
15. Roberfroid M., Gobson G.R., Hoyles L. et al. Prebiotic effects: Metabolic and health benefits. Br. J. Nutr. 2011; 104: S1-S63.
16. Santiago-García P.A., López M.G. Prebiotic effect of agave fructans and mixtures of different degrees of polymerization from *Agave angustifolia* Haw. Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology. 2009; 3: 52-58.
17. Singh S.B., Jairath S. Prebiotics, probiotics and synbiotics: An overview. Journal Pharmaceutical Education Research. 2010; 1(2): 13-36.
18. Van de Wiele T., Boon L., Possemiers S. et al. Inulin-type fructans of longer degree of polymerization exert more pronounced *in vitro* prebiotic effects. Journal of Applied Microbiology. 2006. 102: 452-460.
19. Yaeshima T., Takahashi S., Matsumoto N. et al. Effect of yogurt containing *Bifidobacterium longum* BB536 on the intestinal environment, fecal characteristics and defecation frequency: A comparison with standard yogurt. Bioscience Microflora. 1997; 16: 73-77. Copyright © IJAIR, All right reserved 97 International Journal of Agriculture Innovations and Research. 2016; 5(1): 2319-1473.
20. Zahn S., Pepke F., Rohm H. Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins. International Journal of Food Science and Technology. 2010; 45: 2531-2537.

REFERENCES:

1. Avramenko V.N., Elson M.P., Zaika A.A. Infrared spectra of food products. M.: Pishch. prom-ty; 1974. (in Russian).
2. Zhabankov R.G. Infrared spectra and structure of carbohydrates. Minsk: Science and technology; 1972. (in Russian).
3. Ioffe B.V., Kostikov R.R., Razin V.V. Physical methods for determining the structure of organic compounds. M.: Higher. School; 1984. (in Russian).
4. Kaishev V.G., Lukin N.D., Seregin S.N. et al. Inulin Market in Russia: Opportunities for Development of the Raw Material Base and Necessary Resources for the Creation of Modern Domestic Production. Food industry. 2018; 5: 8-17. (in Russian).
5. Kakhana B.M., Arasimovich V.V. Biochemistry of Jerusalem artichoke. Kishinev; 1974. (in Russian).
6. Lisovoi V.V., Pershakova T.V., Kupin A.G. et al. Modern methods of inulin production from vegetable raw materials. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2016; 118: 1363-1376. (in Russian).
7. Litvyak V.V., Lukin N.D., Mikhailenko A.A. et al. Morphological, structural and dehydration properties of inulin «Raftilin gr». Bulletin of the Kazan Technological University. 2015: 94-99. (in Russian).
8. Aidoo R.P., Afoakwa E.O., Dewettinck K. Optimization of Inulin and Polydextrose Mixtures as Sucrose Replacers during Sugar-free Chocolate Manufacture – Rheological, Microstructure and Physical Quality Characteristics. Journal of Food Engineering. 2013; 126: 35-42.
9. Akalin A.S., Erisir D. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. Journal of Food Science. 2008; 73(4): 184-188.

10. Cardarelli H.R., Saad S.M.I., Gibson G.R. et al. Functional petit-suisse cheese: Measure of the prebiotic effect. *Anaerobe*. 2007; 13(5/6): 200-207.
11. Collins M., Rastall R. Oligosaccharides in Food and Agriculture, Fraser-Reid B., Tatsuta K., Thiem J. Glycoscience. Fraser-Reid B, Tatsuta K, Thiem J. SpringerVerlag, Berlin Heidelberg. 2008; 1185-1204.
12. Coudray C., Bellanger J., Castiglia-Delavaud C. et al. Effect of soluble or partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1997; 51(6): 375-380.
13. Madrigal L., Sangronis E. Inulin and derivatives as key ingredients in functional foods. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2007; 57(4): 387-396.
14. Pandiyan C., Annal V.R., Kumaresan G. et al. Effect of incorporation of inulin on the survivability of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic ice cream. *International Food Research Journal*. 2012. 19(4): 1729-1732.
15. Roberfroid M., Gobson G.R., Hoyles L. et al. Prebiotic effects: Metabolic and health benefits. *Br. J. Nutr.* 2011; 104: S1-S63.
16. Santiago-García P.A., López M.G. Prebiotic effect of agave fructans and mixtures of different degrees of polymerization from *Agave angustifolia* Haw. *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*. 2009; 3: 52-58.
17. Singh S.B., Jairath S. Prebiotics, probiotics and synbiotics: An overview. *Journal Pharmaceutical Education Research*. 2010; 1(2): 13-36.
18. Van de Wiele T., Boon L., Possemiers S. et al. Inulin-type fructans of longer degree of polymerization exert more pronounced *in vitro* prebiotic effects. *Journal of Applied Microbiology*. 2006. 102: 452-460.
19. Yaeshima T., Takahashi S., Matsumoto N. et al. Effect of yogurt containing *Bifidobacterium longum* BB536 on the intestinal environment, fecal characteristics and defecation frequency: A comparison with standard yogurt. *Bioscience Microflora*. 1997; 16: 73-77. Copyright © IJAIR, All right reserved 97 International Journal of Agriculture Innovations and Research, 2016; 5(1): 2319-1473.
20. Zahn S., Pepke F., Rohm H. Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins. *International Journal of Food Science and Technology*. 2010; 45: 2531-2537.

Информация об авторах / Information about the authors

Василий Аркадьевич Бызов, директор, кандидат сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

byzov1966@yandex.ru

Владимир Владимирович Литвяк, ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, кандидат химических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

besserk1974@mail.ru

Николай Дмитриевич Лукин, заместитель директора по научной работе, доктор технических наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

vniik@arrisp.ru

Валерий Викентьевич Шилов, доцент кафедры, кандидат биологических наук, Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета

Vasily A. Byzov, director, Ph.D. (Agriculture), All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials – a branch of Russian Potato Research Centre named after A.G. Lorkh

byzov1966@yandex.ru

Vladimir V. Litvyak, Leading Researcher, D.Sc. (Engineering), Ph.D. (Chemistry), Associate Professor, All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials – a branch of Russian Potato Research Centre named after A.G. Lorkh

besserk1974@mail.ru

Nikolai D. Lukin, Deputy Director for Research, D.Sc. (Engineering), Professor, All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials – a branch of Russian Potato Research Centre named after A.G. Lorkh

vniik@arrisp.ru

Valery V. Shilov, Associate Professor, Ph.D (Biology), International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University

valery.shilov@gmail.com

valery.shilov@gmail.com

Юрий Фёдорович Росляков, профессор кафедры, доктор технических наук, профессор, Кубанский государственный технологический университет

lizaveta_ros@mail.ru

Жылдыз Камиловна Ирматова, заведующая кафедрой, кандидат технических наук, доцент, Ошский технологический университет (ОшТУ), Кыргызская Республика

julduz75@mail.ru

Yuri F. Roslyakov, Professor, D.Sci. (Engineering), Kuban State Technological University

lizaveta_ros@mail.ru

Jyldyz K. Irmatova, Head of the Department, PhD (Engineering), Assistant professor, Osh Technological University (OshTU), the Kyrgyz Republic

julduz75@mail.ru

Заявленный вклад соавторов

Концепция и дизайн исследования – Бызова В.А., Литвяка В.В. и Лукина Н.Д. Экспериментальные исследования проведены Бызовым В.А. и Литвяком В.В. Литературный обзор подготовлен Шиловым В.В., Росляковым Ю.Ф. и Ирматово Ж.К. Техническое редактирование выполнил Росляков Ю.Ф. Редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все авторы.

Claimed contribution of co-authors

The concept and design of the research by Byzov V.A., Litvyak V.V. and Lukin N.D. The experimental research was carried out by V.A. Byzov and Litvyak V.V. The literature review was prepared by V.V. Shilov, Yu.F. Roslyakov and Irmatova Zh.K. Technical editing was performed by Roslyakov Yu.F. Editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article was performed all authors.

Поступила в редакцию 06.10.2023; поступила после рецензирования 08.11.2023; принята к публикации 09.11.2023

Received 06.10.2023; Revised 08.11.2023; Accepted 09.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Формирование вкусовых композиций овощных запеканок при использовании углеводно-жировых наполнителей

Анна Т. Васюкова*, Александр В. Мошкин, Ирина А. Богоносова

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

Аннотация. Целью работы является оценка вкусовых композиций, сформированных в процессе воздействия высоких температур на отдельные процессы технологической схемы изготовления овощных полуфабрикатов и комплексного взаимодействия в структуре готового продукта с учетом использования углеводно-белковых наполнителей. В работе приводятся некоторые особенности течения физико-химических реакций, позволяющих описать динамику взаимодействия нутриентов в сформированных бинарных композициях углеводно-жировых структур растительных систем в процессе температурного воздействия. Методы. Для проведения испытаний применяли потенциометрический метод и с помощью прибора Эксперт-001-3pH определялась pH 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 12, 24, 36% моркови и 4, 8, 12% лука. Результаты. Установлено, что обработка пассерованием способствует формированию комплекса вкусо-ароматических веществ в зависимости от вида овощей. С увеличением интенсивности обработки увеличивается концентрация углеводов в пассеровках, а также количество сухих веществ. Установлено, что во всех образцах с увеличением температуры возрастает количество органических кислот, pH снижается у моркови от 6,0-6,3; 5,5-7,0 до 4,2-5,9, а лука от 5,5-6,1; 6,4-7,9 до 3,0-5,0. Для наглядности экспериментов представлены графики зависимости интенсивности обработки от количества сухих веществ, углеводов, размягчения тканей 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 сырой моркови является сложным: баланс между сладостью и горечью, которые являются основными критериями органолептического качества моркови. Оно усиливается при пассеровании. Проявляется более насыщенный сладкий вкус. Это восприятие сладости определяется соотношением: сахар и горечь. Она не имеет прямой корреляции с общим содержанием сахара в образцах с морковью, пассерованным луком.

Ключевые слова: пассерование, углеводно-белковые наполнители, растительное сырье, овощная запеканка

Для цитирования: Васюкова А.Т., Мошкин А.В., Богоносова И.А. Формирование вкусовых композиций овощных запеканок при использовании углеводно-жировых наполнителей. *Новые технологии / New Technologies* 2023; 19(4): 48-55. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-48-55>

Formation of flavor compositions of vegetable casseroles using carbohydrate-fat fillers

Anna T. Vasyukova*, Alexander V. Moshkin, Irina A. Bogonosova

FSBEI HE «Russian Biotechnological University»;
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, the Russian Federation

Abstract. The purpose of the research is to evaluate flavor compositions formed during the action of high temperatures on individual processes of the technological scheme for the production of vegetable semi-finished products and complex interaction in the structure of the finished product, taking into account the use of carbohydrate-protein fillers. The research 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 process of temperature exposure. The methods used. 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. The objects: samples of semi-finished products containing 12, 24, 36% carrots and 4, 8, 12% onions. The results. It has been established that sautéing treatment promotes the formation of a complex of flavoring and aromatic substances, depending on the type of vegetables. With increasing intensity of processing, the concentration of carbohydrates in the sautes increases, as well as the amount of dry matter. It has been found that in all samples the amount of organic acids increases with increasing temperature, pH decreases in carrots from 6.0-6.3; 5.5-7.0 to 4.2-5.9, and onions from 5.5-6.1; 6.4-7.9 to 3.0-5.0. For clarity of experiments, graphs of the dependence of the processing intensity on the amount of dry substances, carbohydrates, tissue softening 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 raw carrots is complex: the balance between sweetness and bitterness, which are the main criteria for the sensory quality of carrots. It intensifies when sautéed. A richer sweet taste appears. This perception of sweetness is determined by the ratio: sugar and bitterness. It does not have a direct correlation with the total sugar content in samples with carrots and sautéed onions.

Keywords: sautéing, carbohydrate-protein fillers, vegetable raw materials, vegetable casserole

For citation: Vasyukova A.T., Moshkin A.V., Bogonosova I.A. Formation of flavor compositions of vegetable casseroles using carbohydrate-fat fillers. *Novye Tehnologii / New Technologies* 2023; 19(4): 48-55. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-48-55>

Введение. Производство любой кулинарной продукции сопряжено с получением готового изделия, отвечающего требованиям потребителей. Основой всегда являлись такие факторы, как доброкачественность, безвредность, пищевая ценность, стоимостные показатели. Однако самым важным остается вкусная и ароматная пища. Блюда и кулинарные изделия не являются лекарством и насильно заставить человека употреблять пищу, даже если она очень полезная, но не вкусная, практически нельзя.

Тепловая обработка продуктов является основным приемом в технологическом процессе производства кулинарных и кондитерских изделий. Наиболее щадящий режим обеспечивается при варке и запекании продуктов особенно при использовании режима «пар» или «пар-конвекция».

Физико-химические превращения в продукте вызывают изменения его массы, прочностных характеристик, формирования вкусо-ароматических композиций, а иногда и нетрадиционных структур.

Созданием новых пищевых систем с инновационными сенсорными характеристиками занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Так, в исследованиях Бессонова С.М. [1] установлена степень расщепления протопектина при варке некоторых овощей до кулинарной готовности. Но продукты варятся до определенной

конситсенции 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 подвсвергаются гидролизу [2].

Глубоким изменениям подвергается белково-углеводный комплекс (Барахаева Л.П., 1983) [3]. 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.

Претерпевают изменение и витамины. Динамика наблюдается с момента выращивания, затем хранения и кулинарной обработки.

Содержание каротиноидов является наиболее изученным качественным признаком в процессе развития моркови, а также ее переработки. Накопление каротиноидов продолжается с 1,5 месяца после посева, параллельно с ростом корнеплода, затем уровень снижается после определенной стадии зрелости, особенно для моркови, хранящейся в поле (Villeneuve and Leteinturier, 1992; Clotault et al., 2008). Содержание витамина С резко снижается через 58 и 120 дней после посева,

а затем остается относительно стабильным до 194 дня. Температура во время выращивания может влиять на внешние и внутренние качества моркови [4].

Химический состав и структура моркови и их изменения при тепловой обработке изучены достаточно хорошо (Еркебаев М.Ж., Ибрагимова Э.К., 2013). Особенности состава и структуры моркови позволяют использовать ее для приготовления подварки. Физико-химические, органолептические и структурно-механические характеристики разработанного продукта соответствуют желированным массам. Расщепление протопектина в процессе варки с добавлением кислоты интенсивно протекает в интервале pH от 3,7 до 6,0 [5]. Говоря о технологических свойствах моркови, необходимо отметить студнеобразующие свойства пектиновых веществ.

Примерное среднее содержание в корнеплодах моркови сухих веществ 9...14, воды — 86...91%. Сухое вещество моркови более чем на 50% представлено сахарами, в состав которых почти в равных долях входят сахароза и глюкоза. Клетчатка моркови содержит до (1,7%) (рис. 1). Морковь употребляют в пищу в сыром и вареном видах, консервируют и сушат.

К продуктам с высоким содержанием экстрактивных веществ относится и репчатый лук. Он также содержит 9,3 г углеводов в 100 г продукта, это примерно 88% всей энергии из порции или 37 кКал; жиры — 0,10 г, белки — 1,10 г, углеводы — 9,34 г, вода — 89,11 г, зола — 0,35 г [6].

Установлено высокое содержание в луке сухих веществ (до 25,1%), флавонолов (до 3,4%), танинов (до 14,6%), пектиновых веществ (до 25,8%), сахаров (до 34,8%), аскорби-

новой кислоты (до 222,5 мг%), каротиноидов (до 131,9 мг%); катехинов на уровне 0,04-0,15% (Фомина Т.И., Кукушкина Т.А., 2019). Сравнительная характеристика белково-углеводных показателей моркови и лука показана на рис. 1.

Как показывают данные рисунка 1 углеводный комплекс как моркови, так и лука представляет полиномиальную зависимость от белка и жиров этих продуктов, при величине достоверности аппроксимации $R^2 = 0.5102$ (для лука) и $R^2 = 0.6622$ (для моркови).

Пассерование лука широко применяется в кулинарии для создания особого вкуса и аромата блюд. Суть этого метода заключается в обжаривании на небольшом огне нарезанного лука до получения размягченной паренхимной ткани и незначительного изменения цвета, при этом сохраняется его сочность и сладковатый вкус [7]. Этот способ приготовления лука позволяет избавиться от его горечи и придать ему более нежный вкус. Процесс осуществим с помощью любого жиросодержащего продукта, в том числе растительного масла, сливочного масла или свиного жира [8, 9].

Большое количество исследований посвящено изучению влияния pH среды на размягчение ткани моркови, репчатого лука и других растительных продуктов [5].

Морковь — в кулинарии корнеплод одноименного растения, который в зависимости от его разновидности может быть окрашен в различные оттенки оранжевого цвета. Среди множества культивируемых видов наиболее распространенной является морковь посевная (морковь культурная). Она, в свою очередь делится на две основные группы сортов — столовые и кормовые.

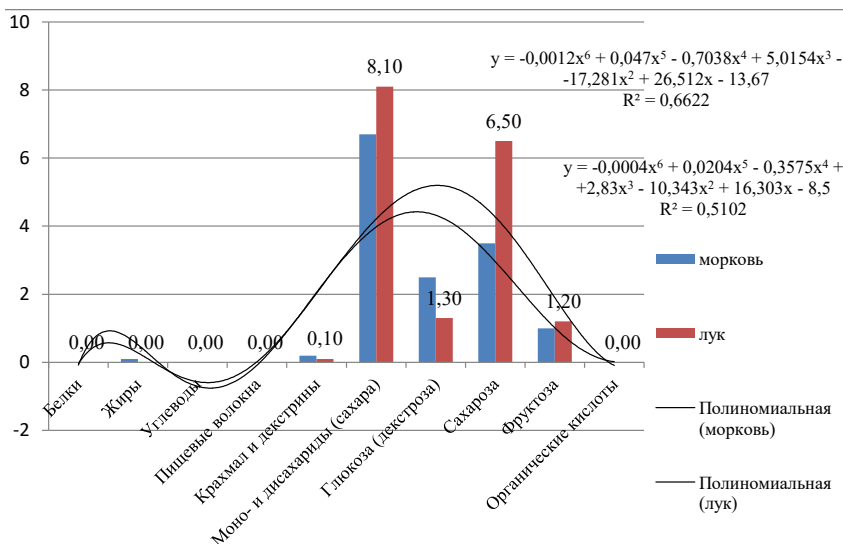


Рис. 1. Анализ белково-углеводных показателей моркови и лука
Fig. 1. Analysis of protein-carbohydrate indicators of carrots and onions

В кулинарных целях используется внутренняя часть мякоти, характеризующаяся жесткой структурой и сладковатым вкусом.

Эфирные масла лука (аллицил, аллицин) и моркови (пироллидин, дауцин) в процессе пассерования этих овощей растворяются в жире. В таком состоянии они хорошо сохраняются при варке супов и придают им приятный вкусовой оттенок и аромат. Кроме того, морковь содержит красящие вещества. Красно-оранжевый цвет придает моркови каротин (α -, β -, γ - изомеры), кроваво-красный – ликопиноиды, а фиолетовый оттенок – антоцианы. В моркови преобладают красящие вещества, растворимые в жире. Они окрашивают жир, на котором пассеруют морковь, в оранжевый цвет. Входящий в состав пассерованной моркови жир препятствует поглощению влаги (В.Ф. Винницкая, Д.В. Акишин, К.В. Брыксина, 2022) и, соответственно, скорость набухания её ниже, чем сушеной сырой моркови [10].

Наименьшие изменения окраски наблюдаются при pH 2. Значение pH плодов находится в пределах от 3 до 4. Для сохранения окраски морковного сока при хранении целесообразно добавлять в него полагающуюся по рецептуре лимонную кислоту. Изменение окраски соков может быть вызвано присутствием в них ионов некоторых металлов, поступающих из водопроводной воды при промывании плодов или из материалов оборудования при измельчении продуктов и отжимании сока [11].

Жирорастворимые витамины (А, D, Е, К) при тепловой обработке сохраняются хорошо. Так, пассерование моркови не снижает ее витаминной ценности, наоборот, растворенный в жирах каротин легче превращается в витамин А. Такая устойчивость каротина, позволяет длительное время хранить пассерованные овощи в жирах, хотя при длительном хранении витамины частично разрушаются за счет воздействия на них кислорода воздуха.

Пассерованная морковь содержит много органической кислоты, витаминов А, С, Е, РР, В₅, а также минеральных веществ таких как: фосфор, натрий, магний и кальций. Больше всего в моркови пассерованной хлора и калия. Необходимо отметить, что состав, пищевая ценность и калорийность моркови меняются в зависимости от выбранного способа приготовления: тушения, запекания, варки или натирания на терке сырого корнеплода.

Так, потери массы моркови, вареной целиком, составляют около 0,5%, вареной дольками — 8%, пассерованной — 20-32%. При варке потери сухой массы происходят преимущественно за счет водорастворимых веществ. Величина потерь возрастает у очищенных продуктов, еще в большей мере — измельченных и при закладке в

холодную воду. Например, при варке свеклы в кожуре в отвар переходит около 11% сухих веществ, очищенной — 16-18%, нарезанной — до 30%.

Поэтому использование жира при пассеровании моркови и лука в бинарных системах будет выступать в качестве экстрагента эфиросодержащих веществ овощей и обогатителя в рецептуры овощных запеканок и других кулинарных изделий особенно актуально. В связи с этим важно выявить зависимость формирования и стабилизации аромата и цветовой гаммы, а также установить процесс не только с помощью отдельных параметров таких как количество крахмала, протеина, клетчатки, жиров в конкретном образце, но важно понимать и оценить влияние этих веществ друг на друга в процессе образования вкусо-ароматической гаммы.

Цель исследования – оценка вкусовых композиций, сформированных в процессе воздействия высоких температур на отдельные процессы технологической схемы изготовления овощных полуфабрикатов и комплексного взаимодействия в структуре готового продукта с учетом использования углеводно-белковых наполнителей.

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, позволяющая поэтапно установить факторы, воздействующие на исходные растительные композиции, предварительно обработанные (пассерованные) и введение которых в структуру комплексной пищевой системы позволяет создать новый синергетический эффект в виде устойчивой вкусо-ароматической композиции. Объектами исследования стали: образцы полуфабрикатов, содержащие 12, 24, 36% моркови и 4, 8, 12% лука. Контролем выступал образец, соответствующий овощной запеканке, приготовленной по традиционной рецептуре № 386 Сборника рецептов 1982 г. Для проведения испытаний применяли потенциометрический метод и с помощью прибора Эксперт-001-ЗрН определялась pH 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 проведение обработки растительного сырья – моркови, лука

методом пассерования для определения зависимости pH и концентрации сахаров от длительности тепловой обработки и количества этих овощей в рецептуре.

Результаты исследований. Для исследования готовили образцы пассерованной моркови и лука и вводили их в рецептуру овощной запеканки в концентрации 12, 24, 36% моркови и 4, 8, 12% лука. При этом очищенный корнеплод измельчали любым удобным способом (мелкой соломкой), а лук – мелким кубиком, а затем пассеровали с использованием растительного масла при температуре при температуре 105-120 °С при непрерывном помешивании минут 15-20 до мягкости. Жира брали 12-15% от веса овощей. Слой овощей был не более 5 см. При пассеровании овощи размягчились и слегка подрумянились. В процессе пассерования вес овощей уменьшился (в%): лука на 26-50, моркови на 30-32 (табл. 1).

При пассеровании овощей их масса уменьшается за счет испарения части воды.

Установлена прямо пропорциональная зависимость увеличения потерь массы пассерованных овощей в зависимости от температуры. При этом время пассерования уменьшается, а консистенция изменяется от упругой до мягкой. Дальнейшее увеличение температуры приводит к получению суховатой консистенции и возрастанию потерь массы.

При этом часть эфирных масел моркови и лука переходит в жир и при дальнейшем их использовании в запеканке при приготовлении в пароконвектомате не улетучивается, что улучшает вкус готового блюда. Кроме того, за счет жира морковь и лук пассерованные приобретают привлекательный оранжевый и слегка золотистый оттенок, что также способствует улучшению цвета дальнейших продуктов. Калорийность моркови пассерованной 127.8 кКал, а лука – 96.7 кКал.

При пассеровании лука и моркови в одном соейнике они доходят до готовности не одинаково

Изменение массы овощей при различных режимах пассерования

Таблица 1

Режим обработки		Потери массы, %		Консистенция
Температура, °С	Время, мин	Лук репчатый	Морковь	
100	25	26	30	упругая
105	20	30	30	упругая
110	18	35	31	полутвердая
115	15	45	32	сочная
120	15	50	32	мягкая
125	15	50	33	суховатая

Table 1

Change in the weight of vegetables under different sauteing modes

Влияние реакции среды при припускании овощей на расщепление протопектина и консистенцию паренхимной ткани

Таблица 2

pH среды	Морковь		pH среды	Лук репчатый	
	Пектин, в%	Консистенция		Пектин, в%	Консистенция
7,9	–	–	7,9	0,09	Сочная
7,0	–	–	7,0	0,09	Мягкая
6,3	0,68	Мягкая, сочная	6,4	0,09	Мягкая
6,0	0,67	Мягкая	6,1	0,08	Полутвердая
5,9	0,55	Полутвердая	5,5	0,08	Полутвердая
5,0	–	–	5,0	0,07	Твердая
4,2	–	–	4,2	0,07	Твердая
3,7	0,43	Твердая, суховатая	3,7	0,06	Суховатая
3,0	–	–	3,0	0,05	Суховатая

Table 2

The influence of the reaction of the environment when poaching vegetables on the breakdown of protopectin and the consistency of parenchymal tissue

из-за различного строения паренхимной ткани. При одинаковой форме нарезки морковь быстрее размягчается, а лук медленнее, поэтому овощи надо пассеровать порознь. При небольшом количестве лука и моркови их можно пассеровать в одной посуде, при этом сначала в течение 5 мин необходимо пассеровать лук, затем добавлять морковь и пассеровать все вместе еще около 15 мин. Поэтому температура при пассеровании овощей не должна превышать: для лука 110-120°C, а для моркови 105-115°C.

Из литературных источников известно, что в луке в 10 раз меньше пектиновых веществ, чем у моркови [12].

Установлено (табл. 2), что pH влияет на углеводы клеточных стенок: у моркови изменения наблюдаются в интервалах от 6,0-6,3; 5,9-7,0 до 3,7-5,9, а лука от 5,5-6,1; 6,4-7,9 до 3,0-5,0, что приводит к расщеплению протипектина в растворенный пектин и размягчению паренхимной ткани.

Полученные данные согласуются с результатами исследований (Лукин, А.Л., 2005; Риго Я., 1982; С.В. Славгородский, Н.В. Гвоздев, А.Л. Лукин, В.В. Котов, 2003). Отмечено, что в овощах, доведенных до готовности, содержание протопектина снижается: в свекле на 35,6%, моркови на 24,1, капусте белокочанной на 18,3, репе на 17,7, тыкве на 35,6, сельдерее на 53,2%. Под действием горячей воды происходит деструкция протопектина за счет разрыва водородных связей между этерифицированными остатками галактуроновых кислот и хелатных связей (солевых мостиков), образованных ионами двухвалентных металлов (кальция, магния) между соседними цепями рамногалактуронана [13-16].

Введение пассерованной моркови и лука в рецептуру овощной запеканки в концентрации 12, 24, 36% моркови и 4, 8, 12% лука показало изменение

вкусо-ароматической гаммы обогащенного овощного блюда. Разработанные овощные запеканки обогащались смесями белковыми композитными сухими («Нутринор»). Результаты сенсорной оценки разработанных образцов овощной запеканки приведены в табл. 3.

В ходе исследований было выявлено, что наивысший уровень удовлетворенности экспертов и потребителей был достигнут при использовании ароматной, сочной и сладкой моркови и районированного в Московской области репчатого лука при концентрации пассерованных 12,0% лука и 36,0% моркови. Основными отвергаемыми характеристиками были слишком сильная горечь и слишком интенсивный химический привкус (скипидар), которые обычно сопровождалась недостатком сахара. Сладкий и резкий вкус объясняют большую часть различий в общей балльной оценке.

Вкус моркови обычно коррелирует с восприятием сладости, но это не зависит от содержания сахара (Simon et al., 1980; Varming et al., 2004) [4]. Эти результаты подтверждаются исследованиями Varming et al. (2004), где 112 потребителям были предложены шесть оранжевых сортов моркови, хранившихся в течение 3 месяцев. Были заданы три вопроса, касающиеся общей симпатии, сладости и горечи. Симпатия и сладость положительно коррелировали со сладким вкусом, фруктовым вкусом и морковным послевкусием, тогда как землистый вкус коррелировал отрицательно [4].

Восприятие сырой моркови во рту является сложным: баланс между сладостью и горечью, которые являются основными критериями органолептического качества моркови (Cottet et al.; 2013; Navez et al., 2017). Восприятие сладости определяется соотношением между сахаром и

Таблица 3

Влияние бинарных композиций пассерованных моркови и лука на органолептические показатели овощной запеканки

Table 3

The influence of binary compositions of sautéed carrots and onions on the organoleptic characteristics of vegetable casserole

Количество лука,%	Количество моркови,%	Органолептическая оценка, баллы					Σ, баллы
		внешний вид	вкус	цвет	запах	консистенция	
4,0	36,0	9	8	9	10	8	44
8,0	24,0	9	8	8	9	9	43
12,0	12,0	8	8	10	10	8	44
12,0	24,0	10	9	10	10	9	48
12,0	36,0	10	10	10	10	10	50
8,0	36,0	9	9	10	9	9	46
4,0	24,0	8	8	9	9	9	43
8,0	12,0	10	8	8	10	8	44

горечь (Rosenfeld et al., 1998a, 2002; Kreutzmann et al., 2008a, b). Она не имеет прямой корреляции с общим содержанием сахара. (Simon et al., 1980; Varming et al., 2004). Сенсорные профили четырех групп, выделенных с помощью иерархического кластерного анализа в 48 партиях, рассмотренных в 2010 году, выделенные максимальные и минимальные значения для каждого признака группы, с соответствующими репрезентативными сортами (Navez et al., 2017.) соответствуют восприятию сладости у максимального числа экспертов [4, 13, 16].

Выводы. Полученные экспериментальные данные и зависимости будут полезны при рассмотрении более сложных процессов маскопереноса, инверсии сахарозы, разрушении

белково-каротиноидных комплексов. Восприятие сырой моркови является сложным: баланс между сладостью и горечью, которые являются основными критериями органолептического качества моркови. Оно усиливается при пассеровании. Проявляется более насыщенный сладкий вкус. Это восприятие сладости определяется соотношением: сахар и горечь. Она не имеет прямой корреляции с общим содержанием сахара как в образцах с морковью, так и с пассерованным луком. Эфирные масла моркови и лука репчатого переходят в жир, что способствует их устойчивости в дальнейшем при изготовлении овощных блюд. Они сообщают овощной запеканке специфический аромат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бессонов С.М. Изменение свойств растительной пищи под влиянием тепловой обработки: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Донецк; 1971.
2. 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.
3. Барахаева Л.П. Химический состав и технологические свойства тыкв, кабачков и патиссонов: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М.; 1983.
4. Carrots and Related Apiaceae Crops, 2nd Ed. Edited by Emmanuel Geoffriau and Philipp W. Simon. USA; 2021.
5. Еркебаев М.Ж., Ибрагимова Э.К. Технологические свойства моркови [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.rusnauka.com/NIO/Agricole/erkebaev.rtf.htm>. Дата обращения 1.11.2023.
6. Скурихин И.М., Волгарева М.Н. Химический состав пищевых продуктов. М.: RUGRAM; 2022.
7. 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).
8. 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.
9. Васюкова А.Т. Переработка рыбы и морепродуктов. М.: Дашков и Ко; 2009.
10. Винницкая В.Ф., Акишин Д.В., Брыксина К.В. Разработка продуктов для диетического питания из сушеных овощей, грибов и круп. Наука и Образование. 2022; 5(3): 28-30.
11. Васюкова А.Т., Славянский А.А., Хайруллин М.Ф. и др. Продукты с растительными добавками для здорового питания. Пищевая промышленность. 2019; 12: 72-75.
12. Фомина Т.И., Кукушкина Т.А. Содержание биологически активных веществ в надземной части некоторых видов лука (*Allium L.*) Химия растительного сырья. 2019; 3: 177-184.
13. Научные основы производства продуктов питания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3565853/page:32/> Дата обращения 2.11.2023
14. Лукин А.Л. Агробиологические принципы формирования урожайности и качества сахарной свеклы в условиях ЦЧР и совершенствование технологии пектина: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. д-ра с.-х. наук. Воронеж; 2005.
15. Риго Я. Роль пищевых волокон в питании. Вопросы питания. 1982; 4: 26-29.
16. Славгородский С.В., Гвоздев Н.В., Лукин А.Л. и др. Исследование пектиновых веществ методами кондукто- и потенциометрии. Сорбционные и хроматографические процессы. 2003; 3(3): 335-341.

REFERENCES:

1. Bessonov S.M. Changes in the properties of plant foods under the influence of heat treatment: abstract of thesis. dis. ... PhD M (Eng.), Donetsk; 1971.
2. Bessonov S.M. Changes in the properties of starch, protopectin and cell walls of plant foods under the influence of thermal and mechanical treatment: abstract of thesis. dis. ... Dr Sci. (Biology). M.; 1958.
3. Barakhaeva L.P. Chemical composition and technological properties of pumpkins, zucchini and squash: abstract diss. ... PhD (Eng.). M.; 1983.

4. Carrots and Related Apiaceae Crops, 2nd ed. Edited by Emmanuel Geoffriau and Philipp W. Simon. USA; 2021.
5. Erkebaev M.Zh., Ibraghimova E.K. Technological properties of carrots [Electronic resource]. Access mode: <https://www.rusnauka.com/NIO/Agricole/erkebaev.rtf.htm>. Access date 1.11.2023.
6. Skurikhin I.M., Volgareva M.N. Chemical composition of food products. M.: RUGRAM; 2022.
7. Vasyukova A.T., Slavyansky A.A., Kulikov D.A. Technology of public catering products for students studying in the Bachelor's degree program «Product Technology and Organization of Public Catering». 2nd ed. M.: Dashkov and Co.; 2020. (Educational publications for bachelors).
8. 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.
9. Vasyukova A.T. Processing of fish and seafood. M.: Dashkov and Co.; 2009.
10. Vinnitskaya V.F., Akishin D.V., Bryksina K.V. Development of dietary products from dried vegetables, mushrooms and cereals. *Science and education*. 2022; 5(3): 28-30.
11. Vasyukova A.T., Slavyansky A.A., Khairullin M.F. et al. Products with herbal additives for a healthy diet. *Food industry*. 2019; 12: 72-75.
12. Fomina T.I., Kukushkina T.A. Content of biologically active substances in the aerial parts of some types of onions (*Allium L.*) *Chemistry of plant materials*. 2019; 3: 177-184.
13. Scientific foundations of food production [Electronic resource]. Access mode: <https://studfile.net/preview/3565853/page:32/> Access date 2.11.2023
14. Lukin A.L. Agrobiological principles of formation of the yield and quality of sugar beets in the conditions of the Central Chernobyl Region and improvement of pectin technology: abstract of thesis dis. ... *Dr Sci. (Agriculture)*. Voronezh; 2005.
15. Rigo Y. The role of dietary fiber in nutrition. *Nutrition issues*. 1982; 4: 26-29.
16. Slavgorodsky S.B., Gvozdev N.V., Lukin A.L. et al. Study of pectin substances using conducto- and potentiometry methods. *Sorption and chromatographic processes*. 2003; 3(3): 335-341.

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

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

aldahaev@gmail.com
тел.: +7 (926) 870 85 37

Ирина Александровна Богоносова, аспирант, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»

bogonosovaia@mgutm.ru
тел.: +7 (916) 979 25 09

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

vasyukova-at@yandex.ru
tel.: +7 (926) 906 64 50

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

aldahaev@gmail.com
tel.: +7 (926) 870 85 37

Irina A. Bogonosova, Post graduate student, FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)»

bogonosovaia@mgutm.ru
tel.: +7 (916) 979 25 09

Поступила в редакцию 06.11.2023; поступила после рецензирования 02.12.2023; принята к публикации 03.12.2023

Received 06.11.2023; Revised 02.12.2023; Accepted 03.12.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-56-62>

УДК 635.24:664

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка технологии комплексной переработки топинамбура

[Арсеян К. Вологиров¹], Амина С. Джабоева^{1*},
Анна Т. Васюкова², Зурет Н. Хатко³, Асет И. Блягоз³

¹ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»;
пр. Ленина, 1в, Нальчик, 360030, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»;
Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. По оценкам мировых аналитических агентств наиболее перспективной областью развития пищевой индустрии является обогащение продуктов питания физиологически функциональными ингредиентами – пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами и др. Анализ состояния рынка функциональных ингредиентов свидетельствует о перспективности организации производства отечественного инулина и других биологически активных компонентов из различных анатомических частей травянистого клубненосного растения рода Подсолнечник – топинамбура, отличительными особенностями которого являются высокая урожайность клубней, неприхотливость к условиям возделывания, стойкость к болезням и вредителям. Целью исследования являлась разработка технологии производства инулина и хлорофилла из клубней и листьев топинамбура. В работе использовались общепринятые физико-химические методы исследования растительных объектов. Результаты исследования позволили установить оптимальные технологические параметры процесса экстрагирования инулина из клубней топинамбура 60%-м водно-спиртовым раствором. Предложена технология получения инулина из клубней топинамбура, основанная на фракционировании смеси компонентов с различной молекулярной массой, путем прохождения их через полиамидные композиционные мембраны обратноосмотического рулонного типа. Установлено, что молекулярная масса инулина, выделенного из клубней топинамбура сорта «Интерес», составляет 5,84 кДа. Выявлено, что листья топинамбура содержат хлорофилл *a* и *b* в количестве 6,98 и 0,74 мг/г сырого вещества. Медные производные хлорофиллов, выделенные из листьев топинамбура, перспективны не только как пищевые красители, но и как биологически активные вещества с широким спектром действия. Полученные по предложенной технологии целевые продукты – инулин и медные производные хлорофиллов могут найти широкое практическое применение в пищевой промышленности и в общественном питании.

Ключевые слова: топинамбур, пищевая ценность, экстракт, технологические параметры, инулин, ультрафильтрация, технология, хлорофилл, феофитин

Для цитирования: Вологиров А.К., Джабоева А.С., Васюкова А.Т. и др. Разработка технологии комплексной переработки топинамбура. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 56-62. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-56-62>

Development of technology for complex processing of Jerusalem artichoke

Arseyan K. Vologirov¹, Amina S. Dzhaboeva^{1*}, Anna T. Vasyukova², Zurek N. Khatko³

¹ FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after. V.M. Kokov»;
Iv Lenina ave., Nalchik, 360030, the Russian Federation

²FSBEI HE «Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)»;
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, the Russian Federation

³FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

Abstract. According to global analytical agencies the most promising area of development of the food industry is the enrichment of food products with physiologically functional ingredients – dietary fiber, vitamins, minerals, etc. Analysis of the market for functional ingredients indicates the prospects of organizing the production of domestic inulin and other biologically active components from various anatomical parts herbaceous tuberous plant of the Sunflower genus – Jerusalem artichoke, the distinctive features of which are high yield of tubers, unpretentiousness to cultivation conditions, resistance to diseases and pests. The purpose of the research was to develop a technology for the production of inulin and chlorophyll from Jerusalem artichoke tubers and leaves. The work used generally accepted physical and chemical methods for studying plant objects. The results of the research made it possible to establish optimal technological parameters for the process of extracting inulin from Jerusalem artichoke tubers with a 60% aqueous-alcohol solution. The technology has been proposed for the production of inulin from Jerusalem artichoke tubers, based on the fractionation of a mixture of components with different molecular weights, by passing them through polyamide composite membranes of reverse osmosis roll type. It has been established that the molecular weight of inulin isolated from Jerusalem artichoke tubers of the «Interes» variety is 5.84 kDa. It has been revealed that Jerusalem artichoke leaves contain *a* and *b* chlorophyll in amounts of 6.98 and 0.74 mg/g of wet matter. Copper chlorophyll derivatives isolated from Jerusalem artichoke leaves are promising not only as food colorings, but also as biologically active substances with a wide spectrum of action. The target products obtained using the proposed technology – inulin and copper derivatives of chlorophylls – can find wide practical application in the food industry and in public catering.

Keywords: Jerusalem artichoke, nutritional value, extract, technological parameters, inulin, ultrafiltration, technology, chlorophyll, pheophytin

For citation: Vologirov A.K., Dzhaboeva A.S., Vasyukova A.T. et al. Development of technology for complex processing of Jerusalem artichoke. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 56-62. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-56-62>

Введение. В настоящее время всё больший интерес представляет создание продуктов здорового питания с использованием нетрадиционного растительного сырья [1]. В этой связи перспективным источником физиологически функциональных ингредиентов является топинамбур, пищевая ценность которого обусловлена наличием высокого содержания инулина, пищевых волокон, белка, витаминов и минеральных веществ [2, 3, 4].

Следует отметить, что в отличие от большинства огородных культур, топинамбур не накапливает тяжелые металлы, нитраты, высоко устойчив ко многим вредителям, что дает возможность исключить применение химических средств защиты при его выращивании. Кроме того, у топинамбура отсутствует токсичное и аллергизирующее действие [5, 6].

В состав топинамбура входит природный полисахарид инулин, отличающийся от крахмала и целлюлозы тем, что он представлен главным образом простым сахаром фруктозой (95%). Это обуславливает его широкое использование в пищевой промышленности при разработке продуктов питания для больных с заболеванием сахарным диабетом и

нарушением углеводного и липидного обмена организма [7, 8, 9].

Инулин обладает свойством повышать устойчивость живых организмов к радиации, выбросам химической и металлургической промышленности, является метаболитом, способным оказывать влияние на энергетический потенциал организма [10, 11, 12].

В настоящее время отечественные производители используют импортный инулин и фруктозо-глюкозные сиропы. Между тем, сложившаяся политическая ситуация вызывает необходимость разработки новых технологий комплексной переработки топинамбура с выделением физиологически активных компонентов.

Цель исследования – разработка технологии производства инулина и хлорофилла из клубней и листьев топинамбура.

Объекты и методы исследования

Материалы. Для исследований использовали клубни и листья топинамбура сорта «Интерес».

Объекты. Анализировали химический состав экстрактов, полученных из клубней топинамбура и хлорофиллов, выделенных из его листьев.

Методы. В работе использовались общепринятые физико-химические методы исследования растительных объектов.

Результаты исследований. Пищевая ценность топинамбура определяется его химическим составом.

Химический состав клубней и листьев топинамбура сорта «Интерес» представлен в табл. 1. Содержание жиров, протеинов, клетчатки и золы приведены в процентах к абсолютно сухому веществу.

Из представленных сведений видно, что массовая доля инулина и протеинов в клубнях топинамбура выше по сравнению с их содержанием в листьях в 6,8 и 1,1 раз соответственно. Массовая доля жиров, клетчатки и золы в листьях топинамбура больше чем клубнях в 2,1, 4,5 и 2,7 раза соответственно.

В работе использовали свойство инулина растворяться в водно-спиртовых растворах. В качестве экстрагента использовали 60%-й водно-спиртовой раствор. Для определения

Таблица 1

Химический состав экстрактов из клубней и листьев топинамбура сорта «Интерес»

Table 1

Chemical composition of extracts from tubers and leaves of Jerusalem artichoke variety «Interes»

Показатель	Значение показателя	
	клубни	листья
Массовая доля, г/100 г: сухих веществ	7,1±0,2	4,8±0,1
редуцирующих сахаров	0,29±0,01	0,22±0,01
инулина	8,9±0,2	1,3±0,03
протеинов	11,2±0,4	9,8±0,3
жиров	0,9±0,02	1,9±0,06
клетчатки	4,0±0,1	17,8±0,2
золы	5,1±0,1	13,6±0,2

оптимального значения гидромодуля устанавливали зависимости выхода инулина, приходящегося на единицу приращения гидромодуля, и приращения объема экстрагента, отнесенного к единице приращения выхода инулина от гидромодуля. Экспериментально установлено, что оптимальное соотношение масс сырья и экстрагента составляет 1:2,3.

Результаты исследования, полученные при определении влияния температуры экстрагента и времени экстрагирования на содержание

инулина (рис. 1), показали, что при температуре 75°C и продолжительности процесса экстрагирования 40 минут достигается наибольшая концентрация инулина в растворе – 8,0%. Увеличение продолжительности гидролиза-экстрагирования свыше 40 минут приводило к снижению массовой доли инулина.

Молекулярную массу инулина определяли вискозиметрическим методом. Для этого вначале рассчитывали относительную, удельную и приведенную вязкость, значение характеристической

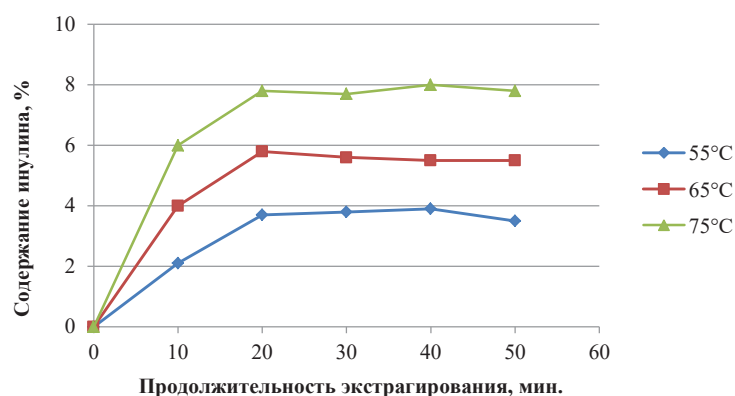


Рис. 1. Влияние температуры и времени экстрагирования на содержание инулина

Fig. 1. Effect of temperature and extraction time on inulin content



Рис. 2. Ультрафилтрационная установка

Fig. 2. Ultrafiltration unit

вязкости и средневязкостную молекулярную массу. В результате расчета установлено, что молекулярная масса инулина из клубней топинамбура сорта «Интерес» составляет 5,84 кДа.

Полученные данные легли в основу разработки технологии выделения инулина из клубней топинамбура. Поступившие клубни топинамбура inspectируют на ленточном транспортере, после чего загружают в машину моечную барабанного типа, промывают водой температурой 16–18 °С, взвешивают и направляют дисковую ротационную дробилку для измельчения до дисперсности частиц 5–10 мм. Измельченное сырье загружают в экстрактор, заливают 60%-м водно-спиртовым раствором при гидромодуле 1:2,3 и осуществляют процесс гидролиза-экстрагирования инулина при температуре 75 °С в течение 40 минут. После этого смесь с помощью насоса подают на фильтр-пресс и отделяют водно-спиртовую вытяжку.

Извлечение инулина основано на фракционировании смеси компонентов с различной молекулярной массой за счет молекулярно-массовой сепарации инулинсодержащего экстракта на ультрафилтрационной установке (рис. 2) методом нанофилтрации с использованием полиамидных нанофильтров рулонного типа с различной величиной пор, обеспечивающих разделение многокомпонентной смеси по размерам молекул.

Инулинсодержащий экстракт сначала фильтруют, затем насосом подают на первую ступень сепарации, где с помощью нанофильтров отделяют фракцию соединений с молекулярной массой более низкой, чем молекулярная масса инулина, затем инулиновую и более высокомолекулярные фракции отводят и подают на вторую ступень сепарации в ультрафилтрационную установку с рулонными нанофильтрами, имеющими размеры пор, обеспечивающими порог удержания частиц,

соответствующих молекулярной массе инулина (5–6 кДа). Более высокомолекулярную фракцию отводят из системы, а инулиновую с помощью насоса подают на установку с обратным осмосом с рециркуляцией удаленной воды на этап молекулярно-массовой сепарации.

Полученный инулинсодержащий концентрат направляют в распылительную сушильную установку и высушивают до остаточной влажности 10–14%, после чего измельчают, удаляют ферропримеси, просеивают, фасуют, упаковывают в мешки бумажные и отправляют на хранение.

Комплексная переработка топинамбура предусматривала выделение хлорофилла из его листьев. Содержание хлорофиллов в листьях топинамбура определяли фотоэлектроколориметрическим методом на приборе ФЭК-56М.

Выявлено, что листья топинамбура содержат хлорофилл *a* и *b* в количестве 6,98 и 0,74 мг/г сырого вещества.

Перспективными биологически активными пищевыми добавками являются медные комплексы хлорофилла, которые представляют собой продукты переработки зеленых частей растений. Технологический процесс заключается в экстрагировании сырья пищевыми растворителями при температуре 50–60 °С в течение 60 минут. В результате выделяется комплекс физиологически функциональных ингредиентов, в состав которого входят хлорофиллы, каротиноиды, полиненасыщенные жирные кислоты и витамины. Данный комплекс обрабатывается раствором хлорной меди при температуре 60–70 °С с получением медных производных хлорофилла.

Применяемые методы анализа токсических форм меди не позволяют разделять токсическую ионную форму меди и ее безвредные растворимые комплексы, что затрудняет оценку степени ее токсичности [13].

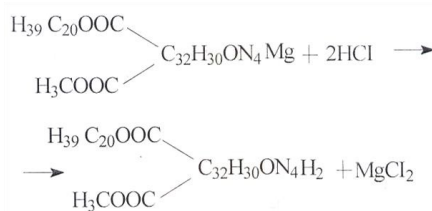


Рис. 3. Химическая формула феофитина а и b

Fig. 3. Chemical formula of pheophytin a and b

В связи с этим нами проведены исследования по оптимизации метода получения медных производных хлорофиллов с минимальным содержанием токсичных ионов Cu^{2+} .

Для выполнения данной задачи, спиртовую вытяжку листьев топинамбура обрабатывали расчетным количеством 10%-го раствора соляной кислоты, при этом сравнительно слабо удерживающиеся атомы магния в порфириновом ядре замещаются двумя атомами водорода, что приводит к образованию феофитинов бурого цвета (рис. 3).

При взаимодействии феофитинов с солями меди образуется медный комплекс хлорофиллов ярко зеленого цвета.

С целью извлечения медных производных хлорофиллов с максимальным выходом и минимальным содержанием свободных ионов хлора проводили серию опытов с различным количеством медьсодержащего компонента.

Определение количества соляной кислоты и хлорной меди осуществляли отдельно для феофитина а и феофитина b. Колориметрическое определение ионов меди осуществляли аммиачным методом, который основан на образовании ионами меди при взаимодействии с

аммиаком комплекса $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, окрашенного в интенсивно-синий цвет.

Результаты исследования влияния количества хлорной меди на выход медных производных хлорофиллов и остаточного содержания токсичных ионов меди приведены в табл. 2.

Анализ результатов исследования показал, что образец 1, полученный путем добавления к спиртовому экстракту эквивалентного количества хлорной меди характеризуется относительно меньшим выходом и массой по сравнению с другими образцами. В связи с этим при синтезе последующих проб массу хлорной меди равномерно увеличивали на 5%, 10% и т.д. Оптимальными свойствами обладала медная производная хлорофилла, полученная с добавлением 15%-й хлорной меди (образец № 4).

Медные производные хлорофиллов, выделенные из листьев топинамбура, перспективны не только как пищевые красители, но и как биологически активные вещества с широким спектром действия.

Полученные результаты исследований являются экспериментальным обоснованием для дальнейшего использования новых технологий в производстве продуктов здорового питания.

Таблица 2

Влияние количества хлорной меди на выход медных производных хлорофиллов и остаточного содержания токсичных элементов меди

Table 2

Effect of the amount of copper chloride on the yield of copper derivatives of chlorophylls and the residual content of toxic copper elements

№ п/п	Масса хлорида меди (II), мг	Выход медных производных хлорофиллов, мг/100 г сырого вещества	Остаточное содержание ионов меди, мг
1	119,0	781,4	—
2	125,0	796,9	—
3	130,9	792,7	—
4	136,9	806,0	4,0
5	142,8	809,9	12,0
6	148,8	817,1	16,0
7	154,7	813,6	17,0
8	160,7	812,8	25,0

Выводы. Выполнено комплексное исследование, направленное на развитие научных основ отечественной технологии производства инулина из клубней топинамбура, основанной на фракционировании смеси компонентов с различной молекулярной массой и извлечения хлорофиллов из листьев топинамбура с максимальным

выходом медных производных хлорофиллов и минимальным содержанием токсичных ионов меди. Полученные по предложенной технологии целевые продукты – инулин и медные производные хлорофиллов могут найти широкое практическое применение в пищевой промышленности и в общественном питании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Созаева Д.Р., Золоева Д.З. Разработка технологии инновационных продуктов для больных сахарным диабетом. Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик; 2021: 76-80.
2. Беляева И.А. Топинамбур – сырье многоцелевого использования. Университетская наука – региону: материалы V ежегодной научно-практической конференции. Ставрополь; 2017: 29-31.
3. Жучкова М.А., Скрипников С.Г. Топинамбур – растение XXI века. Овощи России. 2017; 1(34): 31-33.
4. Старовайтов В.И., Старовайтова О.А., Звягинцев П.С. и др. Топинамбур – культура многоцелевого использования. Пищевая промышленность. 2013; 4: 22-25.
5. Полякова Е.Д., Евдокимова О.В., Иванова Т.Н. Исследование ингредиентного состава обогатителя растительного пищевого диетического назначения. АПК России. 2017; 5: 1234-1242.
6. Думанишева З.С., Вологирова Д.А. Влияние порошка из клубней топинамбура на качество хлебобулочных изделий. Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик; 2021: 26-29.
7. Джабоева А.С., Лампежева Л.М., Пашкова Е.Ю. и др. Применение клубней топинамбура в диетическом питании. Национальные приоритеты и безопасность: материалы Международной научно-практической конференции. Нальчик; 2020: 415-419.
8. Шогенова А.А., Джабоева А.С. О возможности использования сока из клубней топинамбура в производстве продуктов питания лечебного назначения. Известия КБГАУ; 2019: 90-93.
9. Думанишева З.С., Малкарукова А.А. Использование порошка из топинамбура в производстве кулинарной продукции повышенной пищевой ценности. Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. 2021; 2(32): 69-73.
10. Бызов В.А. Системный анализ состояния и перспективы развития производства инулина (обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022; 23(6): 757-776.
11. Титова Л.М., Алексанян И.Ю. Технология инулина: основные тенденции развития отрасли и спорные вопросы. Пищевая промышленность. 2016; 1: 46-51.
12. Гулюк Н.К., Лукин Н.Д., Пучкова Т.С. и др. Об очистке экстракта из инулинсодержащего сырья. Пищевая промышленность. 2017; 2: 24-26.
13. Беев А.А., Вологиров А.К., Беева Д.А. и др. Природный полисахарид инулин из топинамбура. Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. 2014; 4(6): 38-41.

REFERENCES:

1. Sozaeva D.R., Zoloeva D.Z. Development of technology for innovative products for patients with diabetes. Current problems of food technology, tourism and trade: materials of the 1st All-Russian (national) scientific and practical conference. Nalchik; 2021: 76-80.
2. Belyaeva I.A. Jerusalem artichoke is a multi-purpose raw material. University science to the region: materials of the V annual scientific and practical conference. Stavropol; 2017: 29-31.
3. Zhuchkova M.A., Skripnikov S.G. Jerusalem artichoke is a plant of the 21st century. Vegetables of Russia. 2017; 1(34): 31-33.
4. Starovaitov V.I., Starovaitova O.A., Zvyachintsev P.S. et al. Jerusalem artichoke is a multi-purpose crop. Food industry. 2013; 4:22-25.
5. Polyakova E.D., Evdokimova O.V., Ivanova T.N. Study of the ingredient composition of a herbal food fortifier for diabetic purposes. Agroindustrial complex of Russia. 2017; 5: 1234-1242.
6. Dumanisheva Z.S., Vologirova D.A. The influence of powder from Jerusalem artichoke tubers on the quality of bakery products. Current problems of food technology, tourism and trade: materials of the II All-Russian (national) scientific and practical conference. Nalchik; 2021: 26-29.

7. Dzhaboeva A.S., Lampezhova L.M., Pashkova E.Yu. et al. The use of Jerusalem artichoke tubers in dietary nutrition. National priorities and security: materials of the International Scientific and Practical Conference. Nalchik; 2020: 415-419.
8. Shogenova A.A., Dzhaboeva A.S. On the possibility of using juice from Jerusalem artichoke tubers in the production of medicinal food products. News of KBGAU; 2019: 90-93.
9. Dumanisheva Z.S., Malkarukova A.A. Use of Jerusalem artichoke powder in the production of culinary products of high nutritional value. News of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. 2021; 2(32): 69-73.
10. Byzov V.A. System analysis of the state and prospects for the development of inulin production (review). Agricultural science of the Euro-North-East. 2022; 23(6): 757-776.
11. Titova L.M., Aleksanyan I.Yu. Inulin technology: main trends in industry development and controversial issues. Food industry. 2016; 1: 46-51.
12. Gulyuk N.K., Lukin N.D., Puchkova T.S. et al. On the purification of extract from inulin-containing raw materials. Food industry. 2017; 2: 24-26.
13. Beev A.A., Vologirov A.K., Beeva D.A. et al. Natural polysaccharide inulin from Jerusalem artichoke. News of Kabardino-Balkarian State University. 2014; 4(6): 38-41.

Информация об авторах / Information about the authors

[**Арсиян Конесвич Вологиров**], кандидат химических наук, доцент кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия», ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова»

Амина Сергеевна Джабоева, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология продуктов общественного питания и химия», ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова»

tpop_kbr@mail.ru

Анна Тимофеевна Васюкова, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса», ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»

vasyukova-at@yandex.ru

Зурет Нурбиевна Хатко, 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

Асет Ибрагимовна Блягоз, 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

[**Arsiyan K. Vologirov**], PhD (Chemistry), Associate Professor, Department of Catering food technology and Chemistry, FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

Amina S. Dzhaboeva, Dr Sci., Professor, Head of the Department of Catering food technology and Chemistry, FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

tpop_kbr@mail.ru

Anna T. Vasyukova, Dr Sci. (Engineering), Professor of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, FSBEI HE «Russian Biotechnological University»

vasyukova-at@yandex.ru

Zurek N. Khatko, Dr Sci. (Engineering), 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

Aset I. Blyagoz, PhD (Engineering), Associate professor, Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

aset.blyagoz@mail.ru

tel.: +7 (918) 223 22 44

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 this research. All authors of this article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 20.10.2023; поступила после рецензирования 23.11.2023; принята к публикации 24.11.2023

Received 20.10.2023; Revised 23.11.2023; Accepted 24.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Оценка качества и безопасности заменителей сахара

Андрей С. Гаврилов¹, Екатерина Ю. Минниханова^{1*},
Андрей А. Тумашов², Алексей В. Тарасов¹, Дарья А. Гладкова³

¹ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»;
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

²ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского, УрО РАН;
ул. Софьи Ковалевской, дом 22/20, г. Екатеринбург, 620137, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»;
ул. Репина, 3, г. Екатеринбург, 620028, Российская Федерация

Аннотация. Высокое потребление сахара приводит к таким социально-значимым заболеваниям как диабет 2 типа, остеопороз, ожирение, метаболический синдром, сердечно-сосудистые заболевания. Проблема замены сахара в пищевых продуктах и готовой кулинарной продукции всегда остро стоит перед производителями пищевой продукции. В перспективе ожидается повышение спроса на интенсивные подсластители и заменители сахара, так как спрос на продукты диетического профилактического, спортивного и диабетического питания в Российской Федерации неуклонно растет. Широкий выбор заменителей сахара, доступных на рынке, обусловлен их значительными экономическими преимуществами, высоким коэффициентом сладости, удобством использования и отсутствием негативного влияния на организм человека, так как не содержат глюкозу и не приводят к резкому колебанию сахара в крови. Их использование позволяет создавать инновационные продукты, учитывать потребности различных групп потребителей и следовать современным требованиям здорового образа жизни. Важным показателем при производстве заменителей сахара является их качественная характеристика. Цель исследования – товароведная оценка качества четырех, наиболее популярных жидких заменителей сахара на предмет соответствия маркировки в соответствии с техническим регламентом ТР ТС 021/2012, микробиологических показателей, исследования образцов на наличие сахарозаменителей, содержание консервантов. Установлено, что все изученные образцы имеют нарушения требований действующего законодательства, начиная с опечатки в оформлении декларации соответствия (Сластеля-супер), заканчивая недостоверной информацией на этикетке («Mastershape»TM, «Nosugar», «Сладкий пшик»TM), превышение концентрации консервантов выше разрешенных пределов («Сладкий пшик»TM) и микробиологической чистоты («Mastershape» и «Nosugar»).

Ключевые слова: заменители сахара, подсластители, качество, безопасность, коэффициент сладости, состав, калорийность

Для цитирования: Гаврилов А.С., Минниханова Е.Ю., Тумашов А.А. и др. Оценка качества и безопасности заменителей сахара. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 63-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-63-71>

Evaluation of the quality and safety of sugar substitutes

Andrey S. Gavrillov¹, Ekaterina Yu. Minnikhanova^{1*},
Andrey A. Tumashov², Alexey V. Tarasov¹, Darya A. Gladkova³

¹FSBEI HE «Ural State Economic University»;

62/45 8 March/Narodnaya Volya str., Ekaterinburg, 620144, the Russian Federation

²FSBIS «Institute of Organic Synthesis named after I. J. Postovsky, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 22/20 Sofia Kovalevskaya str., Ekaterinburg, 620137, the Russian Federation

³FSBEI HE «Ural State Medical University»; 3 Repin str., 620028, Ekaterinburg, the Russian Federation

Abstract. High sugar consumption leads to such socially significant diseases as type 2 diabetes, osteoporosis, obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases. The problem of replacing sugar in food products and finished culinary products is always acute for food manufacturers. In the future the demand for intense sweeteners and sugar substitutes is expected to increase, as the demand for dietary preventive, sports and diabetic nutrition products in the Russian Federation is steadily growing. The wide selection of sugar substitutes available on the market is due to their significant economic advantages, high sweetness factor, ease of use and the absence of negative effects on the human body, since they do not contain glucose and do not lead to sharp fluctuations in blood sugar. Their use allows us to create innovative products, take into account the needs of different consumer groups and follow modern requirements for a healthy lifestyle. An important indicator in the production of sugar substitutes is their quality characteristics. The purpose of the research is commodity assessment of the quality of four most popular liquid sugar substitutes for compliance with labeling in accordance with the technical regulations TR CU 021/2012, microbiological indicators, examination of samples for the presence of sweeteners, and preservative content. It has been established that all the studied samples violate the requirements of the current legislation, starting with typos in the declaration of conformity (Slasty-a-super), ending with unreliable information on the label («Mastershape»TM, «Nosugar», «Sladkiy pshik»TM), excess concentration of preservatives above the permitted limits («Sladkiy pshik»TM) and microbiological purity («Mastershape» and «Nosugar»).

Keywords: sugar substitutes, sweeteners, quality, safety, sweetness factor, composition, calorie content

For citation: Gavrilov A.S., Minnikhanova E.Yu., Tumashov A.A. et al. Evaluation of the quality and safety of sugar substitutes. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 63-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-63-71>

Введение

Современная сфера пищевой промышленности сталкивается с различными вызовами, включая обеспечение устойчивости производства. При этом основное внимание уделяется поддержанию высокого качества продукции и расширению ассортимента полноценных функциональных продуктов для удовлетворения потребностей потребителей [1, с. 3]. На сегодняшний день имеется множество веществ различного химического строения, обладающих сладким вкусом разрешенных к применению в пищевой промышленности. [2, с. 153].

Сахарозаменители – вещества и химические соединения, используемые для придания пищевым продуктам сладкого вкуса вместо сахара и аналогичных продуктов (патока, мед). Они способствуют повышению органолептических показателей пищевых продуктов, предоставляя разнообразные варианты для удовлетворения потребностей в сладости. Именно сладкий вкус является для потребителей наиболее привлекательным [3, с. 106].

Международная Ассоциация Производителей Подсластителей и Низкокалорийных Продуктов (Calorie Control Council) разделяет сахарозаменители на две основные категории: заменители сахара, которые полностью усваиваются организмом, и интенсивные подсластители.

Первая группа включает в себя такие вещества, как фруктоза, ксилит, сорбит, эритрит и другие полиолы. Эти сахарозаменители обладают меньшей калорийностью по сравнению с дозой сахара, необходимой для достижения аналогичного сладкого вкуса. Они считаются безопасными для употребления, однако содержат определенное количество калорий. Тем не менее, они предоставляют альтернативу для тех, кто стремится снизить потребление обычного сахара [4, с. 132].

Во вторую группу входят: натрия сахаринат, натрия цикламат, сукралоза, неогесперидин, тауматин, глицирризин, стевиозид. Эти интенсивные подсластители не усваиваются организмом и не имеют энергетической ценности. [5, с. 4]. Они обладают высокой сладостью, поэтому требуется использовать меньшее количество, чтобы достичь такого же сладкого вкуса. Их безопасность также подтверждена, и они часто используются в пищевой промышленности для создания низкокалорийных и диетических продуктов. Например, для создания низкокалорийных молочных продуктов, кондитерских изделий и жевательной резинки обычно используются высокоинтенсивные подсластители (аспартам, сукралоза, ацесульфам калия). Эти подсластители обладают высокой сладостью при нулевом содержании калорий. Они позволяют сохранить желаемый

вкусовой профиль продукта, минимизируя одновременно его калорийность [6, с. 37].

Широкий спектр доступных заменителей сахара, применяемых как в России, так и за рубежом, легко объясняется их значительными экономическими преимуществами по сравнению со стандартной сахарозой. Все эти заменители отличаются высоким коэффициентом сладости, превышающим сладость сахарозы в десятки и сотни раз. Кроме того, они удобны в использовании и не наносят вреда организму человека в области норм допустимого суточного потребления [6, с. 38].

Кроме экономических преимуществ, заменители сахара также предлагают простоту использования. Они легко смешиваются с другими ингредиентами и могут быть применены в различных продуктах, начиная от напитков и заканчивая кондитерскими изделиями. Это дает производителям большую гибкость в создании новых продуктов и удовлетворении потребностей разнообразной аудитории.

Однако наиболее привлекательным аспектом заменителей сахара является то, что они позволяют снижать потребление сахара, который может способствовать развитию различных заболеваний, таких как сахарный диабет и ожирение. Это позволяет людям наслаждаться сладостью, не беспокоясь о возможных негативных последствиях для своего здоровья.

Обычно, в составе заменителей сахара содержатся наполнители, наиболее часто – сахароспирты (полиолы). Выбор наполнителей зависит от рецептуры продукта, законодательных ограничений и предпочтений потребителей [7, с. 93].

В качестве наполнителей могут использоваться различные неперевариваемые углеводы. Некрахмальные полисахариды, резистентные крахмалы, олигосахариды (такие как фруктоолигосахариды и инулин) или полиолы (например, сорбит и ксилит) – все они широко применяются в качестве наполнителей для замены сахара.

Эти наполнители обладают рядом преимуществ, включая способность предоставлять энергию, улучшать текстуру и структуру продукта, а также оказывать положительное воздействие на кишечную микрофлору. Их использование требует тщательного рассмотрения соотношения между функциональными и органолептическими свойствами, чтобы достичь желаемого вкуса и текстуры продукта.

Таким образом, замена сахара – это сложный процесс, требующий балансирования между вкусовыми предпочтениями потребителей, законодательными ограничениями и функциональными свойствами продукта при обязательном соответствии их качества, эффективности и безопасности законодательным требованиям [10, с. 399].

Цель исследования – товароведная оценка качества четырех, наиболее популярных жидких заменителей сахара.

Объекты и методы:

В качестве объектов исследования в работе были использованы четыре, наиболее популярные, жидкие заменители сахара: «MasterShape»TM (ТУ 10.89.19-052-83387545-2019), «Сладкий пшик»TM (ТУ 10.89.19-001-24626365-2018), «NO SUGAR»TM (ГОСТ Р 53904-2010), «Сластес-супер»TM (ТУ 9197-001-0515017016). В качестве стандартных образцов использовали: сорбат калия (ГОСТ Р 55583-2013), бензоат натрия (ГОСТ 32777-2014), ребаудиозид А 98% (ЕАЭС N RU Д-CN.PA01.B.50796/23), стевиозид (ЕАЭС N RU Д-CN.PA02.B.15319/23), сукралоза (ЕАЭС N RU Д RU PA01 B 913991).

Товароведная оценка качества проводилась на базе Единого лабораторного комплекса ФГБОУ ВО УрГЭУ. Анализ полноты информации указанной на маркировке в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011. «Технический регламент Таможенного союза. Пищевая продукция в части ее маркировки», правильности указания на упаковке адреса производства, декларации соответствия на сайте <https://fsa.gov.ru/>.

Микробиологический анализ – в аккредитованной по ГОСТ 10444.12-2013, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002), ГОСТ 10444.15-94 лаборатории ОАО «Уралбиофарм».

Содержание консервантов – в аккредитованной по М 04-58-2009 «Методика измерения массовой доли сорбиновой и бензойной кислот в пищевой продукции» лаборатории «ГБУСО «Свердловская ветлаборатория».

Содержание подсластителей – в аналитическом центре Института органического синтеза Уральского отделения РАН по методикам ВЭЖХ в соответствии с ГОСТ Р ЕН 12856-2010.

Результаты

На первом этапе исследования проведен анализ полноты информации, представленной на маркировке объектов исследования. В таблице 1 представлены результаты товароведческой экспертизы изученных образцов.

Из таблицы 1 видно, что производитель ООО «СМАРТ ФИТ» использует декларацию на продукты «Сладкая стевия ароматизированная». Товарная позиция «Сладкий пшик» в декларации отсутствует.

Производитель ООО «Технологии развития» не корректно указывают коэффициент сладости 1:300. Если одна капля 0,029 г заменяет чайную ложку сахара 5,0 г то коэффициент сладости составляет $5,0/0,029=172$. Особенно следует отметить, что данное предприятие выпускает продукцию по ГОСТ 53904-2010 «Пищевые добавки. Термины и определения», что является недопустимым.

Таблица 1

Результаты анализа полноты информации, представленной на маркировке

Table 1

Results of the analysis of the completeness of information presented on the labeling

Критерий	«Master shape» – заменитель сахара	«Nosugar» – заменитель сахара	«Сладкий пшик со вкусом капучино» – подсласти- тель жидкий «Стевия аро- ма» с ароматизаторами	«Сластия супер»
Производитель	ООО «ПИТЭКО», г. Балахна, Нижегородской области	ООО «Технологии развития», г. Благовещенск, ш. Игнатьевское, д. 14/10, кв. 6 127273, РОССИЯ, Г Москва, проезд Сигнальный, дом 16 строение 27	ООО "СМАРТ ФИТ", г. Томск, ул. Фрунзе, 117а,	ООО «Инноватор», г. Екатеринбург, ул. Декабристов, 32
Дата производства	12.12.2022	17.07.2022	16.01.2023	01.01.2023
Номер посылки	9036838771	8582706533	9087476657	–
Декларация соответствия	ЕАЭС N RU Д-RU. РА02.В.61668/22	ЕАЭС N RU Д-RU. РА05.В.81857/22	ЕАЭС N RU Д-RU. ВЯ01.В.17454	ЕАЭС N RU Д-RU. РА01.В.08203/21
НД	ТУ 10.89.19- 052833875545- 2019	ГОСТ 53904-2010	ТУ 10.89.19-001-24626365-2018	ТУ 9197-001-05150170-16
Состав, указанный на этикетке	Вода, сукралоза, стевиозид, сорбиновая кислота	Вода, стевиозид, эритрол, сукралоза	Вода, эритрол, стевиозид, сукралоза, ароматизатор	Глицерин, вода, сукралоза
Рекомендации по применению	2-3 капли заме- няют 1 чайную ложку сахара	1 капля заменяет 1 чайную ложку са- хара Коэффициент сладости – 1:300	2 пшика заменяют 1 чай- ную ложку сахара	1 капля заменяет чай- ную ложку сахара
Хранение, срок годности	После вскрытия использовать в течение месяца Срок годности 2 года	После вскрытия упаковки хранить в течение 6 месяцев Срок годности 2 года	Срок годности 2 года	После вскрытия фла- кон хранить в закры- том виде при комнат- ной температуре Срок годности 4 года
Внешний вид подсластителей	Цвет коричне- вый, обнаруже- ны включения темного цвета	Цвет прозрачный бесцветный, обна- ружены включения белого цвета	Цвет прозрачный с жел- то-коричневым оттенком, механические включения отсутствуют	Цвет прозрачный бесцветный, меха- нические включения отсутствуют
Сладость одной капли соответству- ет, г сахара	3	4	6	5
Масса одной капли, г	0,027	0,029	0,12	0,047
Плотность, г/см ³	1,044	1,098	1,054	1,276

Производитель «Инноватор» имеет опечатку в декларации соответствия. В документе указаны два номера ТУ 9197-001-0515017016 и 6197-001-0515017016.

На следующем этапе исследования изучен состав исследуемых образцов. В таблицах 2-3 представлены результаты хроматографического исследования образцов на наличие сахарозаменителей (сукралоза, стевиолгликозиды) и консервантов (бензоат натрия, сорбат калия).

Данные таблицы 3 показывают, что в образце «Mastershape»TM методом ВЭЖХ не удалось обнаружить ни сукралозы, ни стевиолгликозидов, ни консервантов, несмотря на трехкратное повторение анализа. Вероятно, эти вещества или отсутствуют в составе, или присутствуют ингредиенты, неблагоприятно воздействующие на эффективность ВЭЖХ в области параметров аналитического контроля.

Таблица 2

Результаты хроматографического исследования стандартных растворов

The results of chromatographic studies of standard solutions			
Название стандартного раствора	Концентрация, мг/мл	Площадь пика, S, (mAUxsec)	Время удерживания, мин
Стандартный раствор сукралозы	1,496	4377,1	16.304
Стандартный раствор бензоата натрия	0,56	18964,1	7.008
Стандартный раствор сорбата калия	0,488	46094,1	8,231
Стандартный раствор стевиозида	0,836	2601	31.595
Стандартный раствор ребаудиозида А	2,01	8244,8	31.196

Таблица 3

Результаты изучения состава образцов

Results of studying the composition of samples				
Название и концентрация раствора анализируемой композиции	Сахарозаменитель			
	Сукралоза	Бензоат натрия	Сорбат калия	Стевиозид/ Ребаудиозид А
Сластия супер, 1,02 мг/мл	16.418 мин 445,9 15,2%	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Сладкий пшик, 6 мг/мл	16.566 мин 1382,3 7,87%	7.141 мин 215,6 1060 мг/кг	8.442 мин 191.1 340мг/кг	29.631; 30.032 89; 66,7 0,63%
No sugar, 15.6 мг/мл	16.43 мин 15153 33,2%	7.155 мин 278,4 530мг/кг	8.507 мин 98 70мг/кг	Не обнаружено

Примечание к таблице: сорбиновая кислота и сорбаты (Е200, Е201, Е202, Е203) в комбинации с бензойной кислотой и бензоатами – максимальный уровень в продукции 600 мг/кг согласно ТР ТС 029/2012. Приложение 8 «Гигиенические нормативы применения консервантов». П. «Жидкие концентраты: чайные, фруктовые, из травяных настоев».

Образец «No sugar», не содержит стевиозид, несмотря на указанный состав на этикетке. Однако содержит консерванты, но на упаковке они не указаны.

Состав, указанный производителем ООО «Технологии развития» «Nosugar» включает «стевия 30%, эритритол 15%, сукралоза 5%, очищенная вода 50%» [9], однако, исследуемый образец методом ВЭЖХ показывает отсутствие стевиолгликозидов (табл. 3), что также подтверждается тем, что раствор не имеет коричневого окрашивания, (стевиозид придает растворам темно коричневатый цвет) и плотностью 1,098 (табл. 1), что никак не может соответствовать раствору с 50% сухих веществ.

Следует отметить двух кратное превышение концентрации консервантов в «Сладкий пшик» $1060+340=1400$ мг/л в сравнении с нормативом – не более 600 мг/л (примечание к табл. 3). Если учесть, что масса одной дозы в 4 раз выше массы одной капли ($0,12/0,29=4$) (табл. 1), то потребитель

за один прием получит дозу консервантов в 8 раз больше разрешенной.

В таблице 4 представлены результаты микробиологического анализа подсластителей по показателям количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, дрожжи, плесени, Salmonella, бактерии группы кишечной палочки в пробе.

Примечание к таблице ТР ТС 021/2011, приложение 1.7. «Концентраты (жидкие, пастообразные), смеси (порошкообразные, таблетированные, гранулированные и т.п.) для безалкогольных напитков (кроме концентратов, содержащих бикарбонат натрия)» – Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см), не более 5×10^4 , дрожжи, плесени КОЕ/г. Не более $5,0 \times 10^1$, Salmonella, в 25 г: отсутствие бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в пробе: отсутствие.

Таблица 4

Результаты анализа микробиологической чистоты образцов

Table 4

The results of the analysis of microbiological purity of samples

Критерий	«Mastershape» – заменитель сахара	«Nosugar» – заме- нитель сахара	«Сладкий пшик со вкусом капучино»	«Сластия супер»
КМАФАнМ, КОЕ/г	4,0x10 ³	4,5x10 ¹	Менее 1,0x10 ¹	Менее 1,0x10 ¹
Дрожжи, плесни, КОЕ/г	4,0x10 ³	4,0x10 ³	Менее 1,0x10 ¹	Менее 1,0x10 ¹
Salmonella, в 25 г	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в пробе	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

Образцы «Mastershape» и «Nosugar» по показателю дрожжи, плесени КОЕ/г: в 80 раз превышают допустимый показатель (не более 5,0x10¹) (прим. к табл. 4). Доказательством также является видимые колонии плесени (табл. 1 и рис. 1).

В научной литературе имеется множество работ о том, что сукралоза является производным сахарозы, и, частично, может метаболизироваться микроорганизмами [10, 11]. Поэтому для предотвращения микробного роста,

некоторые производители используют высоко осмотические растворы, например, СластияTM, а остальные добавляют консерванты не смотря на несовместимость ионов калия и натрия из солей сорбиновой или бензойной кислоты с хлором сукралозы с образованием токсичных продуктов гидролиза [12]. Поэтому во всех нормативных документах, определяющих качество сукралозы, например USP-NF, установлено требование «продукты гидролиза в сукралозе – не более



Рис. 1. Фотография содержимого флакона «Mastershape», увеличение *10

Fig. 1. Photo of the contents of the Mastershape bottle, magnification *10

0,1%». Нами проводились эксперименты по изучению влияния консервантов на стабильность качества растворов сукралозы. Фотографии образцов раствора сукралозы 15% с добавлением веществ кислого и щелочного характера показывают значительное изменение цвета вариантов с добавлением сорбата калия и бензоата натрия (рис. 2). Это свидетельствует о значительном разложении сукралозы и ставит серьезные вопросы о стабильности и безопасности жидких заменителей сахара, содержащих консерванты (сорбат калия и бензоат натрия).

Представленные данные товароведной экспертизы, свидетельствуют о том, что все изученные образцы имеют нарушения требований действующего законодательства, начиная с опечатки в оформлении декларации соответствия («Сластия-супер»TM), заканчивая недостоверной

информацией на этикетке («Mastershape»TM, «Nosugar», «Сладкий пшик»TM), превышения концентрации консервантов, выше разрешенных пределов («Сладкий пшик»TM) и микробиологической чистоты («Mastershape» и «Nosugar» по показателю дрожжи, плесени КОЕ/г: в 80 раз превышают допустимый показатель не более 5,0x10¹).

Считаем, что требования к качеству и безопасности к заменителям сахара должны быть выше, чем к пищевым добавкам и даже, чем к лекарственным средствам.

Лекарственные средства принимают курсами и под наблюдением врача, а заменители сахара – больные серьезными заболеваниями и пожизненно. Использование сахарозаменителей может помочь снизить потребление сахара без отказа от привычного вкуса блюд и напитков. Однако важно помнить о мере и разумном



Рис. 2. Внешний вид флаконов до и после 30 дней термостат 45 с раствором 15% сукралозы в воде (1), (2) – с добавлением 0,1% сорбата калия, (3) – 0,1% бензоата натрия, (4) лимонной кислоты до pH = 3,5, (5) 0,1 M NaOH до pH 8,8; (6) раствор 15% сукралозы в смеси глицерин/вода 84/16.

Fig. 2 Appearance of bottles before and after 30 days, 45 °C thermostat with a solution of 15% sucralose in water (1), (2) – with the addition of 0.1% potassium sorbate, (3) – 0.1% sodium benzoate, (4) citric acid to pH = 3.5, (5) 0.1 M NaOH to pH 8.8; (6) a solution of 15% sucralose in a mixture of glycerin/water 84/16.

использовании этих продуктов в рамках здорового питания, при условии документально подтвержденных показателей качества, безопасности и стабильности этих продуктов.

Выводы

Проведена товароведная оценка качества четырех, наиболее популярных, жидких заменителей сахара. Установлено, что все изученные образцы имеют нарушения требований действующего

законодательства, начиная с опечатки в оформлении декларации соответствия (Сластеза-супер), заканчивая недостоверной информацией на этикетке («Mastershape»TM, «Nosugar», «Сладкий пшик»TM) превышение концентрации консервантов, выше разрешенных пределов («Сладкий пшик»TM); «Mastershape» и «Nosugar» по показателю дрожжи, плесни КОЕ/г: в 80 раз превышают допустимый показатель (не более $5,0 \times 10^1$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Чугунова О.В., Арисов А.В. Эффективное использование продовольственных ресурсов в технологии пищевых систем. Курск: Университетская книга; 2022.
2. Заворохина Н.В., Гилина А.А., Чугунова О.В. Микрокапсулирование подсластителей и их влияние на флейвор низкокалорийных сладких блюд. Вестник КрасГАУ. 2023; 6(195): 151-159.
3. Минниханова Е.Ю. Перспективы применения интенсивных подсластителей в общественном питании. Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Екатеринбург; 2021: 106-109.
4. Чикова Н.В., Борисова А.В. Проблемы использования заменителей сахара в сахаросодержащих продуктах. Вестник ТГЭУ. 2021; 2(98): 132-139.
5. Sahin A.W., Zannini E., Coffey A. et al. Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach. Elsevier. 2019; 126(108583): 1-17.
6. Лазарев В.А., Ершова А.Р. Пастильное изделие на основе изомальта и эритрита, обогащенное биологически активными веществами черной смородины. Индустрия питания. 2022; 7(2): 37-43.
7. Monaco R., Miele N.A., Cabisidan E.K. et al. Strategies to reduce sugars in food. FoodScience. 2018; 19: 92-97.
8. Сахарозаменители натурального происхождения для производства кондитерских изделий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://transfoodservice.com/publication/saharozameniteli-naturalnogo-proishozhdeniyadlya-proizvodstva-konditerskih-izdelij/> (дата обращения: 01.11.2023).
9. Сахарозаменитель «Nosugar» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://companies.rbc.ru/trademark/865120/no-sugar/>
10. Susan S. Schiffman, Kristina I. Rother, Sucralose A Synthetic Organochlorine Sweetener: Overview of Biological Issues. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2013; 16(7): 399-451.
11. Omran A.R., Baker Ch. Coughlin Differential Bacteriostatic Effects of Sucralose on Various Species of Environmental Bacteria. ISRN Toxicol. 2013: 415070.
12. Yun Yu., Jin-Xin Lu, Zhen LÜ et al. [Kinetics and Mechanism of Sucralose Degradation in Water Using UV-activated Persulfate Process]. Jing KeXue. 2020: 33124395.

REFERENCES:

1. Chugunova O.V., Arisov A.V. Effective use of food resources in food system technology. Kursk: University Book; 2022.
2. Zavorokhina N.V., Gilina A.A., Chugunova O.V. Microencapsulation of sweeteners and their effect on the flavor of low-calorie sweet dishes. Bulletin of KrassAU. 2023; 6(195): 151-159.
3. Minnikhanova E.Yu. Prospects for the use of intense sweeteners in public catering. Innovative technologies in the food industry and public catering: Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Ekaterinburg. 2021: 106-109.
4. Chikova N.V., Borisova A.V. Problems of using sugar substitutes in sugar-containing products. Bulletin of TSUE. 2021; 2 (98): 132-139.
5. Sahin A.W., Zannini E., Coffey A. et al. Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach. Elsevier. 2019; 126 (108583): 1-17.
6. Lazarev V.A., Ershova A.R. Pastille product based on isomalt and erythritol, enriched with biologically active substances of black currant. Food industry. 2022; 7(2): 37-43.
7. Monaco R., Miele N.A., Cabisidan E.K. et al. Strategies to reduce sugars in food. FoodScience, 2018; 19: 92-97.
8. Sweeteners of natural origin for the production of confectionery products [Electronic resource]. Access mode: <http://transfoodservice.com/publication/saharozameniteli-naturalnogo-proishozhdeniyadlya-proizvodstva-konditerskih-izdelij/> (access date: 01.11.2023).
9. Sweetener «Nosugar» [Electronic resource]. Access mode: <https://companies.rbc.ru/trademark/865120/no-sugar/>
10. Susan S. Schiffman, Kristina I. Rother, Sucralose A. Synthetic Organochlorine Sweetener: Overview of Biological Issues. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2013; 16(7): 399-451.
11. Omran A., Baker R., Coughlin Ch. Differential Bacteriostatic Effects of Sucralose on Various Species of Environmental Bacteria. Toxicol. 2013; 41507012.
12. Yun Yu., Jin-Xin Lu, Zhen LÜ et al. [Kinetics and Mechanism of Sucralose Degradation in Water Using UV-activated Persulfate Process]. Jing KeXue. 2020: 33124395.

Информация об авторах / Information about the authors

Андрей Станиславович Гаврилов, доктор фармацевтических наук, доцент кафедры товаро-ведения, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

gavrilov.usma@mail.ru

Екатерина Юрьевна Минниханова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

minnekaterina@yandex.ru

Андрей Артурович Тумашов, кандидат химических наук, доцент, заведующий лабораторией ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского, УрО РАН

tumashov@ios.uran.ru

Алексей Валерьевич Тарасов, аспирант кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

tp.usue@ru

Дарья Алексеевна Гладкова, студент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

darya.q.2001@mail.ru

Andrey S. Gavrilov, Dr Sci. (Pharmacy), Associate Professor, the Department of Commodity Science, FSBEI HE «Ural State University of Economics»

gavrilov.usma@mail.ru

Ekaterina Yu. Minnikhanova, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Nutrition Technology, FSBEI HE «Ural State University of Economics»

minnekaterina@yandex.ru

Andrey A. Tumashov, PhD (Chemistry), Associate Professor, Head of the Laboratory, FSBIS «I.Y. Postovsky Institute of Organic Synthesis», Ural Branch of the RAS

tumashov@ios.uran.ru

Alexey V. Tarasov, Postgraduate Student, the Department of Nutrition Technology, FSBEI HE «Ural State University of Economics»

tp.usue@ru

Darya A. Gladkova, Student, FSBEI HE «Ural State Medical University»

darya.q.2001@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 this 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 24.10.2023; поступила после рецензирования 27.11.2023; принята к публикации 28.11.2023

Received 24.10.2023; Revised 27.11.2023; Accepted 28.11.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-72-79>

УДК 664.66:[664.641.15+664.641.22]

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Применение кукурузной и гречневой муки при производстве хлебобулочных изделий

Елена Н. Ефремова^{1*}, Александр И. Беляев², Николай Ю. Петров¹, Елена А. Зенина¹

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»;
пр. Университетский, д. 26, г. Волгоград, 400002, Российская Федерация

²ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук»;
пр. Университетский, д. 97, г. Волгоград 400002, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время все предприниматели хотят получать прибыль, для этого необходимо расширять ассортимент выпускаемой продукции. Целью исследования является внедрение и использование сочетание различных видов муки в хлебопечение с целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий повышенного качества. Задачи: изучить органолептические показатели качества экспериментального образца; произвести исследование по физико-химическим показателям качества экспериментального образца; определить экономическую целесообразность применения новой рецептуры при производстве хлеба. Исследование проводили на базе кафедры «Перерабатывающие технологии и продовольственная безопасность» ФГБОУ ВО Волгоградского государственного аграрного университета. Для расширения ассортимента хлебобулочных изделий использовали в качестве замены 50% пшеничной муки – кукурузную муку в количестве 40% и гречневую муку – 10%. Выпечка хлеба была проведена безопасным способом. При проведении органолептической оценки хлеба экспериментальный образец соответствовал требованиям ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба». Вкус стал более сладковатый, пористость – мелкая, тонкостенная, цвет мякиша – светло-коричневый. По физико-химическим показателям экспериментальный образец по объему хлеба был больше на 56 г, влажность мякиша составила 43%. Была рассчитана экономическая эффективность производства хлеба. Рентабельность производства экспериментального хлеба составила 44%, что на 14% выше контрольного (пшеничного) образца. Рекомендуется производство хлеба при сочетании трех видов муки, это ведет к расширению выпускаемой продукции на предприятиях. Данный вид хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям зарекомендовал себя более выгодным образцом хлебобулочного изделия, по сравнению с пшеничным хлебом.

Ключевые слова: кукурузная мука, гречневая мука, глютен, органолептические показатели, экономическая эффективность, мякиш, кислотность, упек, пористость

Для цитирования: Ефремова Е.Н., Беляев А.И., Петров Н.Ю. и др. Применение кукурузной и гречневой муки при производстве хлебобулочных изделий. Новые технологии. 2023; 19(4): 72-79. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-72-79>

The use of corn and buckwheat flour in the production of bakery products

Elena N. Efremova^{1*}, Alexander I. Belyaev², Nikolai Y. Petrov¹, Elena A. Zenina¹

¹FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»;
26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, the Russian Federation

²FSBSI «Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»;
97 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, the Russian Federation

Abstract. Currently, to make profit all entrepreneurs expand the range of products. The purpose of the research is introduction and use of a combination of different types of flour in bread baking in order to expand the range of bakery products of improved quality. The objectives of the research are to study the organoleptic quality indicators of the experimental sample; to conduct a study on physical and chemical quality indicators of the experimental sample; to determine the economic feasibility of using a new recipe in bread production. The research was carried out on the basis of the Department of Processing Technologies and Food Security of Volgograd State Agrarian University. To expand the range of bakery products, 40% of corn flour and 10% of buckwheat flour were used to replace 50% of wheat flour. The bread was baked using the non-steam method. When conducting an organoleptic assessment of bread, the experimental sample complied with the requirements of GOST 27669-88 «Wheat baking flour. Method of trial laboratory bread baking.» The taste became sweeter, the porosity became fine and thin-walled, and the color of the crumb became light brown. According to physicochemical indicators, the experimental sample was 56 g larger in bread volume, and the crumb moisture content was 43%. The economic efficiency of bread production was calculated. The profitability of experimental bread production was 44%, which was 14% higher than the control (wheat) sample. It is recommended to produce bread using a combination of three types of flour, to increase the output at enterprises. This type of bread, in terms of organoleptic and physico-chemical indicators, has proven itself to be a more advantageous example of a bakery product compared with wheat bread.

Keywords: corn flour, buckwheat flour, gluten, organoleptic characteristics, economic efficiency, crumb, acidity, packing, porosity

For citation: Efremova E.N., Belyaev A.I., Petrov N.Yu. et al. The use of corn and buckwheat flour in the production of bakery products. *Novye tehnologii /New technologies*. 2023; 19(4): 72-79. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-72-79>

Развитие хлебопекарной промышленности осуществляется на базе внедрения новой техники, прогрессивной технологии, увеличения выработки хлеба и булочных изделий с различными нетрадиционными добавками, повышающими их биологическую ценность и качество [1, 2, 3].

На данный момент является целесообразным внедрение современных или нетрадиционных сортов муки в хлебопечение для поддержания и улучшения качества хлеба по всем показателям. К традиционным относят следующие сорта пшеничной муки: высший, первый, второй, обойная, ржаная сеянная мука и др. [4, 5, 6]

Цель исследования: Целью исследования является внедрение и использование сочетание различных видов муки в хлебопечение с целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий повышенного качества.

В результате исследований решались следующие задачи:

- изучить органолептические показатели качества экспериментального образца.
- произвести исследование по физико-химическим показателям качества экспериментального образца.
- определить экономическую целесообразность применения новой рецептуры при производстве хлеба.

Методы исследования: Методикой исследований предусматривалось создание новой

рецептуры хлеба из трех видов муки, а именно пшеничной высшего сорта – как основы для создания хлеба, кукурузную и гречневую муку в разных пропорциях.

В кукурузной муке отсутствует белок, что делает данную муку безглютеновой. Кукурузная мука относится к высококалорийному продукту [7, 8].

В муке гречневой отсутствует глютен, наличие в составе гречихи трудноусваиваемых углеводов, за счет которых гречка не слишком сильно повышает уровень сахара в крови, а также то, что белки гречихи отличаются высокой степенью сбалансированности по содержанию незаменимых аминокислот и имеют хорошую усвояемость делает гречневую крупу и гречневую муку особо ценным диетическим продуктом [9, 10].

Исследование проводили на кафедре «Перерабатывающие технологии и продовольственная безопасность» ФГБОУ ВО Волгоградского государственного аграрного университета.

Для полноты и объективности исследований нами было взято две рецептуры хлеба. Первая рецептура – это стандартный хлеб из муки высшего сорта. Вторая рецептура включала в себя хлеб из 50% муки высшего сорта, 40% кукурузной муки и 10% гречневой муки. Для создания именно этой рецептуры нами было проведено 8 контрольных выпечек, что позволило создать идеальную рецептуру (процентное

соотношение разных видов муки) для выпечки и соответствия требованиям ГОСТа 27669-88 для экспериментальной выпечки хлеба.

В соответствии с требованиями ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки» рецептура рассчитывалась на 100 грамм муки: мука – 100 г, соль – 3 г, сахар – 2 г, дрожжи – 4 г, вода – 60 мл.

Исходя из этого нами была разработана рецептура для двух видов хлеба: первый образец – обычный хлеб из муки высшего сорта, именуемый впоследствии контрольный образец; второй образец – хлеб из трех видов муки, именуемый впоследствии как хлеб «Сытный» (табл. 1).

Пробную лабораторную выпечку хлеба проводили безопасным методом.

Результаты: Качество готового выпеченного хлеба в соответствии с ГОСТом проводили по органолептическим показателям. При этом оценивали его внешний вид (форму, поверхность, окраску), состояние мякиша (пропеченность, пористость, эластичность), вкус и запах.

Для более точных данных в наших исследованиях и возможного внедрения данной технологии в производство определение показателей качества физико-химическим показателям производилось по действующему на территории РФ ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная.

Таблица 1

Рецептура хлеба контрольного и экспериментального образца

Table 1

Recipe for control and experimental bread sample

Контрольный образец	Экспериментальный образец
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – 100 г	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта – 50 г
Соль – 3 г	Мука кукурузная – 40 г
Сахар – 2 г	Мука гречневая – 10 г
Дрожжи хлебопекарные – 4 г	Соль – 3 г
Вода – 60 мл	Сахар – 2 г
–	Дрожжи хлебопекарные – 4 г
–	Вода – 60 мл

Таблица 2

Органолептическая оценка качества контрольного и экспериментального образца

Table 2

Organoleptic assessment of control and experimental samples quality

Внешний вид	Показатели качества	Контрольный образец	Экспериментальный образец
	форма	правильная, соответствующая хлебной форме	правильная, соответствующая хлебной форме
	поверхность	Без трещин, гладкая, ровная	Без трещин, гладкая, ровная
	цвет корки	светло-желтый цвет	темно-коричневый цвет
Состояние мякиша	эластичность	средняя	хорошая
	запах	свойственный свежевыпеченному хлебу	с приятным запахом жареной гречневой крупы
	вкус	свойственный свежевыпеченному хлебу	сладковатый, с наличием привкуса жареной гречки
	пропеченность	пропеченный, эластичный	пропеченный, эластичный
	пористость	равномерная, средне развитая, с уплотнениями, тонкостенная, без пустот	равномерная, мелкая, развитая, тонкостенная, без пустот
	промесс	без комочков и следов непромеса	без комочков и следов непромеса
	цвет мякиша	белый	светло-коричневый

Метод пробной лабораторной выпечки хлеба». Результаты органолептических показателей контрольного и экспериментального образца представлена в табл. 2.

После проведения органолептической оценки контрольного и экспериментального образца, с добавлением кукурузной и гречневой муки, наблюдали изменения органолептических показателей качества хлеба, а именно вкус, цвет мякиша, пористость, эластичность, запах и цвет корки. Контрольный образец соответствовал всем показателям для хлеба из муки высшего сорта. По

органолептической оценке оба образца хлеба соответствовали требованиям ГОСТа.

При оценке физико-химических показателей мы определяли пористость, кислотность и влажность мякиша (табл. 3).

Результаты выпечки хлеба показали, что добавление кукурузной и гречневой муки существенно влияют на качественные показатели хлеба по всем качественным характеристикам. Так, из данных таблицы 3 видно, что уже после замеса масса теста у образца хлеба «Сытный» стала увеличиваться и была больше, чем

Таблица 3

Физико-химические показатели качества контрольного и экспериментального образца

Table 3

Physical and chemical quality indicators of the control and experimental samples

Показатели качества		Контрольный образец	Экспериментальный образец
Объем выход хлеба, см ³		504	560
Масса тестовой заготовки, г		211	228
Масса горячего хлеба, г		188	212
Упек, %	%	5	3
	г	23	16
Масса хлеба через 24 часа		185	211
Усушка, %	%	0,09	0,01
	г	3	1
Пористость, %		76	84
Кислотность, град		2,3	2,9
Влажность мякиша, %		37	43

у контрольного образца на 56 г. Затем после выпечки мы видим, что упек у этого же образца был меньше на 7 г и даже усушка была меньше на 2 г, что говорит о хорошей влагоудерживающей способности образца.

По физико-химическим показателям качества видно, что образец под номером два хлеб «Сытный» имел большую пористость за счет большого наличия мелких и ровных пор и влажность мякиша – 43%, что подтверждают упек и усушка образца, однако кислотность образца была близка к возможно допустимой – 2,9 градусов, но все показатели у двух экспериментальных видов хлеба соответствовали требованию ГОСТ 27842-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба» и может производиться в хлебопекарной промышленности.

Для каждого предприятия важно получение прибыли. Был проведен расчет затрат на производства контрольного и экспериментального образца. В таблице 4 представлены затраты на производства хлеба двух образцов.

Из полученных ранее данных мы знаем, что внедрение в рецептуру дополнительного сырья позволит улучшить качество хлеба разрабатываемого по экспериментальной рецептуре, введение в рецептуру нового сырья приводит к увеличению затрат на сырье по сравнению с обычной технологией на 6000 рублей.

Полученные затраты на сырье легли в основу расчета калькуляции готовой продукции (табл. 5).

Исходя из данных таблицы можно сделать вывод, о том что использование новой рецептуры увеличивает затраты на сырье и соответственно производственную себестоимость и полную себестоимость всего на 6000 рублей.

При производстве мы меняем только рецептуру, то есть увеличиваются только затраты на сырье, все остальные показатели такие как транспортно-заготовительные расходы, вспомогательные материалы, электроэнергия на технические нужды, заработная плата с отчислениями на социальные нужды, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, общехозяйственные и коммерческие расходы остаются неизменными.

Таблица 4

Затраты на производство хлеба из 1 т муки

Table 4

Costs of producing bread from 1 ton of flour

Сырье	Контрольный образец			Экспериментальный образец		
	масса, кг	цена, руб/кг	сумма, руб/кг	масса, кг	цена, руб/кг	сумма, руб/кг
Мука пшеничная высшего сорта	1000	35	35000	500	35	17500
Вода	600	—	—	600	—	—
Дрожжи	40	120	4800	40	120	4800
Соль	30	10	300	30	10	300
Сахар	20	50	1000	20	50	1000
Мука кукурузная	—	—	—	400	45	18000
Мука гречневая	—	—	—	100	55	5500
Итого	1690	—	41100	1690		47100

Таблица 5

Калькуляция 1 т готовой продукции

Table 5

Calculation of 1 ton of finished products

Статьи затрат	Сумма затрат на 1 т продукции, руб.	
	контрольный образец	экспериментальный образец
Сырьё	41100	47100
Транспортно-заготовительные расходы	3000	3000
Итоги затрат на материалы и сырьё	44100	50100
Вспомогательные материалы	760	760
Электроэнергия на технические нужды	3110	3110
Заработная плата	2750	2750
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	29	29
Общехозяйственные расходы	1790	1790
Производственная себестоимость	52539	58539
Коммерческие расходы	2145	2145
Полная себестоимость	54684	60684

Экономическая эффективность производства хлеба с использованием различных рецептов приведена в таблице 6.

Итак, данные таблицы об экономической эффективности производства хлеба с добавлением трех видов муки свидетельствует о том, что себестоимость одной единицы такого хлеба незначительно увеличится по сравнению с контрольным образцом, а повышение цены на 5 рублей на

наиболее привлекательную продукцию оказывает положительное влияние и на рентабельность производства. Производить хлеб с повышенными качественными свойствами, а также возможность расширения ассортимента продукции, позволяет повысить прибыль.

Уровень рентабельности был выше контрольного образца и получен на варианте с применением рецептуры хлеба «Сытный» и

Экономическая эффективность производства хлеба с использованием различных рецептур

Таблица 6

Economic efficiency of bread production using various recipes

Table 6

Показатели	Контрольный образец	Экспериментальный образец
Выход готовой продукции, шт.	4739	4386
Затраты на производство, руб.	54684	60684
Полная себестоимость 1 шт. готовой продукции, руб.	11,54	13,84
Отпускная цена 1 шт. готовой продукции, руб.	15,0	20,0
Прибыль от продажи, руб. на 1 шт. готовой продукции	3,46	6,16
Уровень рентабельности, %	29,99	44,55

составил 44%, что на 14% больше при сравнении с контрольным образцом. Наиболее выгодно производить хлеб в сочетании разных видов муки по качественным и экономическим показателям.

Заключение. По результатам органолептической оценки видно, что внесение в рецептуру двух дополнительных видов муки повлияло на органолептические показатели качества хлеба, а именно на вкус, цвет мякиша, пористость, эластичность, запах и цвет корки. По физико-химическим показателям экспериментальный образец имел большую пористость за счет большого наличия мелких и ровных пор, влажность мякиша – 43%, что подтверждают упек и усушка образца, однако кислотность образца была близка к возможно допустимой – 2,9 градусов, все показатели соответствовали требованию ГОСТа и могут производиться в хлебопекарной промышленности. Экономическая

эффективность производства экспериментального хлеба была выше на 14% контрольного образца.

Для усиления своих позиций на рынке хлебобулочных изделий хлебозаводам и малым пекарням, мы считаем, что наиболее выгодно производить хлеб из разных видов муки по качественным и экономическим показателям, так как это нововведение позволит разнообразить ассортимент хлебобулочной продукции, тем самым увеличить прибыль предприятия.

Таким образом, так как хлебобулочная продукция пользуется постоянным и повсеместным спросом у населения, то хлебозаводы и малые пекарни имеют благоприятные условия для увеличения объемов производства. Только при правильной организации производства и реализации хлебобулочных изделий предприятие может получить положительные результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Романов А.С., Давыденко Н.И., Шатнюк Л.Н. и др. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность. Новосибирск; 2005.
2. Кунашева К.Ж., Кодзокова М.Х. Применение овсяной муки в технологиях производства ржанопшеничного хлеба. Новые технологии. 2022; 18(4): 102-108.
3. Ефремова Е.Н. Совершенствование рецептуры пшеничного хлеба добавками, обладающими функциональными и технологическими свойствами. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015; 4(40): 207-213.
4. Матвеева И.В. Ферментные препараты для хлебопекарной отрасли: новые технологии и перспективы применения. Хлебопечение России. 2003; 4: 24-27.
5. Калмыкова Е.В., Ефремова Е.Н. Переработка натурального растительного сырья и использование его в качестве добавок при производстве хлебобулочных изделий. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013; 4(32): 172-177.

6. Кирюхина М., Дубцов Г., Дубцова Г. Новые сорта хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания. Хлебопродукты. 2006; 11: 36-37.
7. Ушакова Ю.В., Паськова Е.М., Рысмукхамбетова Г.Е. и др. Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста на их основе. Новые технологии. 2020; 15(4): 74-83.
8. Казанская Л., Белякина Н., Шилкина Е. Новые диетические хлебобулочные изделия с применением сои. Хлебопродукты. 2011; 10: 20-25.
9. Трубина И.А., Скорбина Е.А. Использование адаптогенов растительного происхождения в технологии хлебобулочных изделий. Современные ресурсосберегающие инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции в СКФО: сборник научных статей LXXVIII научно-практической конференции (Ставрополь, 24-25 апр. 2014 г). Ставрополь; 2014: 135-138.
10. Щербак Е.И. Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий. Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014; 2(3): 94-99.

REFERENCES:

1. Romanov A.S., Davydenko N.I., Shatnyuk L.N. et al. Examination of bread and bakery products. Quality and safety. Novosibirsk; 2005.
2. Kunasheva K.Zh., Kodzokova M.Kh. The use of oat flour in technologies for the production of rye-wheat bread. New technologies. 2022; 18(4): 102-108.
3. Efremova E.N. Improving the recipe of wheat bread with additives that have functional and technological properties. News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2015; 4(40): 207-213.
4. Matveeva I.V. Enzyme preparations for the baking industry: new technologies and application prospects. Bakery industry in Russia. 2003; 4:24-27.
5. Kalmykova E.V., Efremova E.N. Processing of natural plant materials and their use as additives in the production of bakery products. News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and higher professional education. 2013; 4(32): 172-177.
6. Kiryukhina M., Dubtsov G., Dubtsova G. New varieties of bakery products for preventive and therapeutic nutrition. Bakery products. 2006; 11:36-37.
7. Ushakova Yu.V., Paskova E.M., Rysmukhambetova G.E. et al. The influence of the composition of composite mixtures with reduced gluten content on the rheological properties of dough based on them. New technologies. 2020; 15(4): 74-83.
8. Kazanskaya L., Belyakina N., Shilkina E. New dietary bakery products using soy. Bakery products. 2011; 10: 20-25.
9. Trubina I.A., Skorbinina E.A. The use of adaptogens of plant origin in the technology of bakery products. Modern resource-saving innovative technologies for the production and processing of agricultural products in the North Caucasus Federal District: collection of scientific articles of the LXXVIII scientific and practical conference (Stavropol, April 24-25, 2014). Stavropol; 2014: 135-138.
10. Shcherbakova E.I. Justification for the use of non-traditional raw materials in the production of flour confectionery products. Bulletin of SUSU. Series: Food and Biotechnology. 2014; 2(3): 94-99.

Информация об авторах / Information about the authors

Елена Николаевна Ефремова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедры «Технологии производства и экспертизы товаров», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»
elenalob@rambler.ru
тел.: +7 (917) 720 27 70

Александр Иванович Беляев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФНЦ агроэкологии РАН администрации ФНЦ агроэкологии РАН, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук»

Elena N. Efremova, PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Production Technologies and Expertis, FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»
elenalob@rambler.ru
tel.: +7 (917) 720 27 70

Alexander I. Belyaev, Dr Sci. (Agriculture), Professor, Director of the FCS for Agroecology of the RAS, Administration of the FSC for Agroecology of the RAS, FSBSC «Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Reclamation and Protective Afforestation of the RAS»
director@vfanc.ru

director@vfanc.ru

тел.: +7 (844) 296-85-25

Николай Юрьевич Петров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технологии перерабатывающих и пищевых производств»

npetrov60@list.ru

тел.: +7 (904) 776 04 20

Елена Анатольевна Зенина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой «Перерабатывающие технологии и продовольственная безопасность», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

lensara@mail.ru

тел.: +7 (903) 374 10 77

tel.: +7 (844) 296-85-25

Nikolai Y. Petrov, Dr Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Processing and Food Production Technologies

npetrov60@list.ru

tel.: +7 (904) 776 04 20

Elena A. Zenina, PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Processing Technologies and Food Safety, FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»

lensara@mail.ru

tel.: +7 (903) 374 10 77

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 the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 26.10.2023; поступила после рецензирования 29.11.2023; принята к публикации 30.11.2023

Received 26.10.2023; Revised 29.11.2023; Accepted 30.11.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-80-90>

УДК 664.647.3:613.292:641.5

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Использование нетрадиционных рецептурных компонентов для расширения ассортимента пастильных изделий функционального назначения

Ростислав А. Журавлев, Елдена В. Барашкина, Татьяна А. Джум, Майя Ю. Тамова*

*Институт пищевой и перерабатывающей промышленности, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация*

Аннотация. Статья посвящена исследованиям в области разработки кондитерских изделий функционального назначения. Актуальным представляется использование нетрадиционных рецептурных компонентов, обладающих повышенной пищевой ценностью. В качестве основы для проектирования подобных продуктов питания предложены пастильные изделия, содержащие в своем составе технологически необходимые и полезные функциональные компоненты – белок и пектин. Перспективным источником для замены сахара является фруктозо-глюкозный сироп. Объект исследования – пастильные изделия повышенной пищевой ценности с использованием нетрадиционных рецептурных компонентов. В качестве фруктового наполнителя зефира использована айва. Расширяя спектр растительного сырья, применяемого при производстве пастильных изделий, целесообразны бобовые, предположительно обладающие высокой пенообразующей способностью за счет наличия в их составе комплекса поверхностно-активных веществ. Бобовые культуры характеризуются высокой пищевой ценностью, отличаются широким ареалом распространения и включены в рацион питания большинства населения России. Цель работы – разработка кондитерского сахаристого изделия со взбитой структурой – зефира повышенной пищевой ценности с использованием продуктов переработки бобовых культур – аквафабы, а также фруктозо-глюкозного сиропа. В ходе экспериментальных исследований, проведенных на кафедре общественного питания и сервиса КубГТУ, авторами обоснован выбор нетрадиционных сырьевых ресурсов для включения в рецептурный состав и технологию производства зефира с повышенной пищевой ценностью. Проведены исследования и оптимизирован процесс пенообразования и пеноустойчивости дисперсных систем на основе аквафабы консервированного нута. Разработана технология и рецептура зефира с повышенной пищевой плотностью на основе пюре из айвы, аквафабы консервированного нута и фруктозо-глюкозного сиропа. Исследованы основные потребительские свойства готовой продукции: органолептические показатели, химический состав, пищевая ценность, гигиенические показатели безопасности. Выводы: при разработке кондитерских изделий достигнуто повышение их пищевой ценности, снижение калорийности, замены сахарозы на подсластители натурального происхождения, что позволяет рекомендовать их для включения в рацион людям, страдающим диабетом.

Ключевые слова: зефир, айва, аквафаба консервированного нута, фруктозо-глюкозный сироп, технология, рецептура, процесс пенообразования, пеноустойчивость дисперсных систем, пищевая ценность, микробиологические исследования

Для цитирования: Журавлев Р.А., Барашкина Е.В., Джум Т.А. и др. Использование нетрадиционных рецептурных компонентов для расширения ассортимента пастильных изделий функционального назначения. *Новые технологии* / *New technologies*. 2023; 19(4): 80-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-80-90>.

The use of non-traditional prescription components to expand the range of functional pastille products

Rostislav A. Zhuravlev, Elena V. Barashkina, Tatiana A. Dzhum, Maya Yu. Tamova*

*Institute of Food and Processing Industry, FSBEI HE «Kuban State Technological University»; 2
Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation*

Abstract. The article investigates the development of functional confectionery products. It seems relevant to use non-traditional recipe components with increased nutritional value. As a basis for the design of such food products, pastille products containing technologically necessary and useful functional components – protein and pectin – are proposed. A promising source for replacing sugar is fructose-glucose syrup. The object of the research is pastille products with increased nutritional value using non-traditional recipe components. Quince was used as a fruit filling for marshmallows. Expanding the range of plant raw materials used in the production of pastille products, it is advisable to use legumes, which supposedly have a high foaming ability due to the presence of a complex of surfactants in their composition. Legumes are characterized by high nutritional value, have a wide distribution area and are included in the diet of the majority of the Russian population. The purpose of the research is to develop a confectionery sugary product with a whipped structure – marshmallows of increased nutritional value using processed legume products – aquafaba, as well as fructose-glucose syrup. In the course of experimental studies conducted at the Department of Public Nutrition and Service of the Kuban State Technical University, the authors substantiated the choice of non-traditional raw materials to be included in the recipe composition and technology for the production of marshmallows with increased nutritional value. Research has been carried out and the process of foaming and foam resistance of dispersed systems based on aquafaba of canned chickpeas has been optimized. The technology and the recipe for marshmallows with increased nutritional density have been developed based on quince puree, aquafaba, canned chickpeas and fructose-glucose syrup. The main consumer properties of the finished product have been studied: organoleptic characteristics, chemical composition, nutritional value, hygienic safety indicators. The conclusions: in the development of confectionery products, an increase in their nutritional value, a reduction in calorie content, and the replacement of sucrose with sweeteners of natural origin have been achieved, which makes it possible to recommend them for inclusion in the diet of people suffering from diabetes.

Keywords: marshmallow, quince, canned chickpea aquafaba, fructose-glucose syrup, technology, formulation, foaming process, foam stability of dispersed systems, nutritional value, microbiological studies

For citation: Zhuravlev R.A., Barashkina E.V., Dzhum T.A. et al. The use of non-traditional prescription components to expand the range of functional pastille products. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 80-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-80-90>

Введение. Пищевые продукты являются многокомпонентными микрогетерогенными дисперсными системами, обладающими способностью к структурированию. К одной из ключевых задач, стоящих перед технологами пищевой промышленности, можно отнести проектирование заданной структуры и формы пищевых изделий с оптимальными потребительскими характеристиками [1]. Среди кондитерской продукции большой популярностью пользуются изделия пенной структуры (зефир, пастила) благодаря вкусовым достоинствам и высокой пищевой ценности.

В технологии пастильных изделий основной технологической стадией является сбивание, связанное с введением воздушной фазы для получения масс пенообразной структуры [2]. В этих целях используют сырье, обладающее высокой пенообразующей способностью, от концентрации которого, его природы и свойств во многом зависят структура и вкус изделий. Из сахаристых

кондитерских изделий в качестве объекта исследования выбран зефир, при изготовлении которого в традиционном рецептурном составе в качестве пенообразующего компонента используют яичный белок в свежем, замороженном или сухом виде. Недостатками яичного белка являются аллергенность, низкая температура его денатурации (от 59 °C до 61 °C) [3, 4]. В связи с этим технологический процесс осуществляется при температуре не более 60 °C в сахарно-паточно-агаровом сиропе для сохранения пенообразующей способности белка.

Зефир относится к желированной продукции. При производстве пищевых систем используют несколько видов структурообразователей различного происхождения. Приоритетом является использование натуральных структурообразователей. В традиционной технологии производства зефира в качестве структурообразователя используют агар-агар, представляющий собой смесь двух полисахаридов,

содержащихся в клеточных стенках красных морских водорослей [5]. Раствор агар-агара дает плотные гели, затвердевающие при температуре 36–42 °С. Структурообразование растворов происходит даже при небольших концентрациях агар-агара в растворе 0,04% [6].

Перспективным направлением в области разработки продуктов питания функционального назначения является использование нетрадиционных рецептурных компонентов, обладающих повышенной пищевой ценностью за счет содержащихся в них витаминов, аминокислот, пищевых волокон. Целесообразным представляется использование в качестве пенообразователей источников растительного происхождения, содержащие ценные компоненты в виде естественных соединений, лучше усваиваемых организмом. Так, основными поверхностно-активными веществами в растительных тканях являются белки, сапонины, пектины, а роль стабилизаторов пен и эмульсий присуща крахмалу и слизи. Наличие большого количества белковых веществ и сапонинов в бобовых и крупяных культурах позволяют предполагать у них способность образовывать и стабилизировать пены и эмульсии. Авторами статьи исследована пенообразующая способность систем на основе фасоли, чечевицы и гороха (бобовые системы).

Аквафаба – это жидкость, в которой был приготовлен или сохранен любой бобовый, нут, фасоль, горох, в основном состоит из углеводов, белков и других растворимых веществ растений, которые переходят из бобовых в водный раствор в процессе варки. Благодаря сочетанию компонентов, данная жидкость приобретает эмульгирующие и пенообразующие свойства. Установлено, что пенообразователи, полученные из бобовых культур, обладают рядом преимуществ: в течение очень долгого времени взбитая масса проявляет стойкость; производительность взбивания не страдает от использования горячего сиропа, что благоприятно с точки зрения микробиологических свойств; объем пены не снижается в отличие от яичного альбумина, если взбивание продолжается несколько дольше; в присутствии жира взбитая масса очень стабильна, что позволяет аэрировать конфетную массу с тертым орехом; обладает слабовыраженными вкусо-ароматическими характеристиками. Аквафаба подходит вегетарианцам и людям, страдающим аллергией и непереносимостью яиц. Аквафаба также обладает вяжущим, желеобразующим и загущающим действием [7, 8].

Недостаток зефира и других кондитерских изделий – присутствие в их составе сахара, чрезмерное употребление которого вызывает множество заболеваний, что позволяет их отнести к категории продуктов, обладающих несбалансированным пищевым профилем с высоким гликемическим индексом. Использование

физиологически активных ингредиентов, а также исключение из рецептурного состава легкоусвояемых углеводов позволяет провести коррекцию пищевого профиля целевого продукта и придать ему дополнительные полезные свойства. Подсластители, сахарозаменители добавляются к продуктам питания для придания им сладкого вкуса и снижения сахароемкости проектируемого продукта питания.

Известна технология производства зефира диетической направленности с использованием фруктозы, способной подвергаться процессу расщепления без участия инсулина [9]. Установлено, что рецептурный состав зефира с включением фруктозы обладает повышенной пенообразующей способностью за счет снижения поверхностного натяжения пастильной массы. К недостаткам зефира с добавлением фруктозы в качестве подсластителя в его высокой гигроскопичности, что снижает срок хранения.

Актуальным представляется разработка технологии производства зефира с заменой сахарозы на фруктозо-глюкозный сироп (ФГС), который обладает рядом преимуществ: характеризуется более низкой стоимостью; процесс усваивания организмом человека происходит интенсивнее; энергетическая емкость изделий способна снижаться на 1/3; считается более технологичным ингредиентом за счет отсутствия операций предварительной подготовки (просеивания дозирования, магнитной сепарации), легкого дозирования и растворения. Помимо этого, ФГС стабилизирует уровень сахара в крови человека и может быть рекомендован для больных сахарным диабетом; содержит в своем составе фруктоолигосахариды, что придает ему пребиотические свойства и рекомендуется к включению в рацион больным в период восстановления нарушенных функций желудочно-кишечного тракта [10].

Целью настоящей работы являлась разработка технологии и рецептуры зефира повышенной пищевой ценности с использованием фруктозо-глюкозного сиропа и аквафабы бобовых культур. В качестве основных видов сырья использованы фруктозо-глюкозный сироп (ФГС) LFX10G60 марки «Cargill»; нут по ГОСТ 8758; нут консервированный марки «Bonduelle»; чечевица по ГОСТ 7066; чечевица консервированная марки «Bonduelle»; белая фасоль по ГОСТ 7758; фасоль консервированная по ГОСТ Р 54679 марки «Bonduelle»; агар-агар высшего сорта по ГОСТ 16280; яйцо куриное пищевое по ГОСТ 31654; плоды и фрукты, выращенные на территории Краснодарского края (яблоки, айва обыкновенная); лабораторные образцы зефира, произведенные по традиционной и усовершенствованной рецептурам.

Методы. Исследование рецептурных компонентов, образцов сахаристых кондитерских изделий проводили в лабораторных условиях на кафедре общественного питания и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар. Определение массовой доли сухих веществ в сахарных сиропах проводили рефрактометрическим методом. Определение влаги и сухих веществ проводили по ГОСТ 5900. Определение степени измельчения и плотности пористых изделий проводили по ГОСТ 5902. Определение органолептических показателей проводили по ГОСТ 5897. Определение общей кислотности проводили по ГОСТ 5898. Взбивание пищевых систем производили погружным блендером. Кратность пены определяли методом взбивания и расчетным путем. Стабильность пены, %, определяли через различные промежутки времени после взбивания. Кинематическую вязкость определяли с помощью вискозиметра капиллярного типа ВПЖ-2м-2.37. Энергетическую ценность разработанных продуктов определяли по химическому составу. Определение микробиологических показателей проводили в соответствии с ТР ТС 021/2011 по ГОСТ 10444.12, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 31659, ГОСТ 31747, ГОСТ 31904. Все опыты проводили в трехкратной повторности. Вычисления проводили на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Statistica 15.0, MSExcel.

Результаты и обсуждение. Выбор рецептурного состава производства зефира повы-

шенной пищевой ценности обоснован исследованиями химического состава фруктового сырья. В традиционной рецептуре зефира растительная основа представлена яблочным пюре, отличающимся значительным содержанием пектиновых веществ и не менее 15% сухих веществ. В качестве альтернативы предложено использование айвы обыкновенной, пищевая ценность которой характеризуется высоким содержанием моносахаридов, органических кислот, витаминов (А, В₁, В₂, С, Р), минеральных и других биологически активных веществ, пектинов. В отличие от яблок, в айве повышенное содержание пищевых волокон и витамина С. Для получения пюре плоды айвы подвергали сортировке, двукратной мойке, удаляли несъедобные части (плодоножку, семенную камеру), запекали в жарочном шкафу до размягчения на противнях с небольшим количеством воды и охлаждали. Плоды, подвергнутые тепловой обработке, измельчали на протирочной машине с диаметром отверстий не более 1,5 мм. Для дальнейшего использования пюре в качестве фруктового наполнителя его подвергали увариванию до содержания сухих веществ 10% с последующим охлаждением.

Выбор оптимального пенообразователя для производства зефира с повышенной пищевой ценностью обосновывали на определении пенообразующей способности растворов аквафабы, полученных из различных бобовых культур; нута, чечевицы и белой фасоли, в том числе как свежеприготовленных, так и консервированных

Органолептические показатели аквафабы бобовых культур

Таблица 1

Наименование показателя	Наименование бобовой культуры					
	Нут		Чечевица		Белая фасоль	
	Свеже-приготовленный раствор	Консервированный раствор	Свеже-приготовленный раствор	Консервированный раствор	Свеже-приготовленный раствор	Консервированный раствор
Внешний вид и консистенция	Неоднородная жидкость (есть осадок)	Однородная вязкая жидкость	Неоднородная жидкость (есть осадок)	Однородная вязкая жидкость	Неоднородная жидкость (есть осадок)	Однородная вязкая жидкость
Вкус и запах	Безвкусный, слабый запах нута	Слабо-соленый, насыщенный запах нута	Безвкусный, слабый запах чечевицы	Слабо-соленый, насыщенный запах чечевицы	Безвкусный, слабый запах фасоли	Слабо-соленый, насыщенный запах фасоли
Цвет	Темно-желтый	Светло-желтый	Темно-зеленый	Темно-желтый	Темно-желтый	Темно-желтый

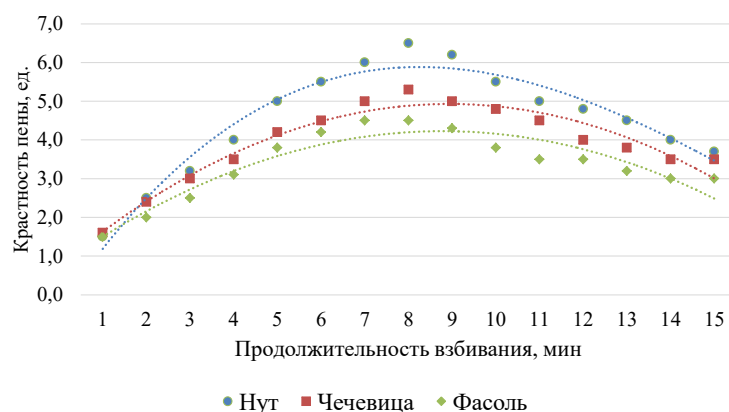


Рис. 1. Зависимость изменения кратности пен консервированных экстрактов бобовых культур от продолжительности взбивания

Fig. 1. Dependence of the change in the multiplicity of foams of canned bean extracts on the duration of whipping

экстрактов. Органолептические показатели представлены в таблице 1.

В результате органолептического анализа установлено, что лучшие показатели соответствуют образцам, полученным из консервированной продукции бобовых [11].

Исследовали зависимость изменения кратности пен, полученных из консервированных экстрактов бобовых культур, от продолжительности взбивания. Взбивание проводили при температуре 20 ± 2 °C при скорости 500 об/мин (см. рис. 1). Согласно данным рисунка 1, наилучшей пенообразующей способностью обладает аквафаба нута при времени взбивания не более 10 минут. При более продолжительном времени механического воздействия наблюдается разрушение пенно-ячеистой структуры пищевой системы.

Физико-химические показатели растворов аквафабы консервированных бобов нута представлены в таблице 2.

Установлено, что с увеличением температуры взбивания пенообразующая способность, а также устойчивость пенной системы возрастает, а затем начинает снижаться. Изначальное увеличение кратности пены вероятно

обусловлено процессом увеличения капиллярного давления внутри пузырьков, вызванного повышением температуры пищевой системы, что в свою очередь приводит к росту скорости диффузионного переноса газа и увеличению степени растворения поверхностно-активных веществ. Дальнейшее увеличение теплового воздействия способствует снижению устойчивости пены, за счет интенсификации процесса истечения жидкости из пленок пены и изменения условий гидратации полярных групп поверхностно-активных веществ [12, 13]. Кинематическая вязкость пищевых систем на основе аквафабы снижается пропорционально росту температуры технологического процесса [14]. Оптимальная температура взбивания аквафабы составляет от 35 °C до 40 °C. При производстве зефира продолжительность взбивания яблочного-сахарной смеси с яичным белком составляет в среднем от 8 до 12 мин, средняя скорость взбивания – 500 об/мин. При увеличении продолжительности взбивания свыше 10 мин происходит снижение кратности получаемой пены. Поэтому оптимальное время взбивания аквафабы консервированных бобов нута составляет 10 мин при скорости взбивания 500 об/мин.

Физико-химические показатели аквафабы консервированных бобов нута при температуре 20 ± 2 °C

Physico-chemical parameters of canned chickpea beans at a temperature of 20 ± 2 °C

Наименование показателя	Значение показателя
Плотность, кг/м ³	1110±30
Кинематическая вязкость, сПз	5,8±0,3
Кратность получаемой пены, ед.	5,4±0,1
Общий объем получаемой пены с банки объемом 1000 г, мл/банка	1120±20
Массовая доля сухих веществ, %	7,0±0,3

Таблица 3

Рецептуры клеевого сиропа

Table 3

Formulations of glue syrup

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг на загрузку			
		Контроль		Сироп с ФГС	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар–песок	99,85	64,40	64,30	–	–
Патока	78,00	25,80	20,12	–	–
Агар–агар	85,00	1,58	1,35	1,58	1,35
ФГС	80,00	–	–	105,54	84,43
Итого	–	91,78	85,77	91,78	85,77
Выход	85,00	100,00	85,00	100,00	85,00

Таблица 4

Рецептуры зефира

Table 4

Marshmallow Recipes

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья, кг на загрузку			
		Контроль		Зефир «Айвовый»	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	33,20	33,15	25,74	25,70
Пюре яблочное	10,00	39,84	3,98	–	–
Пюре айвовое	10,00	–	–	45,60	4,56
Белок яичный	12,00	6,63	0,80	–	–
Аквафаба	7,0	–	–	13,0	0,91
Сироп клеевый	85,00	55,18	46,90	–	–
Сироп клеевый с ФГС	85,00	–	–	63,16	53,69
Кислота молочная	40,00	0,69	0,28	0,79	0,32
Эссенция ванильная	–	0,10	–	0,11	–
Итого	–	135,65	85,11	148,40	85,17
Выход	82,50	100,00	82,50	100,00	82,50

Для разработки технологии зефира за контрольный образец взята рецептура № 14 «Зефир «Ванильный»» [15]. В традиционной технологии производства клеевого сиропа для зефира в качестве антикристаллизатора используют крахмальную патоку. Предложена замена смеси сахара и патоки крахмальной на фруктозо-глюкозный сироп в пропорции 1:1. Рецептуры клеевого сиропа представлены в таблице 3.

Замену яичного белка на аквафабу производили в пропорции 1:1 по сухому веществу. Сладость фруктозо-глюкозного сиропа составляет 130% от сладости сахарозы, что позволяет пропорционально уменьшить массовую долю сахара в рецептуре. Рецептуры зефира с добавлением аквафабы и фруктозо-глюкозного сиропа на основе айвового пюре представлены в таблице 4.

Для производства зефира айвового предварительно получают клеевый сироп: агар-агар соединяют с фруктозо-глюкозным сиропом и уваривают смесь до массовой доли влаги от 15% до 16%. Айвовое пюре с массовой долей сухих веществ 10% соединяют с сахаром. Аквафабу подогревают до температуры 35 °С и взбивают в течение 10 мин при скорости 500 об/мин. Затем в айвово-сахарную смесь вводят взбитую аквафабу, перемешивают в течение 1 мин до однородной массы и добавляют горячий (с температурой от 80 °С до 85 °С) клеевой сироп и добавки. Смесь подают на взбивание. Пастильную массу немедленно подают на формование. Зефир после отсадки отдельных половинок выстаивают при температуре от 20 °С до 25 °С в течение 3–4 ч, а затем сушат при температуре от 35 °С до 40 °С

и относительной влажности воздуха от 50% до 60% в течение 5–6 ч. Массовая доля влаги готового зефира не более 15%.

Установлено, что при введении фруктозо-глюкозного сиропа в зефирную массу на основе пюре из айвы и аквафабы вместо стандартного клеевого сиропа рост плотности зефирной массы в процессе взбивания заметно ниже, а пенообразующая способность – выше. Данный факт можно объяснить наличием в рецептурном составе сиропа фруктозы, способствующей снижению поверхностного натяжения раствора за счет уменьшения затрачиваемой работы на получение пены одинакового объема. Фруктоза составляет большую часть фруктозо-глюкозного сиропа и,

являясь моносахаридом, по сравнению с сахарозой легче растворяется в воде, образуя менее стойкие гидраты вследствие меньшей прочности в них водородных связей [16].

Авторы исследовали физико-химические показатели качества зефира «Айвовый», полученного по новой технологии (таблица 5).

Из полученных данных таблиц 5–6 видно, что разработанное сахаристое кондитерское изделие по основным физико-химическим и органолептическим показателям соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТ 6441. Произвели расчет пищевой ценности разработанной кондитерской продукции в 100 г образцов зефира (таблица 7).

Таблица 5

Физико-химические показатели зефира «Айвовый»

Table 5

Physico-chemical parameters of marshmallow «Quince»

Наименование показателя	Значение показателя	
	Контроль	Зефир «Айвовый»
Плотность, г/см ³	0,54	0,58
Общая кислотность, град.	2,50	2,80
Массовая доля фруктового сырья в зефирной массе, %	29,30	31,00
Массовая доля влаги, %	от 16 до 22	от 17,5 до 22,5

Исследовали органолептические показатели зефира «Айвовый», полученного по новой технологии (таблица 6) [2].

Таблица 6

Органолептические показатели зефира «Айвовый»

Table 6

Organoleptic characteristics of marshmallow «Quince»

Наименование показателя	Характеристика	
	Контроль	Зефир «Айвовый»
Вкус и запах	Вкус в меру сладкий, приятный, с ароматом яблок без постороннего привкуса и запаха	Вкус в меру сладкий, приятный, с ароматом айвы без постороннего привкуса и запаха
Цвет	От белого до светло-серого, равномерный	
Консистенция	Мягкая, нежная, пенообразная, легко поддающаяся разламыванию, без пустот и пузырей	
Поверхность	Свойственная данному наименованию продукта, без грубого затвердевания на боковых гранях и выделения сиропа	

По сравнению с контрольным образцом энергетическая ценность изделия уменьшилась на 5,2%, количество пищевых волокон увеличилось в 3,5 раза, витамина С – в 2,6 раза, β-каротина – в 15,2 раза. Установили суммарное восполнение по макронутриентам и витаминам на 100 ккал (пищевая плотность) разработанного изделия по сравнению с контрольным образцом (таблица 8).

Показатель пищевой плотности у разработанного образца зефира «Айвовый» больше, чем у контрольного образца в 2,9 раза.

Результаты микробиологических испытаний образцов зефира «Айвовый» в соответствии с допустимыми нормами (ТР ТС 021/2011) представлены в таблице 9.

Таким образом, по показателям качества и микробиологическим показателям

Таблица 7

Пищевая ценность зефира на 100 г продукции

Table 7

Nutritional value of marshmallows per 100 g of products

Показатель	Контроль	Зефир «Айвовый»
Белки, г	1,00	0,45
Жиры, г	1,14	0,22
Углеводы, г	88,05	87,00
Пищевые волокна, г	0,44	1,55
Зола, г	0,29	0,35
<i>Микроэлементы</i>		
Натрий, мг	25,0	7,7
Калий, мг	65,7	66,6
Кальций, мг	11,1	16,3
Магний, мг	5,2	8,2
Фосфор, мг	15,4	16,3
Железо, мкг	0,9	1,8
<i>Витамины</i>		
Витамин С, мг	4,0	10,5
β-каротин, мг	12,0	182,4
Энергетическая ценность, ккал	355,1	336,6

Таблица 8

Пищевая плотность зефира

Table 8

Nutritional density of marshmallows

Наименование продукта	Пищевая плотность мг на 100 ккал
Контроль «Зефир «Ванильный»	138,4
Зефир «Айвовый»	308,0

разработанный зефир «Айвовый» повышенной пищевой ценности полностью соответствует требованиям предъявляемым требованиям ТР ТС 021/2011 к пищевой продукции.

Вывод. Проведены исследования, формирующие качество и безопасность функциональных

пастильных изделий. Ассортимент новой продукции учитывает ее потребление людьми, страдающими определенными алиментарными заболеваниями. Актуальным направлением при производстве кондитерской продукции является использование нетрадиционного

Таблица 9

Микробиологические показатели зефира «Айвовый»

Table 9

Microbiological indicators of marshmallow «Quince»

Наименование показателя	Допустимые уровни	Значение показателя
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы в 25 г продукта	не допускается	не обнаружено
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	1·10 ³	240
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, г (см ³)	0,1	не обнаружено
Плесени КОЕ/г, не более	100	15
Дрожжи КОЕ/г, не более	50	2

растительного сырья – бобовых культур, обладающих комплексом биологически активных и функционально-технологических свойств. В качестве замены сахара при производстве пастильных кондитерских изделий перспективным представляется использование фруктозоглюкозного сиропа, представляющего собой высококонцентрированный гидролизированный растительный экстракт с массовой долей сухих веществ от 50% до 75%. Замена сахарозы

на подсластители натурального происхождения позволит не только снизить калорийность продукции, но и рекомендовать ее для включения в рацион людям страдающим диабетом. Исследования проводились с использованием оборудования ЦКП «Исследовательский центр пищевых и химических технологий КубГТУ» (СКР_3111), развитие которого осуществляется при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение ¹ 075-15-2021-679).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джум Т.А., Тамова М.Ю. Инновации в индустрии питания: учебное пособие. Краснодар: КубГТУ; 2023.
2. Шегута А.Д., Дунец Е.Г., Журавлев Р.А. Разработка аэрированной основы с включением пищевых волокон для кондитерского производства. Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня образования ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (Краснодар, 14-16 сент. 2017 г.). Краснодар: КубГТУ; 2017.
3. Starmer D., Coate K., Terry P. The Effects of Creating a Vegan Alternative to Hard Meringues by Substituting Aquafaba for Egg Whites. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2018; 118: A51.
4. Заикина М.А., Старкова А.В., Грешилов Е.Т. и др. Пищевая ценность зефира без яичного белка и сахара. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2023; 1: 60-65.
5. Волкова А.И. Загустители, используемые при производстве зефира. *Вестник науки*. 2021; 1(6): 191-195.
6. Krasulya O.N., Dunchenko N.I., Yankovskaya V.S. et al. The effects of ultrasonic treated whey on the structure formation in food systems based on whey in combination with pectin and agar-agar. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2022; 88: 106073.
7. Buhl T.F., Christensen C.H., Hammershøj M. Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior. *Food Hydrocolloids*. 2019; 96: 354-364.
8. He Y., Meda V., Reaney M.J.T. et al. Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 111: 27-42.
9. Позднякова О.Г., Егушова Е.А., Тыщенко Е.А. Разработка технологии производства кондитерских изделий функционального назначения. *Техника и технология пищевых производств*. 2018; 48(3): 90-95.
10. Назаренко М.Н., Дроздов Р.А., Бархатова Т.В. и др. Получение и применение фруктозоглюкозного сиропа из клубней топинамбура. *Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ»*. 2017; 5: 23-30.
11. Могильный М.П., Шленская Т.В., Лежина Е.А. Контроль качества продукции общественного питания: учебник. М.: ДеЛи плюс; 2016.
12. Тормозов И.В. Использование пен в пищевой промышленности. *Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования*. 2017; 6: 356-358.
13. Setarehnejad A., Hall N. An Investigation in the Characteristics and Properties of Aquafaba and Its Use in Large Scale Manufacturing. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2021; 121: F17.
14. Царева Н.И., Артемова Е.Н. Бобовые в технологии продуктов питания со взбивной структурой. Орел; 2014.
15. Сборник основных рецептов сахаристых кондитерских изделий. СПб: ГИОРД; 2000.
16. Montañez-Soto J.L., González-Hernández L.H., Venegas-González J. et al. Effect of the fructose and glucose concentration on the rheological behavior of high fructose syrups. *African Journal of Biotechnology*. 2013; 12: 1401-1407.

REFERENCES:

1. Dzhum T.A., Tamova M.Yu. Innovations in the food industry: a textbook. Krasnodar: KubSTU; 2023.
2. Sheguta A.D., Dunets E.G., Zhuravlev R.A. Development of an aerated base containing dietary fiber for confectionery production. *Bakery, confectionery and pasta products of the 21st century: materials*

of the V International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the formation of the Kuban State Technological University (Krasnodar, September 14-16, 2017). Krasnodar: KubSTU; 2017.

3. Starmer D., Coate K., Terry P. The Effects of Creating a Vegan Alternative to Hard Meringues by Substituting Aquafaba for Egg Whites. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2018; 118:A51.

4. Zaikina M.A., Starkova A.V., Greshilov E.T. et al. Nutritional value of marshmallows without egg white and sugar. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2023; 1: 60-65.

5. Volkova A.I. Thickeners used in the production of marshmallows. *Bulletin of Science*. 2021; 1(6): 191-195.

6. Krasulya O.N., Dunchenko N.I., Yankovskaya V.S. et al. The effects of ultrasonic treated whey on the structure formation in food systems based on whey in combination with pectin and agar-agar. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2022; 88:106073.

7. Buhl T.F., Christensen C.H., Hammershøj M. Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior. *Food Hydrocolloids*. 2019; 96: 354-364.

8. He Y., Meda V., Reaney M.J.T. et al. Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 111: 27-42.

9. Pozdnyakova O.G., Egushova E.A., Tyshchenko E.A. Development of technology for the production of functional confectionery products. *Equipment and technology of food production*. 2018; 48(3): 90-95.

10. Nazarenko M.N., Drozdov R.A., Barkhatova T.V. et al. Preparation and use of fructose-glucose syrup from Jerusalem artichoke tubers. *Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU»*. 2017; 5:23-30.

11. Mogilny M.P., Shlenskaya T.V., Lezhina E.A. Quality control of public catering products: textbook. M.: DeLi plus; 2016.

12. Tormozov I.V. Use of foams in the food industry. *Education and science without borders: fundamental and applied research*. 2017; 6: 356-358.

13. Setarehnejad A., Hall N. An Investigation into the Characteristics and Properties of Aquafaba and Its Use in Large Scale Manufacturing. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2021; 121: F17.

14. Tsareva N.I., Artemova E.N. Legumes in the technology of food products with a whipped structure. *Orel*; 2014.

15. Collection of basic recipes for sugary confectionery products. SPb: GIORD; 2000.

16. Montañez-Soto J.L., González-Hernández L.H., Venegas-González J. et al. Effect of the fructose and glucose concentration on the rheological behavior of high fructose syrups. *African Journal of Biotechnology*. 2013; 12: 1401-1407.

Информация об авторах / Information about the authors

Ростислав Андреевич Журавлев, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук ФГБОУ ВО «КубГТУ»

irostx@gmail.com

тел.: +7 (918) 156 35 89

Елена Владимировна Барашкина, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «КубГТУ»

evb11@yandex.ru.

тел.: +7 (960) 475 51 63

Татьяна Александровна Джум, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «КубГТУ»

tatalex7@mail.ru

тел.: +7 (903) 458 05 45

Майя Юрьевна Тамова, заведующая кафедрой общественного питания и сервиса,

Rostislav A. Zhuravlev, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Public Catering and Service, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

irostx@gmail.com

tel.: +7 (918) 156 35 89

Elena V. Barashkina, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Public Catering and Service, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

evb11@yandex.ru

tel.: +7 (960) 475 51 63

Tatiana A. Dzhum – PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Public Catering and Service, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

tatalex7@mail.ru;

tel.: +7 (903) 458 05 45

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

доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО
«КубГТУ»,
tamova_maya@mail.ru
тел.: +7 (918) 414 14 54

Service, FSBEI HE «Kuban State Technological
University»
tamova_maya@mail.ru;
tel.: +7 (918) 414 14 54

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 the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 09.10.2023; поступила после рецензирования 23.11.2023; принята к публикации 24.11.2023

Received 09.10.2023; Revised 23.11.2023; Accepted 24.11.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-91-96>

УДК: 664.951.65:664.8.031

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Влияние растительных компонентов на микробиологические и окислительные процессы в сухих рыбопродуктах при хранении

Светлана В. Золотокопова*, Корума Ибрахим,
Анастасия А. Неваленная, Екатерина Ю. Лебедева

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»;
ул. Татищева, 16, г. Астрахань, 414056, Российская Федерация

Аннотация. Актуальным вопросом пищевой промышленности является обеспечение населения полноценным питанием. Согласно концепции здорового питания человеку необходимо увеличить употребление растительных продуктов питания, не снижая употребления продуктов, содержащих полноценный белок. Нами были созданы сухие рыбопродукты, в виде пищевых концентратов, содержащие все необходимые макро- и микронутриенты. Целью исследования было изучение влияния растительных компонентов на микробиологические и окислительные процессы сухих рыбных и рыбопродуктов при хранении. Для достижения намеченной цели решались задачи по определению микробиологических показателей и продуктов окисления в начале и конце периода хранения. Хранение сухих рыбопродуктов осуществлялось в течение 12 месяцев в полимерной упаковке при температуре плюс $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Все анализы проводились по общепринятым стандартным методикам. В результате проведенных исследований установлено, что микробиологические показатели сухого рыбопродукта, из-за добавления овощей и кукурузной муки выше, чем у сухого рыбного продукта (соответственно $0,5 \times 10^4$ и $0,2 \times 10^4$ КОЕ на 1 г), но в процессе хранения бактериальная обсемененность сухих рыбопродуктов уменьшается с $0,5 \times 10^4$ до $0,1 \times 10^4$ КОЕ на 1 г продукта. Также растительные компоненты влияют на окислительные процессы в сухом рыбопродукте. Кислотное число в образцах сухого рыбного продукта повышается с 0,71 до 2,67 мг КОН, а в образцах сухого рыбопродукта – с 0,65 до 1,87 мг КОН по истечении 12 месяцев хранения. Таким образом, растительные компоненты тормозят процесс окисления и сохраняют качество продукта в процессе хранения.

Ключевые слова: сухой рыбопродукт, растительные компоненты, микробиологические показатели, окислительные процессы

Для цитирования: Золотокопова С.В., Корума И., Неваленная А.В. и др. Влияние растительных компонентов на микробиологические и окислительные процессы в сухих рыбопродуктах при хранении. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 91-96. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-91-96>

The influence of plant components on microbiological and oxidative processes in dry fish and plant products during storage

Svetlana V. Zolotokopova*, Ibrahim Koroma, Anastasia A. Nevalennaya, Ekaterina Y. Lebedeva

FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»;
16 Tatishchev Str., Astrakhan, 414056, the Russian Federation

Abstract. A pressing issue in the food industry is providing the population with adequate nutrition. According to the concept of healthy eating, a person needs to increase the consumption of plant foods without reducing the consumption of foods containing complete protein. We have created dry fish and plant products, in the form of food concentrates, containing all the necessary macro- and micronutrients. The purpose of the research was to study the influence of plant components on the microbiological and oxidative processes of dry fish and fish-plant products during storage. To achieve the intended goal, the tasks of determining microbiological indicators and oxidation products at the beginning and end of the storage period were solved. Storage of dry fish and plant products was carried out for 12 months in polymer packaging at a temperature of plus $20 \pm 5^\circ\text{C}$. All analyses were carried out using generally accepted standard methods. As a result of the studies, it was established that the microbiological indicators of a dry fish-plant product, due to the addition of vegetables and corn flour, were higher than those of a dry fish product (0.5×10^4 and 0.2×10^4 CFU per 1 g, respectively), but during storage the bacterial contamination of dry of fish and plant products decreased from 0.5×10^4 to 0.1×10^4 CFU per 1 g of product. Also, plant components affected the oxidative processes in dry fish and vegetable products. The acid number in samples of dry fish product increased from 0.71 to 2.67 mg of KOH, and in samples of dry fish-plant product – from 0.65 to 1.87 mg of KOH after 12 months of storage. Thus, plant components inhibited the oxidation process and maintain the quality of the product during storage.

Keywords: dry fish and vegetable product, plant components, microbiological indicators, oxidative processes

For citation: Zolotokopova S.V., Koroma I., Nevalennaya A.V. et al. The influence of plant components on microbiological and oxidative processes in dry fish and plant products during storage. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 91-96. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-91-96>

Введение. Обеспечение полноценным питанием населения – основная задача пищевой промышленности. На рынке существует большое количество пищевых добавок, которые выполняют роль ароматизаторов, но не повышают пищевой ценности продукта.

Согласно концепции здорового питания человеку необходимо увеличить употребление растительных продуктов питания, не снижая употребления продуктов, содержащих полноценный белок. Рыба, считается уникальным продуктом питания, она содержит не только белок, но и полиненасыщенные жирные кислоты, типа омега-3, необходимые для функционирования сердечно-сосудистой системы. Белок, содержащийся в рыбном сырье, из-за особенностей строения, легко усваивается организмом человека [1, с. 827]. На основе рыбного и растительного сырья создаются различные функциональные продукты питания [2, с. 255]. Многие ученые разрабатывают методологические подходы, учитывающие не только пищевую ценность, но и потребительскую привлекательность продуктов [3, с. 99]. Не менее важным является анализ микробиологических и окислительных процессов, происходящих при хранении готовых продуктов [4, с. 255]. Особенно это важно для рыбных продуктов, так как рыбий жир очень быстро окисляется под воздействием света, температуры и кислорода воздуха [5, с. 55]. Учеными предложен метод микрокапсулирования антиоксидантов в продукты питания для уменьшения окислительных реакций в процессе хранения [6, с. 497]. Процессы окисления и микробиологической порчи уменьшаются при высушивании, поэтому сухие завтраки [7, с. 129]

и пищевые концентраты имеют популярность и более длительные сроки хранения [8, с. 95].

Введение в рецептуру рыбных продуктов растительных компонентов позволяет не только расширять ассортимент, но и повышать пищевую ценность [9, с. 115]. В нашей стране известны технологии получения сухого рыбного белка и пищевого рыбного концентрата, которые при использовании в различных изделиях, таких как макароны, хлебобулочные изделия, повышают их биологическую ценность и обеспечивают организм необходимыми макро- и микронутриентами [10, с. 67].

Мы разработали технологию получения сухого рыборастворимого продукта, который можно использовать для получения супов-пюре и соусов, для разнообразия и обогащения рационов питания.

Цель нашего исследования: определить влияние растительных компонентов на микробиологические и окислительные процессы сухого рыборастворимого продукта при хранении.

Для достижения намеченной цели решались задачи по микробиологической оценке сухих рыборастворимых продуктов в процессе хранения и определении показателей окисления (кислотного и перекисного числа).

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были сухие рыборастворимые продукты, полученные нами при конвективной сушке при температуре $110-120^\circ\text{C}$. В качестве контрольного объекта мы взяли сухие рыбные продукты из сардинеллы. Сухие рыборастворимые продукты хранились 12 месяцев в полимерной упаковке при температуре плюс

20±5°C. В начале и конце периода хранения проводились микробиологические исследования по ГОСТ 31904-2012, ГОСТ 10444.15-94 и органолептические исследования – по ГОСТ 31986-2012. Для оценки окислительных процессов происходящих в рыбных и рыбопродуктах сухих продуктах в начале и конце срока хранения, проводили определение кислотного и перекисного числа. Перекисное число определялось по ГОСТ 34118-2017, кислотное число – по ГОСТ Р 55480-2013.

Результаты и обсуждение. Для получения модельных образцов сухих рыбопродуктов овощей компоненты подвергали инспектированию, мойке, очистке и нарезали на кусочки по 1,5-2,0 см, кукурузную муку просеивали. Далее овощные ингредиенты и кукурузную муку смешивали с филе сардинеллы и подвергали куттерованию. Затем полученную массу высушивали при температуре 110-120 °C и измельчали на лабораторной мельнице.

Рецептура сухого рыбопродукта, представлена в табл. 1.

Введение овощей и кукурузной муки улучшает органолептические показатели сухого

рыбопродукта и повышает его пищевую ценность. Продукт обогащается пищевыми волокнами, витаминами группы В, РР, А, К, марганцем, железом, фосфором.

Для определения влияния на микробиологические показатели сухого рыбопродукта растительных компонентов, мы взяли образцы сухого рыбного продукта (контроль), рыбопродукта до и после хранения и определили количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в отобранных пробах. Результаты представлены в табл. 2.

Анализ полученных результатов показал, что наименьшая бактериальная обсемененность до хранения была отмечена у контрольного образца сухого рыбного фарша без растительных ингредиентов. Но следует отметить, что бактериальная обсемененность сухого рыбопродукта уменьшалась в процессе хранения. Во всех образцах обнаружены в основном кокковые формы микроорганизмов.

Таким образом, растительные компоненты увеличивают бактериальную обсемененность сухого рыбопродукта, но в

Рецептура сухого рыбопродукта, г на 100 г

Таблица 1

Recipe for dry fish and vegetable product, g per 100 g		
Компоненты	Сухой рыбный продукт	Сухой рыбопродукт
Рыбное филе	100	70
Кукурузная мука	–	10
Бамя		10
Морковь	–	10
Масса фарша	100	100
Масса после сушки	7,5	7,7

Table 1

Микробиологические показатели рыбного и рыбопродукта сухого продукта

Таблица 2

Microbiological indicators of fish and fish-plant dry product						
Объекты контроля	Масса проб, г	Температура термостата, °C	Время, ч	КМАФАнМ, КОЕ в 1 г	Норматив КМАФАнМ, КОЕ в 1 г	Морфология
Сухой рыбный продукт	10	37	72	0,2x10 ⁴	5x10 ⁴	Грамм-положительные кокки
Сухой рыбопродукт до хранения	10	37	72	0,5x10 ⁴	5x10 ⁴	Грамм-положительные кокки
Сухой рыбопродукт после хранения	10	37	72	0,1x10 ⁴	5x10 ⁴	Грамм-положительные кокки

Table 2

Таблица 3

Показатели окисления сухого рыборастворительного продукта

Table 3

Indicators of oxidation of dry fish-plant product

Срок хранения	Сухой рыбный продукт		Сухой рыборастворительный продукт	
	Кислотное число мг КОН/г	Перекисное число ммоль активного кислорода/кг	Кислотное число мг КОН/г	Перекисное число ммоль активного кислорода/ кг
0	0,71 ±0,02	0,82 ±0,02	0,65 ±0,02	0,74 ±0,02
12 месяцев	2,67 ±0,02	2,72 ±0,02	1,87 ±0,02	1,55 ±0,02

процессе хранения готового продукта бактериальная обсемененность уменьшается.

Одновременно с микробиологическими исследованиями, проводилась органолептическая оценка сухих рыбных и рыборастворительных продуктов. Органолептическая оценка показала, что сухой рыбный продукт имеет четко выраженный рыбный вкус и аромат, а сухой рыборастворительный продукт, имеет сбалансированный, приятный вкус и аромат, с незначительным привкусом рыбы. После хранения рыборастворительного продукта, вкус и аромат его не изменились, а у сухого рыбного продукта появился аромат и вкус окисленного рыбьего жира. Таким образом, овощи и кукурузная мука, добавленные в сухой рыборастворительный продукт позволяют сохранить качество на протяжении всего срока хранения.

Нами были оценены окислительные процессы, происходящие в сухом рыбном и рыборастворительном продукте при хранении по изменению кислотного и перекисного числа (см. табл. 3). Кислотное число во время хранения является показателем как гидролитических, так и окислительных процессов, снижающих срок хранения.

Анализ полученных данных показал, что кислотное число контрольного образца (сухого рыбного продукта) повышается с 0,71 до 2,67 мг КОН по истечении 12 месяцев хранения,

оставаясь ниже санитарно-гигиенического норматива, равного 4 мг КОН. В образцах сухого рыборастворительного продукта кислотное число повышается с 0,65 до 1,87 мг КОН. Накопление вторичных продуктов окисления (перекисное число) для обоих продуктов также оставалось в пределах допустимых норм не выше 4 ммоль активного кислорода/кг. Перекисное число сухого рыбного продукта выше, чем сухого рыборастворительного продукта и на начальном этапе хранения и спустя 12 месяцев, что можно объяснять антиоксидантным действием фенольных компонентов растительных ингредиентов.

По результатам исследований микробиологических показателей и окислительных процессов сухого рыборастворительного продукта, упакованного в полимерную упаковку при температуре плюс 20±5°C, рекомендованный срок годности составляет 12 месяцев.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что растительные компоненты увеличивают бактериальную обсемененность сухого рыборастворительного продукта, но в процессе хранения готового продукта бактериальная обсемененность уменьшается. Также растительные компоненты тормозят окислительные процессы в сухом рыборастворительном продукте и позволяют сохранить его качество в процессе хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Usydu Z., Szlinder-Richert J. Functional Properties of Fish and Fish Products: A Review. International journal of food properties. 2011: 823-846.
2. Потапова В.А., Мезенова О.Я. Разработка технологии функциональной продукции на основе растительного и рыбного сырья. Известия ТИНРО. 2016: 254-260.
3. Викторова Е.П., Калманович С.А., Корнен Н.Н. и др. Методологический подход к созданию обогащенных функциональных пищевых продуктов. Известия вузов. Пищевая технология. 2018; 5/6: 97-99.
4. Золотокопова С.В., Касьянов Г.И., Еремеева С.В. и др. Влияние добавки овощей и круп на микробиологические и органолептические показатели рыборастворительных полуфабрикатов при заморозке. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2021; 2/3(380/381): 92-96.
5. Ульянова Н. Окисление рыбы и рыбных продуктов. Рыбная сфера. 2016; 3(17): 54-56.
6. Ozkan G.A., Franco P., De Marco I. et al. Review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. Food Chemistry. 2019; 272: 494-506.
7. Sakibaev K., Pylypenko L., Nikitchina T. et al. Technology improvement and evaluation consumer properties of dry breakfast. Food science and Technology. 2019; 13(2): 128-135.

8. Золотокопова С.В., Корума И. Технологические основы приготовления сухой основы для рыбных супов и соусов. Наука и практика – 2022: материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции. Астрахань; 2022: 95-96.
9. Koroma I., Zolotokopova S.V., Kovenkin B.E. et al. Functional and technological properties of dry fish vegetable concentrates. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry. 2023; 3: 113-118.
10. Скрипко О.В. Использование продуктов переработки сои в рецептуре пищевых концентратов. Приднепровский научный вестник. 2019; 1(2): 066-069.

REFERENCES:

1. Usydu Z., Szlinder-Richert J. Functional Properties of Fish and Fish Products: A Review. International journal of food properties. 2011: 823-846.
2. Potapova V.A., Mezenova O.Ya. Development of technology for functional products based on plant and fish raw materials. News TINRO. 2016: 254-260.
3. Viktorova E.P., Kalmanovich S.A., Kornen N.N. et al. Methodological approach to the creation of fortified functional food products. News from universities. Food technology. 2018; 5/6: 97-99.
4. Zolotokopova S.V., Kasyanov G.I., Ereemeeva S.V. et al. The influence of the addition of vegetables and cereals on the microbiological and organoleptic characteristics of semi-finished fish and vegetable products during freezing. News of higher educational institutions. Food technology. 2021; 2/3(380/381): 92-96.
5. Ulyanova N. Oxidation of fish and fish products. Fish sphere. 2016; 3(17): 54-56.
6. Ozkan G.A., Franco P., De Marco I. et al. Review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. Food Chemistry. 2019; 272:494-506.
7. Sakibaev K., Pylypenko L., Nikitchina T. et al. Technology improvement and evaluation consumer properties of dry breakfast. Food science and technology. 2019; 13(2): 128-135.
8. Zolotokopova S.V., Koroma I. Technological basis for preparing dry base for fish soups and sauces. Science and practice – 2022: materials of the All-Russian interdisciplinary scientific conference. Astrakhan; 2022: 95-96.
9. Koroma I., Zolotokopova S.V., Kovenkin B.E. et al. Functional and technological properties of dry fish vegetable concentrates. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry. 2023; 3: 113-118.
10. Skripko O.V. Use of soybean products in the formulation of food concentrates. Pridneprovsky Scientific Bulletin. 2019; 1(2): 066-069.

Информация об авторе / Information about the author

Светлана Васильевна Золотокопова, д.т.н., профессор, заведующая кафедрой технология товаров и товароведение, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

zolotokopova@mail.ru

Ибрахим Корума, аспирант кафедры «Технология товаров и товароведение», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

ibrahimkoroma@yandex.ru

тел.: +7 (851) 261 42 55

Анастасия Александровна Неваленная, к.т.н., доцент кафедры технология товаров и товароведение, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

nasty_n92@rambler.ru

Екатерина Юрьевна Лебедева, к.т.н., доцент кафедры технология товаров и товароведение, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

lebdarvas@mail.ru

тел.: +7 (851) 261 42 55

Svetlana V. Zolotokopova, Dr Sci. (Engineering), Professor, Head of the Department of Technology of Goods and Commodity Science, FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»

zolotokopova@mail.ru

Koroma Ibrahim, Assistant, the Department of Technology of Goods and Commodity science», FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»

ibrahimkoroma@yandex.ru

tel.: +7 (851) 261 42 55

Anastasia A. Nevalennaya, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Technology of Goods and Commodity Science, FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»

nasty_n92@rambler.ru

Ekaterina Y. Lebedeva, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Technology of Goods and Commodity Science, FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»

lebdarvas@mail.ru

tel.: +7 (851) 261 42 55

Заявленный вклад соавторов

Золотокопова Светлана Васильевна – окончательное одобрение статьи, корректировка ее до подачи в редакцию. Корума Ибрахим – сбор данных для статьи. Неваленная Анастасия Александровна – подготовка статьи, анализ и интерпретация данных. Лебедева Екатерина Юрьевна – сбор, анализ данных, вклад в замысел исследования.

Claimed contribution of co-authors

Zolotokopova Svetlana Vasilievna – final approval of the article, correcting it before submission to the editor. Koroma Ibrahim – data collection for the article. Nevalennaya Anastasia Aleksandrovna – preparation of the article, analysis and interpretation of data. Lebedeva Ekaterina Yurievna – collection, analysis of data, contribution to the design of the research.

Поступила в редакцию 01.11.2023; поступила после рецензирования 27.11.2023; принята к публикации 28.11.2023

Received 01.11.2023; Revised 27.11.2023; Accepted 28.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Изучение влияния вибрационного воздействия на процесс получения полуфабрикатов ликероводочного производства

Наталья Ю. Качаева*, Никита Н. Малеев, Хаджимурад Э. Качаев

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Ликероводочные изделия представлены широким ассортиментом напитков. Несмотря на данное многообразие, все их объединяет использование полуфабрикатов (спиртованные соки, моры и настои) при купажировании. Экстрагирование компонентов растительного сырья является одним из ключевых процессов получения полуфабрикатов ликероводочных изделий. От их состава и качества напрямую зависят качественные показатели готового ликероводочного изделия. Целью данной работы является изучение вибрационного воздействия как физического способа интенсификации процесса экстрагирования вкусо-ароматических соединений плодово-ягодного сырья при получении полуфабрикатов ликероводочного производства (настои и соки). Для изучения влияния вибрационного воздействия на содержание веществ, отвечающих за вкус, были учтены такие технические факторы как частота (f), амплитуда (A) и продолжительность (τ) воздействия. В качестве контролируемых показателей принята массовая концентрация фенольных и красящих веществ. Обработка проводилась на установке, разработанной на базе кафедры технологии виноделия и бродильных производств имени профессора А.А. Мержаниана ФГБОУ ВО «КубГТУ». Исследование проводилось на полуфабрикатах, полученных из малины и вишни, в процессе получения спиртованных компонентов купажа ликероводочных изделий. При этом соотношение компонентов было равным 1:1. Сравнение показателей проводилось с образцом, полученным стационарным настаиванием. Установлено положительное влияние вибрационного воздействия в процесс экстрагирования водно-спиртовыми растворами на показатели качества полуфабрикатов. А также определены оптимальные параметры проведения обработки, позволяющие сократить продолжительность процесса. Полученные данные позволяют судить о целесообразности применения вибрационного воздействия в ликероводочной отрасли в качестве приема ускоряющего настаивание и повышающего качество полуфабрикатов.

Ключевые слова: вибрационное воздействие, настаивание, экстрагирование, пряно-ароматическое сырье, амплитуда, продолжительность, настоек, фенольные вещества

Для цитирования: Качаева Н.Ю., Малеев Н.Н., Качаев Х.Э. Изучение влияния вибрационного воздействия на процесс получения полуфабрикатов ликероводочного производства. Новые технологии / *New technologies*. 2023; 19(4): 97-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-97-102>

Studying the influence of vibration on the process of obtaining semi-finished products for distillery production

Natalya Y. Kachaeva*, Nikita N. Maleev, Khadzhimurad E. Kachaev

FSBEI HE «Kuban State Technological University»;
2 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

Abstract. Liquor products are represented by a wide range of drinks. Despite this diversity, they are all united by the use of semi-finished products (alcoholic juices, pestilences and infusions) during blending. Extraction of components of plant raw materials is one of the key processes for obtaining semi-finished alcoholic beverages. The quality indicators of the finished liquor product directly depend on their composition and quality. The purpose of the research is to study the vibration effect as a physical method of intensifying the process of extracting flavoring and aromatic compounds of fruit and berry raw materials when obtaining semi-finished products for distillery production (infusions and juices). To study the effect of vibration exposure on the content of substances responsible for taste, such technical factors as frequency (f), amplitude (A) and duration (τ) of exposure have been taken into account. The mass concentration of phenolic and coloring substances has been taken as controlled indicators. The processing was carried out on the installation developed at the Department of Winemaking and Fermentation Technology named after Professor A.A. Merzhanyan of FSBEI HE «KubSTU». The research was conducted on semi-finished products obtained from raspberries and cherries in the process of obtaining alcoholized components of a blend of liqueurs. In this case, the ratio of components was equal to 1:1. A comparison of the indicators was carried out with a sample obtained by stationary infusion. The positive influence of vibration during the extraction process with aqueous-alcohol solutions on the quality indicators of semi-finished products was established. Optimal processing parameters were also determined to reduce the duration of the process. The data obtained allow us to judge the feasibility of using vibration in the alcoholic beverage industry as a technique that accelerates infusion and improves the quality of semi-finished products.

Keywords: vibration effect, infusion, extraction, spicy and aromatic raw materials, amplitude, duration, infusion, phenolic substances

For citation: Kachaeva N.Yu., Maleev N.N., Kachaev Kh.E. Studying the influence of vibration on the process of obtaining. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 97-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-97-102>

Введение. Производство и продажа алкогольных напитков в настоящее время является одним из самых емких и доходных бизнесов в России. Алкогольный рынок, как рынок продовольственных товаров, является наиболее устойчивым и динамично развивающимся. Значение алкогольной отрасли в российской экономике трудно переоценить. Именно данный сектор остается по-прежнему одним из самых значимых не только с традиционной социальной точки зрения, но и является одним из важных источников поступления доходов в российский бюджет. Изучение предпочтений потребителей показывает о том, что алкогольные напитки в среднем потребляют около 94% взрослого населения. Разнообразие крепких алкогольных напитков определяется нормативной документацией.

Процесс производства ликероводочных изделий (ЛВИ) состоит из различных этапов. Одним из определяющих свойства и качество готового продукта является получения полуфабрикатов с последующим составлением купажа из них. В качестве полуфабрикатов традиционно используют спиртованные соки, морсы, настои и ароматные спирта, полученные из плодово-ягодного и пряно-ароматического сырья. В основе получения этих полуфабрикатов лежит процесс экстрагирования компонентов растительного сырья водно-спиртовыми растворами с различной концентрацией спирта.

Технологические параметры процесса зависят от природы сырья, степени его измельчения и дальнейшего назначения. Данный процесс

является одним из самых продолжительных при получении ликероводочных изделий различных видов. В связи с этим было предпринято много попыток по интенсификации процесса, с целью сокращения сроков его проведения: биохимические обработки, физическими и электрофизическими способами.

В качестве наиболее простых и доступных способов можно отметить:

- циркуляция среды. В результате механического перемешивания чего продолжительность процесса экстрагирования уменьшается в 2–3 раза. Органолептические свойства таких настоев в сравнении с настоями, приготавливаемыми перемешиванием один раз в сутки, не ухудшаются [1];

- уменьшение размера экстрагируемого сырья (измельчение). Данный прием позволяет увеличить поверхность контакта твердой фазы частиц растительного сырья с экстрагентом и тем самым интенсифицировать процесс диффузии. Однако необходимо отметить, что тонкое измельчение перерабатываемого сырья способствует помутнению полуфабриката. В дальнейшем это усложняет процесс осветления и придания прозрачности [5];

- изменение соотношения системы сырьё – экстрагент. Данный прием позволяет интенсифицировать процесс извлечения веществ за счёт повышения их растворимости, вследствие достижения максимально возможной разности концентраций извлекаемых веществ в сырье и растворе [2];

- увеличение объема экстракционной установки при том же объеме экстрагируемой массы.

Способствует ускорению установления динамического равновесия в системе сырьё – экстрагент за счёт увеличения эффективной поверхности экстракции [7], [2];

– повышение температуры экстрагирования (в допустимых по технологическим условиям пределах) увеличивает скорость теплового движения молекул внутри частиц экстрагируемого вещества и снижает вязкость экстрагента. Однако практика показала, что полуфабрикаты, полученные таким способом, в большинстве своем приобретают несвойственные данному виду настоя (морса) вкус, аромат, прозрачность и цвет [3];

– предварительная ферментативная обработка сырья препаратами пектолитического действия. Позволяет сократить сроки получения полуфабрикатов до нескольких часов и увеличить общий выход экстрактивных веществ за счет разрушения связей, удерживающих их. При этом может быть также предусмотрено воздействие на него препаратами целлюлолитического, протеолитического и амилалитического действия. Необходимо отметить, что при ферментативной обработке изменяется состав полуфабрикатов, что не всегда положительно влияет на их органолептические свойства [7], [4].

Следует отметить и такие способы интенсификации процесса экстрагирования, как экстрагирование под вакуумом, применение низкочастотных механических колебаний и вибрации, применение электромагнитных полей сверхвысоких частот, применение ультразвука.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что при получении полуфабрикатов ликероводочных изделий следует подбирать оптимальные параметры проведения процесса экстрагирования для каждого вида сырья, обращая внимание на технические возможности предприятия, на котором производится продукт.

Повышение качества продукции и внедрение прогрессивных технологий являются неотложными задачами пищевой промышленности. В последние годы значительно возрос интерес к физико-химическим методам интенсификации технологии алкогольных напитков, позволяющим реализовать поставленные задачи, что является уже традиционным для современной технологии пищевых производств [6].

Значительную часть объектов технологии пищевых производств составляют дисперсные системы с твердыми фазами, основные свойства которых определяют параметры механических воздействий в зависимости от сочетания реологических характеристик и их изменения в ходе технологической операции [6].

Превалирующую роль в технологии пищевых производств занимают технологические процессы и операции, в которых решающее

значение имеют именно механические процессы (смешивание, просеивание, эмульгирование, гомогенизация и др.) [1]

Вибрация занимает особое место среди различных форм механических воздействий на дисперсные системы в массообменных процессах. Вибрационное воздействие – наиболее эффективное средство создания регулируемого динамического состояния дисперсных систем. Главной отличительной особенностью такого воздействия является возможность передачи энергии системе большой удельной мощности при малой амплитуде ее смещения за период колебаний [6].

Возможность регулирования параметров вибрации (частот и амплитуд) в широких пределах позволяет распространить ее действие как на значительные объемы перерабатываемой системы, так и ограничить тончайшим слоем в несколько микрон, непосредственно соприкасающимися с поверхностью, генерирующей механические колебания. По этим причинам вибрация рассматривается как универсальная форма механического воздействия на дисперсные системы вообще и на структурированные системы в особенности [6].

Объекты и методы исследований.

Для проведения данного исследования в работе были использованы:

- Плоды малины (ГОСТ 33915-2016 «Малина и ежевика свежие. Технические условия»);
- Плоды вишни (ГОСТ 33801-2016 «Вишня и черешня свежие. Технические условия»);
- Для получения водно-спиртовой смеси был использован спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья (ГОСТ Р 56389-2015).

Для изучения влияния вибрационного воздействия (ВВ) на качественные характеристики мезги были учтены такие технические факторы как частота (f), амплитуда (A) и продолжительность (τ).

Сравнение проводили с контрольными образцами, не подвергшихся воздействию.

Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры технологии виноделия и бродильных производств ФГБОУ ВО «КубГУ» на установке, разработанной на кафедре.

Результаты и их обсуждения.

Фенольные и красящие вещества растительного сырья определяют органолептические показатели напитка [3]. Они отвечают за вкус и окраску. На основании этого контроль за изменением качественных показателей исследуемых образцов проводили на основании данных показателей.

Динамика количественного состава фенольных и красящих веществ малины в результате вибрационного воздействия приведена в таблицах 1, 2.

Полученные данные позволяют оценить влияние ВВ на мезгу малины и

Таблица 1

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов малины
в процессе вибрационного воздействия

Table 1

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from raspberry fruits during vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация, мг/дм³			
		Фенольные вещества		Красящие вещества	
		При продолжительности воздействия, мин			
		15	30	15	30
Контрольный образец		584	887	101,3	105,5
A=1 мм	f=1,6Гц	932	936	231,5	223,6
	f=6,6Гц	874	966	217,4	215,8
	f=23,3Гц	1112	1235	257,6	223,3
A=3 мм	f=1,6Гц	965	1222	118,1	115,6
	f=6,6Гц	721	896	128,9	136,3
	f=23,3Гц	1298	1263	170,5	162,9
A=5 мм	f=1,6Гц	1236	1189	186,1	170,3
	f=6,6Гц	1122	982	184,5	169,8
	f=23,3Гц	963	854	151,3	142,9

Таблица 2

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов малины в процессе ВВ

Table 2

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from raspberry fruits in the process of vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация, мг/дм³			
		Фенольные вещества		Красящие вещества	
		При продолжительности воздействия, мин			
		15	30	15	30
Контрольный образец		790	1260	123,4	207,6
A=1 мм	f=1,6Гц	1350	1674	231,5	253,3
	f=6,6Гц	1280	1895	217,4	248,7
	f=23,3Гц	1809	2436	257,6	431,1
A=3 мм	f=1,6Гц	1137	1654	118,1	265,7
	f=6,6Гц	925	1886	128,9	286,2
	f=23,3Гц	1835	2553	170,5	307,1
A=5 мм	f=1,6Гц	2435	2312	186,1	367,5
	f=6,6Гц	1745	2713	184,5	313,1
	f=23,3Гц	1737	2756	151,3	337,5

вишни положительно. При этом выявлено, что выделение красящих и фенольных веществ происходит не одинаково. Так оптимальное экстрагирование фенольных веществ достигалось при обработке в режиме A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 30 минут для малины и A=5 мм, f=23,3 Гц в течение 30 минут для вишни. А экстрагирование красящих веществ в режиме A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 15 минут для малины и A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 30 минут для вишни.

Установлено, что увеличение амплитуды колебаний приводит к интенсификации процесса

экстрагирования. Максимальные значения зафиксированы на значении 23,3 Гц.

Процесс экстрагирования является одним из основных физико-химических процессов, протекаемых при получении полуфабрикатов для ликероводочных изделий [4, 5].

Традиционно при получении настоев используют водные растворы этилового спирта. Концентрация раствора зависит от вида растительного сырья, его состояния (сухое или сочное) и степени его измельчения.

Для исследования влияния ВВ на процесс настаивания растительного сырья

Таблица 3

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов малины
в процессе настаивания в условиях ВВ

Table 3

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from raspberry fruits during infusion
under vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	
		Продолжительность, мин	
		60	120
Контроль		726	987
A=1 мм	f=23,3Гц	1135	1268
A=3 мм	f=23,3Гц	1243	1247
A=5 мм	f=1,6Гц	1195	1073

Таблица 4

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов вишни
в процессе настаивания в условиях ВВ

Table 4

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from cherry fruits during infusion
under vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	
		Продолжительность, мин	
		60	120
Контроль		1038	1361
A=1 мм	f=23,3Гц	1112	1235
A=3 мм	f=23,3Гц	1526	1592
A=5 мм	f=1,6Гц	1254	1257

водно-спиртовыми растворами были приготовлены следующие смеси:

1. Смесь мезги малины и водно-спиртового раствора крепостью 45% в соотношении 1:1.

2. Смесь мезги вишни и водно-спиртового раствора крепостью 40% в соотношении 1:1.

Полученные смеси разделили на варианты для определения влияния вибрационного воздействия с разными параметрами и продолжительности.

Полученные результаты представлены в таблицах 3, 4.

Полученные результаты показали, что процесс вибрационного воздействия позволяет интенсифицировать экстрагирование фенольных веществ водно-спиртовыми растворами. Так обработка малины в режиме A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 120 минут позволяет повысить эффективность выделения фенольных веществ более чем на 70%, а режим обработки вишни A=3 мм, f=23,3 Гц в течение 120 минут – на 50%.

Установлено, что ВВ оказывает существенное влияние на содержание фенольных соединений в настоях, а также позволяет регулировать интенсивность их выделения в зависимости от

технологического назначения полуфабрикатов ЛВИ. Следовательно, это позволяет регулировать окраску и полноту вкуса готового продукта, полученного с их применением.

Известно, что вибрация приводит к интенсивному движению частиц друг относительно друга в объеме системы к резкому увеличению скорости движения каждой частицы в отдельности относительно ее центра массы. Основная роль вибрации состоит в интенсификации процессов тепло- и массообмена путем быстрого увеличения поверхности взаимодействия участвующих в этих процессах компонентов, повышения скорости конвективной диффузии, понижения вязкости и т.д., что определяет скорость и полноту протекания того или иного процесса [8].

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что вибрационная обработка способствует накоплению фенольных веществ, в том числе красящих. С помощью вибрационного воздействия, возможно, регулировать процесс экстрагирования растительного сырья водно-спиртовыми растворами.

Выводы

Выявлено положительное влияние вибрационного воздействия на извлечение фенольных и красящих веществ из сырья при получении ягодных соков;

Экспериментально установлены оптимальные режимы вибрационной обработки в

зависимости от амплитуды, частоты и продолжительности воздействия.

Доказана целесообразность и эффективность регулирования процессов экстрагирования фенольных веществ из растительного сырья в процессе настаивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Качаева Н.Ю., Бирюков А.П., Стрибизева Л.И. и др. Новое в технологии водки. Краснодар; 2018.
2. Бабенкова М.А. Совершенствование технологии производства винных напитков и ликерных вин типа Кагор из перспективных сортов винограда Краснодарского края: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Краснодар: КубГТУ; 2013.
3. Григорьева Р.З. Современные технологии хранения пищевых продуктов: учебное пособие для студентов. Кемерово: КТИПП; 2003.
4. Качаева Н.Ю., Стрибизева Л.И., Струкова В.Е. Технология спирта, водки и ликероводочных изделий. Краснодар; 2017.
5. Бачурин П.Я., Смирнов В.А. Технология ликеро-водочного производства. М.: Пищевая промышленность; 1975.
6. Ткаченко Р.Н. Обоснование и разработка технологии производства виноматериалов с использованием вибрационного воздействия: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Краснодар: КубГТУ; 2010.
7. Бурачевский И.И. Основы биотехнологии: плодово-ягодное и растительное сырье [Электронный ресурс]. URL: https://studme.org/391510/agropromyshlennost/osnovy_biotehnologii_plodovo-yagodnoe_i_rastitelnoe_syre
8. Христюк В.Т. Теоретическое обоснование и разработка инновационных технологий производства вин и напитков с использованием физико-химических технологических приемов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. Краснодар: КубГТУ; 2013.

REFERENCES:

1. Kachaeva N.Yu., Biryukov A.P., Stribizheva L.I. et al. New in vodka technology. Krasnodar; 2018.
2. Babenkova M.A. Improving the technology for the production of wine drinks and liqueur wines of the Cahors type from promising grape varieties of the Krasnodar Territory: dis. ...Cand. of Tech. Sciences: 05.18.01. Krasnodar: KubSTU; 2013.
3. Grigorieva R.Z. Modern food storage technologies: a textbook for students. Kemerovo: KTIPI; 2003.
4. Kachaeva N.Yu., Stribizheva L.I., Strukova V.E. Technology of alcohol, vodka and liquor products. Krasnodar; 2017.
5. Bachurin P.Ya., Smirnov V.A. Technology of distillery production. M.: Food industry; 1975.
6. Tkachenko R.N. Justification and development of technology for the production of wine materials using vibration influence: dis. ...PhD (Eng.): 05.18.01. Krasnodar: KubSTU; 2010.
7. Burachevsky I.I. Fundamentals of Biotechnology: fruit, berry and plant raw materials [Electronic resource]. URL: https://studme.org/391510/agropromyshlennost/osnovy_biotehnologii_plodovo-yagodnoe_i_rastitelnoe_syre
8. Khristyuk V.T. Theoretical substantiation and development of innovative technologies for the production of wines and drinks using physical and chemical technological methods: dis. ... Dr Sci. (Eng.): 05.18.01. Krasnodar: KubSTU; 2013.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Юсуповна Качаева, к.т.н., доцент кафедры Технологии виноделия и бродильных производств, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»
9284278434@mail.ru

Никита Нилович Малеев, студент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Хаджимурад Эминович Качаев, студент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Natalya Y. Kachaeva, Ph. D (Engineering), Associate Professor, the Department of Winemaking and Fermentation Technologies, FSBEI HE «Kuban State Technological University»
9284278434@mail.ru

Nikita N. Maleev, Student, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Khadzhimurad E. Kachaev, Student, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Поступила в редакцию 06.10.2023; поступила после рецензирования 08.11.2023; принята к публикации 09.11.2023

Received 06.10.2023; Reviewed 08.11.2023; Accepted 09.11.2023



Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Использование корня одуванчика лекарственного в технологии хлеба функционального назначения

Александр П. Королёв, Ольга В. Феофилактова*,
Наталия В. Заворохина, Алексей В. Тарасов

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»;
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

Аннотация. Профилактика алиментарных заболеваний с помощью функциональных пищевых продуктов не утрачивает свою актуальность. Поэтому разработка технологии пищевых продуктов с применением сырья, способствующего формированию функциональных свойств, актуальна и имеет научное и практическое значение. В качестве объекта исследования был выбран продукт повседневного употребления – хлеб из муки пшеничной высшего сорта. С целью формирования функциональных свойств для обогащения хлеба использовали нетрадиционное растительное сырьё – корень одуванчика лекарственного, характеризующегося высоким содержанием пребиотического вещества – инулина. Цель работы – обоснование создания хлебобулочных изделий для широкого круга потребителей, обогащенных дикорастущим растительным сырьём, обладающим функциональными свойствами. Органолептическую оценку проводили в соответствии с ГОСТ Р 53161-2008; содержание пищевых волокон по ГОСТ Р 54014-2010; витаминов по ОФС. 1.2.3.0017.15. По результатам лабораторной выпечки были получены опытные образцы хлеба из пшеничной муки высшего сорта с содержанием порошка из корня одуванчика лекарственного в рецептуре в количестве 5, 10 и 15%. Органолептическая оценка качества опытных образцов позволила обосновать выбор рецептуры хлеба из пшеничной муки с внесением порошка из корня одуванчика в количестве 5%. Большее количество способствовало появлению горького привкуса, специфического травяного запаха и формированию неравномерной пористости хлеба и плотного мякиша. Внесение в рецептуру хлеба из пшеничной муки порошка из корня одуванчика, способствует увеличению содержания в готовом продукте пищевых волокон в среднем в 1,5 раза на каждые 5% добавленного порошка, а также увеличению содержания витаминов В1, В2 и В5. Разработанный вид хлеба можно производить на любом хлебопекарном предприятии, а также предприятию общественного питания, что будет способствовать расширению ассортимента пищевых продуктов функционального назначения.

Ключевые слова: инулин, корень одуванчика лекарственного, пищевые волокна, хлеб из муки пшеничной, рецептура, технология, органолептические показатели, химический состав

Для цитирования: Королёв А.П., Феофилактова О.В., Наталия В. Заворохина Н.В. и др. Использование корня одуванчика лекарственного в технологии хлеба функционального назначения. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 103-110. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-103-110>

Use of dandelion root in functional bread technology

Alexander P. Korolev, Olga V. Feofilaktova*,
Natalia V. Zavorokhina, Alexey V. Tarasov

FSBEI HE «Ural State University of Economics»;
62/45 8 Marta/Narodnaya Volya Str., 620144, the Russian Federation, Ekaterinburg

Abstract. Prevention of nutritional diseases with the help of functional foods remains relevant. Therefore, the development of food technology using raw materials that contribute to the formation of functional properties is relevant and has scientific and practical significance. The object of the research was every day product, i.e. bread made from premium wheat flour. In order to form functional properties non-traditional plant raw materials were used to enrich bread – dandelion root, characterized by a high content of prebiotic substance – inulin. The purpose of the research was to substantiate the creation of bakery products for a wide range of consumers, enriched with wild plant materials with functional properties. Organoleptic evaluation was carried out in accordance with GOST R 53161-2008; dietary fiber content according to GOST R 54014-2010; vitamins according to the General Pharmacopoeia. 1.2.3.0017.15. As a result of laboratory baking, experimental samples of bread were obtained from premium wheat flour containing dandelion root powder in the recipe in amounts of 5, 10 and 15%. An organoleptic assessment of the quality of the prototypes made it possible to justify the choice of a bread recipe made from wheat flour with the addition of dandelion root powder in an amount of 5%. A larger amount contributed to the appearance of a bitter taste, a specific herbal odor and the formation of uneven porosity of bread and dense crumb. Adding dandelion root powder to the recipe for bread made from wheat flour helps to increase the content of dietary fiber in the finished product by an average of 1.5 times for every 5% of added powder, as well as increasing the content of vitamins B1, B2 and B5. The developed type of bread can be produced at any bakery, as well as public catering enterprise, which will help expand the range of functional food products.

Keywords: inulin, dandelion root, dietary fiber, bread made from wheat flour, recipe, technology, organoleptic characteristics, chemical composition

For citation: Korolev A.P., Feofilaktova O.V., Natalia V. Zavorokhina N.V. et al. Use of dandelion root in functional bread technology. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 103-110. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-103-110>

Введение. Результаты научных исследований, проведенных за последние годы, показывают, что функциональные продукты питания являются основой профилактики алиментарных заболеваний [1, 2, 3, 4]. При создании продуктов питания с заданными функциональными свойствами целесообразно ориентироваться на хлебобулочные изделия как на продукты массового потребления удобные для обогащения компонентами, обладающими выраженным эффектом на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека.

В настоящее время в качестве обогащающих ингредиентов, в т.ч. и для хлебобулочных изделий широко используется дикорастущее растительное сырье [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Широко распространенный в Уральском регионе одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg, произрастает повсеместно, так как является холодостойким дикорастущим растением, нетребовательным к почве или климату, хорошо переносит любые заморозки. Обладая выраженными доказанными лекарственными свойствами, одуванчик лекарственный внесен в Государственную Фармакопею Российской Федерации и может быть использован в качестве добавки в пищевой продукт для придания последнему функциональных свойств [10, 11, 12].

Стержневой корень одуванчика лекарственного собирают в период увядания листьев. Кроме комплекса биологически активных веществ корень одуванчика содержит до 12% инулина – ценного полисахарида-фруктозана, который

не переваривается ферментами желудочно-кишечного тракта человека и является пребиотиком [13, 14, 15, 16]. Учитывая, что инулин имеет также сладкий вкус, он может использоваться в качестве заменителя сахарозы и положительно влиять на флейвор пищевого продукта [16].

За счет своего пребиотического действия инулин снижает уровень глюкозы и холестерина, положительно влияет на липидный обмен у диабетических больных; способен сорбировать и выводить из организма токсины, поллютанты, тяжелые металлы и радионуклиды, способствует улучшению микрофлоры кишечника за счет селективного действия на лакто-и бифидобактерии в качестве питательной среды, подавляя при этом патогенные микроорганизмы [17, 18, 19, 20].

Цель исследования заключалась в разработке рецептуры, технологии и оценке качества хлеба из муки пшеничной с добавлением корня одуванчика лекарственного.

Объекты и методы исследования. Экспериментальные исследования проводились в период с февраля по апрель 2023 г. на базе лабораторий кафедры технологии питания и Единого лабораторного комплекса ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

Материалы. Для обогащения хлебобулочных изделий использовали порошок из высушенного корня одуванчика лекарственного с массовой долей влаги не более 7%. Использование порошка являлось целесообразным, поскольку использование корней одуванчика лекарственного

в свежем виде затруднено из-за их гигроскопичности и, как следствие, высокой влажности, что приводит к плесневению корней при хранении. Порошок удобен для использования в традиционной технологии, имеет величину частиц не более 100 мкм, легко смешивается с мукой. Кроме того, при высушивании и измельчении корней одуванчика, количество инулина в большей степени сохраняется, что позволяет придать функциональные свойства готовому продукту.



а. высушенный корень
dried root



б. порошок из высушенного корня
dry root powder

Рис. 1. Внешний вид корня одуванчика лекарственного

Fig. 1. Appearance of dandelion root

Таблица 1

Рецептурный состав опытных образцов хлеба из муки пшеничной с порошком корня одуванчика

Table 1

Recipe composition of experimental samples of bread made from wheat flour with dandelion root powder

Наименование сырья	Опыт 1 (5%)	Количество, кг	Опыт 2 (10%)	Количество, кг	Опыт 3 (15%)	Количество, кг
Мука пшеничная в/с	100,0	0,360	100,0	0,340	100,0	0,340
Дрожжи прессованные	2,0	0,007	2,0	0,007	2,0	0,007
Соль	2,0	0,007	2,0	0,007	2,0	0,007
Порошок из корня одуванчика	5,0	0,018	10,0	0,034	15,0	0,051
Вода	60,0	0,216	60,0	0,204	60,0	0,204
Итого:	169,0	0,608	174,0	0,592	179,0	0,609

порошка обусловлен ранее проведенными исследованиями и литературными данными [14-16].

Методы. Измельчение корня одуванчика производили с помощью мельницы лабораторной ЛЗМ-1М до величины частиц не более 150 мкм.

Замес теста производили с помощью спирального тестомеса двухскоростного Arach (Италия) ASM22R 2S 3Ф.

Для расстойки тестовых заготовок применяли расстоечный шкаф ХЕВРС-12ЕВ-С. Выпечку

хлеба осуществляли в конвекционной печи ХЕВС-06ЕВ-Е1R.

Отбор проб для проведения исследований осуществляли согласно ГОСТ 5667-65. Органолептическую оценку опытных образцов проводили в соответствии с ГОСТ Р 53161-2008, количество отобранных дегустаторов -7 человек, все дегустаторы имели проверенные сенсорные способности и были допущены к проведению органолептической оценки. Для органолептической оценки использовали 5-балльную шкалу.

Таблица 2

Описательные характеристики органолептических показателей опытных образцов

Table 2

Descriptive characteristics of the organoleptic characteristics of the testing samples

Наименование показателя	Характеристика		
	Опытный образец № 1	Опытный образец № 2	Опытный образец № 3
Внешний вид:			
Форма	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов		
Поверхность	Без крупных трещин и подрывов		
Цвет	Светло-бежевый	Бежевый	Бежево-коричневый
Состояние мякиша:	Свойственный хлебу из пшеничной муки, без постороннего привкуса	Свойственный хлебу из пшеничной муки, со слабым горьким привкусом	С выраженным горьким привкусом
Вкус			
Запах	Свойственный хлебу, без постороннего запаха	Свойственный хлебу, с легким травянистым запахом	Свойственный хлебу, с выраженным травянистым запахом
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный.		
Промес	Без следов непромеса		
Пористость	Пористость развитая, равномерная, без пустот и уплотнений	Пористость развитая, но неравномерная с небольшими пустотами	Мякиш плотный, пористость не развитая, имеются пустоты

Таблица 3

Результаты органолептической оценки опытных образцов, n=7

Table 3

Results of organoleptic evaluation of testing samples, n=7

Наименование показателя	Дегустационная оценка опытного образца, балл		
	№ 1	№ 2	№ 3
Форма	5,0±0,2	5,0±0,1	5,0±0,3
Поверхность	4,9±0,1	4,8±0,1	4,7±0,1
Цвет	4,7±0,1	4,2±0,1	3,3±0,2
Пропеченность	4,8±0,2	4,4±0,1	4,0±0,1
Промес	5,0±0,1	5,0±0,0	5,0±0,0
Пористость	4,8±0,1	4,5±0,1	4,1±0,1
Вкус	4,7±0,1	4,0±0,1	3,5±0,1
Запах	4,6±0,1	4,1±0,2	3,7±0,1
Итого, ср.балл	4,81±0,12	4,50±0,10	4,16±0,12

Определение содержания пищевых волокон осуществляли в соответствии с ГОСТ Р 54014-2010 Содержание витаминов определяли руководствуясь ОФС. 1.2.3.0017.15 «Методы количественного определения витаминов».

Результаты исследований. На основании экспериментальных данных были составлены рецептуры хлеба из муки пшеничной высшего сорта с добавлением порошка из корня одуванчика в количестве 5% (опытный образец № 1), 10% (опытный образец № 2) и 15% (опытный образец № 3). В таблице 1 представлено соотношение ингредиентов в разработанных рецептурах.

Технология приготовления хлеба из муки пшеничной высшего сорта с корнем одуванчика

включала следующие операции: подготовку сырьевых компонентов, в т.ч. измельчение корня одуванчика. Затем вносили расчётное количество порошка корня одуванчика в муку, замешивали тесто в тестомесильной машине и оставляли при температуре 30-32°C для брожения в течение 90 минут. По окончании брожения тесто делили на тестовые заготовки, вручную формовали и укладывали в формы, помещали в расстоечный шкаф на окончательную расстойку на 50-60 минут.

Выпечку хлеба проводили в пароконвектомате при температуре 200-210 °C в течение 35-40 минут.

После остывания у свежее выпеченные опытных образцов оценивали

органолептические показатели качества (таблица 2 и 3).

Значения показателей «внешний вид», в т.ч. «форма» и «поверхность», а также «пропеченность» и «промес» у всех опытных образцов соответствовали данному виду продукта, без каких-либо отклонений.

Цвет образцов варьировался от светло-бежевого (опытный образец №1) до бежево-коричневого (опытный образец №3), что обусловлено количеством порошка корня одуванчика в рецептуре.

В ходе оценки были отмечены различия в характеристике пористости опытных образцов. Выявлена следующая закономерность: чем выше содержание порошка корня одуванчика, тем менее равномерной становится пористость с увеличением плотности мякиша. Вид на срезе опытных образцов хлеба с корнем одуванчика представлен на рисунке 2.

По результатам дегустации установлено, что образцы 2 и 3 обладают низкими потребительскими свойствами, т.к. при внесении корня одуванчика в рецептуру хлеба в количестве более 10% появляется горький привкус и специфический травянистый запах.

Результаты анализа химического состава хлеба из пшеничной муки с корнем одуванчика на содержание пищевых волокон и витаминов показали, что с увеличением массовой доли порошка корня одуванчика в рецептуре хлеба содержание пищевых волокон увеличивается в среднем в 1,5 раза на каждые 5%. Содержание витаминов B1, B2 и B5 также возрастает пропорционально, содержание остальных витаминов существенно не изменяется. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

Выводы. В ходе разработки рецептуры хлеба из муки пшеничной с порошком из корня одуванчика лекарственного определено, что

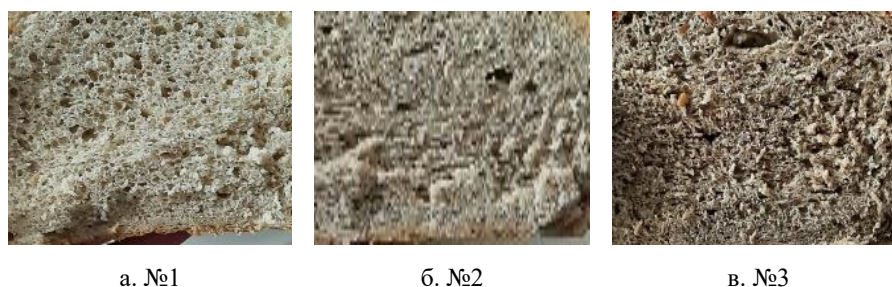


Рис. 2. Вид на срезе опытных образцов хлеба из муки пшеничной с корнем одуванчика

Fig. 2. Cross-sectional view of experimental samples of bread made from wheat flour with dandelion root

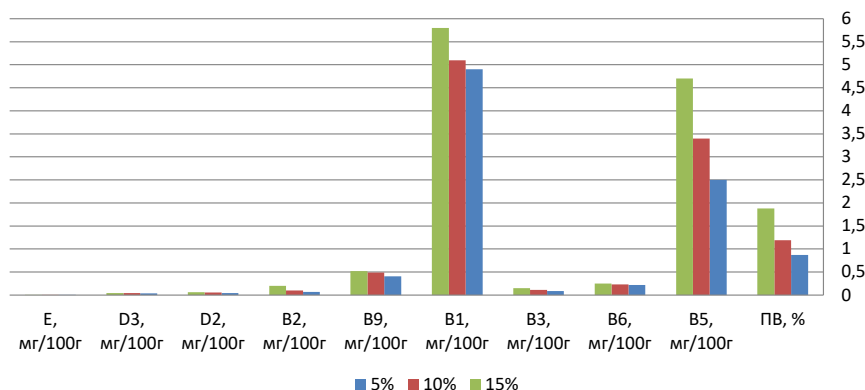


Рис. 3. Результаты анализа химического состава хлеба из муки пшеничной с корнем одуванчика лекарственного

Fig. 3. Results of the analysis of the chemical composition of bread made from wheat flour with dandelion root

оптимальной флейвор и реологические характеристики опытного образца могут быть достигнуты при внесении 5% порошка корня одуванчика, при этом технология тестоведения и выпечки не усложняется, данный хлеб можно производить на любом хлебопекарном предприятии, а также

предприятию общественного питания; содержание пищевых волокон при этом увеличилось в 1,5 раза, содержание витаминов B1, B2, B5 увеличилось на 18%, 25%, 42% соответственно. Таким образом, внесение в рецептуру хлеба порошка из корня одуванчика лекарственного способствует

увеличению содержания в готовом продукте пищевых волокон, в т.ч. инулина, что придает ему функциональные свойства пребиотической направленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Погожева А.В., Батурин А.К., Сорокина Е.Ю. и др. Актуальные вопросы диагностики и алиментарной коррекции неинфекционных заболеваний по итогам работы центра «Здоровое питание». Вопросы питания. 2014; 83(S3): 32.
2. Климова Е.В. Роль алиментарных факторов в развитии заболеваний пищеварительной системы. Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2010; 1: 19.
3. Mukhtar H. Ahmed, Dávid Vasas, Arez Hassan et al. The impact of functional food in prevention of malnutrition. PharmaNutrition. 2022; 19: 100288.
4. Погожева А.В., Сорокина Е.Ю., Батурин А.К. и др. Разработка системы диагностики и алиментарной профилактики неинфекционных заболеваний. Альманах клинической медицины. 2015; S1: 67-74.
5. Pinto D., Castro I., Vicente A. et al. Functional Bakery Products – An Overview and Future Perspectives. In Bakery Products Science and Technology. 2nd ed. John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA; 2014; 431-452.
6. Буракова Л.Н., Плотников Д.А. Обоснование и разработка хлебобулочных изделий, обогащенных арктическим растительным сырьем. Индустрия питания / Food Industry. 2022; 7(2): 44-51.
7. Османьян Р.Г. Влияние нетрадиционного растительного сырья на качество хлеба [Опыты с ржано-пшеничным и ржаным хлебом]. Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2010; 2: 375.
8. Stanciu I., Ungureanu E.L., Popa E.E. et al. The Experimental Development of Bread with Enriched Nutritional Properties Using Organic Sea Buckthorn Pomace. Appl. Sci. 2023; 13: 6513.
9. Лесовская М.И. Бабаева К.А., Кабак Н.Л. Физико-химические свойства цельнозернового хлеба на основе ржи, биоактивированной с использованием тимьяна или душицы. Научное пространство России: генезис и трансформация в условиях реализации целей устойчивого развития: сборник научных статей по итогам Национальной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 17-18 апр. 2020 г.). СПб.: СПбГЭУ; 2020: 13-17.
10. Фаткуллин Р.И., Калинина И.В., Науменко Н.В. и др. Исследование антиоксидантных свойств обогащенных хлебобулочных изделий. Аграрная наука. 2022; 9: 167-172.
11. Zavorokhina N.V., Pankratieva N.A., Goncharova N.A. Betulin nanosuspension as a promising raw material for the production of long-term storage bread. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Volgograd, Krasnoyarsk, 18-20 июня 2020 г.). Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited; 2020: 82017.
12. Справочник лекарственных растений. М.: Мир книги; 2011.
13. Fan M., Zhang X., Song H. et al. Dandelion (genus Taraxacum): a review of chemical components and pharmacological effects. Molecules. 2023; 28(13): 5022.
14. Virngo F.E., Lambert M.N., Jeppersen P.B. Physiological effects of dandelion (*Taraxacum officinale*) on type 2 diabetes. Rev. Diabetes Institute. Summer-autumn 2016; 13(2-3): 113-31.
15. Сидоров П.И. Сидоров П.И. Справочник самых популярных лекарственных растений. М.: АЙ-РИС ПРЕСС; 2007.
16. Di Napoli A., Zucchetti P.A. A Comprehensive Review of the Human Health Benefits of *Taraxacum officinale*. Bull. Natl Res Cent. 2021; 45: 110.
17. Перковцев М.В. Влияние инулина и олиго- фруктозы на снижение риска некоторых «болезней цивилизации». Пищевая промышленность. 2007; 5: 22-23.
18. Надежкина М.С., Сагина О.А. Инулин: свойства, применение. Мировой рынок инулина. Modern Science. 2020; 1-2: 76-80.
19. Исламова Ж.И., Огай Д.К., Жауынбаева К.С. и др. Сравнительное изучение пребиотической активности инулина и фруктоолигосахаридов, выделенных из топинамбура. Журнал теоретической и клинической медицины. 2016; 1: 44-46.
20. Мещанинец Н.И., Захарченко В.И. Пребиотики: инулин и олигофруктоза. Альманах мировой науки. 2016; 4-1(7): 35-36.

REFERENCES:

1. Pogozheva A.V., Baturin A.K., Sorokina E.Yu. et al. Current issues of diagnosis and nutritional correction of non-infectious diseases based on the results of the work of the Healthy Nutrition Center. Nutrition issues. 2014; 83(S3): 32.
2. Klimova E.V. The role of nutritional factors in the development of diseases of the digestive system. Food and processing industry. 2010; 1:19.

3. Mukhtar H. Ahmed, David Vasas, Arez Hassan et al. The impact of functional food in prevention of malnutrition. *PharmaNutrition*. 2022; 19: 100288.
4. Pogozheva A.V., Sorokina E.Yu., Baturin A.K. et al. Development of a system for diagnostics and nutritional prevention of non-infectious diseases. *Almanac of Clinical Medicine*. 2015; S1: 67-74.
5. Pinto D., Castro I., Vicente A. et al. Functional Bakery Products – An Overview and Future Perspectives. In *Bakery Products Science and Technology*. 2nd ed. John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA; 2014; 431-452.
6. Burakova L.N., Plotnikov D.A. Justification and development of bakery products enriched with Arctic plant raw materials. *Food Industry*. 2022; 7(2): 44-51.
7. Osmanyan R.G. The influence of non-traditional plant raw materials on the quality of bread [Experiments with rye-wheat and rye bread]. *Food and processing industry*. 2010; 2:375.
8. Stanciu I., Ungureanu E.L., Popa E.E. et al. The Experimental Development of Bread with Enriched Nutritional Properties Using Organic Sea Buckthorn Pomace. *Appl. Sci*. 2023; 13:6513.
9. Lesovskaya M.I. Babaeva K.A., Kabak N.L. Physico-chemical properties of whole grain bread based on rye, bioactivated using thyme or oregano. Scientific space of Russia: genesis and transformation in the context of the implementation of sustainable development goals: a collection of scientific articles based on the results of the National Scientific and Practical Conference (St. Petersburg, April 17-18, 2020). St. Petersburg: St. Petersburg State Economic University; 2020: 13-17.
10. Fatkullin R.I., Kalinina I.V., Naumenko N.V. et al. Study of the antioxidant properties of fortified bakery products. *Agricultural Science*. 2022; 9: 167-172.
11. Zavorokhina N.V., Pankratieva N.A., Goncharova N.A. Betulin nanosuspension as a promising raw material for the production of long-term storage bread. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Volgograd, Krasnoyarsk, June 18-20, 2020)*. Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited; 2020: 82017.
12. Directory of medicinal plants. M.: World of Books; 2011.
13. Fan M., Zhang X., Song H. et al. Dandelion (genus *Taraxacum*): a review of chemical components and pharmacological effects. *Molecules*. 2023; 28(13): 5022.
14. Virngo F.E., Lambert M.N., Jeppersen P.B. Physiological effects of dandelion (*Taraxacum officinale*) on type 2 diabetes. *Rev. Diabetes Institute*. Summer-autumn 2016; 13(2-3): 113-31.
15. Sidorov P.I. Sidorov P.I. Directory of the most popular medicinal plants. M.: IRIS PRESS; 2007.
16. Di Napoli A., Zucchetti P.A. A Comprehensive Review of the Human Health Benefits of *Taraxacum officinale*. *Bull Natl Res Cent*. 2021; 45:110.
17. Perkovtsev M.V. The effect of inulin and oligofructose on reducing the risk of some «diseases of civilization.» *Food industry*. 2007; 5:22-23.
18. Nadezhkina M.S., Sagina O.A. Inulin: properties, application. World market of inulin. *Modern Science*. 2020; 1-2: 76-80.
19. Islamova Zh.I., Ogai D.K., Zhauynbaeva K.S. et al. Comparative study of the prebiotic activity of inulin and fructooligosaccharides isolated from Jerusalem artichoke. *Journal of Theoretical and Clinical Medicine*. 2016; 1: 44-46.
20. Meshchaninets N.I., Zakharchenko V.I. Prebiotics: inulin and oligofructose. *Almanac of World Science*. 2016; 4-1(7): 35-36.

Информация об авторах / Information about the authors

Александр Павлович Королёв, аспирант, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
korolevshurik@gmail.com

Ольга Владимировна Феофилактова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
feofiov@usue.ru

Наталия Валерьевна Заворохина, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
degustator@olympus.ru

Alexander P. Korolev, Graduate student, FSBEI HE «Ural State University of Economics»
korolevshurik@gmail.com

Olga V. Feofilaktova, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Food Technology, FSBEI HE «Ural State University of Economics»
feofiov@usue.ru

Natalia V. Zavorokhina – Dr Sci. (Engineering), Associate Professor, Professor, the Department of Food Technology, FSBEI HE «Ural State University of Economics»
degustator@olympus.ru

Алексей Валерьевич Тарасов, младший научный сотрудник научно-инновационного центра сенсорных технологий, ФГБОУ ВО Уральский государственный экономический университет
tarasovav@usue.ru

Aleksey V. Tarasov, Junior Researcher, the Scientific and Innovation Center of Sensor Technologies, FSBEI HE «Ural State University of Economics»
tarasovav@usue.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 01.11.2023; поступила после рецензирования 05.12.2023; принята к публикации 06.12.2023

Received 01.11.2023; Revised 05.12.2023; Accepted 06.12.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Термодинамика взаимодействия инулинового комплекса с водой

Юрий А. Максименко, Ольга И. Коннова*, Игорь Ю. Алексанян

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»;

ул. Татищева, стр. 16/1, г. Астрахань, 414056, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время к ключевым тенденциям мирового продовольственного рынка можно отнести быстроразвивающуюся индустрию функционального питания, которая вызывает большой интерес у потребителей. Инулин – природный полисахарид растительного происхождения, состоящий из остатков Е-фруктофуранозы (фруктозы). Объектом исследования послужил инулиновый экстракт из топинамбура при разной влажности. Установлено, что для интенсификации процесса сушки экстракта инулина целесообразно повышение поверхности массообмена, которое может быть достигнуто при распылении исходного продукта, и использовании объемных способов энергоподвода, в частности, радиационного энергоподвода. Важные и наиболее энергоемкие стадии сушки осуществляются в гигроскопическом ареале равновесной влажности объекта исследования, что обуславливает интенсивность и механизм операции влагоудаления, с целью повышения степени совершенства которой, выбора рациональных режимных параметров, а также построения, адаптации к объекту анализа и решения математической модели удаления из него влаги. Опираясь на построенные в предварительных исследованиях изотермы сорбции и гигроскопические параметры инулинового экстракта, полученного при обезвоживании экстракта инулина из топинамбура (сорт «Скороспелка», выращенного АО «Чаганское», Астраханская область), проведен термодинамический анализ процесса сорбции и десорбции в разных рамках варьирования влажности, найдена общая энергия связи влаги с сухим остатком инулина и ее термодинамические составляющие. Полученные данные не противоречат известным литературным источникам и могут быть рекомендованы при проектировании процессов влагоудаления из инулинового экстракта и конструировании сушильных аппаратов.

Ключевые слова: топинамбур, инулин, активность воды, влажность, изотермы сорбции, связь влаги с материалом, термодинамический анализ, сушка

Для цитирования: Максименко Ю.А., Коннова О.И., Алексанян И.Ю. Термодинамика взаимодействия инулинового комплекса с водой. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 111-118. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-111-118>

Thermodynamics of interaction of inulin complex with water

Yuriy A. Maksimenko, Olga I. Konnova*, Igor Yu. Aleksanian

FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»;

16/1 Tatishchev str., Astrakhan, 414056, the Russian Federation

Abstract. Currently, the key trends in the global food market include the rapidly developing functional nutrition industry, which is of great interest to consumers. Inulin is a natural polysaccharide of plant origin, consisting of residues of E-fructofuranose (fructose). The object of the research is inulin extract from Jerusalem artichoke at different humidity levels. It has been established that to intensify the drying process of inulin extract,

it is advisable to increase the mass transfer surface, which can be achieved by spraying the initial product, and using volumetric energy supply methods, in particular, radiation energy supply. The important and most energy-intensive stages of drying are carried out in the hygroscopic area of equilibrium humidity of the object of the research, which determines the intensity and mechanism of the dehumidification operation in order to increase the degree of perfection, select rational operating parameters, adapt to the object of the analysis and solve a mathematical model of removal moisture from it. Based on the sorption isotherms and hygroscopic parameters of the inulin extract obtained in preliminary studies, obtained by dehydrating the inulin extract from Jerusalem artichoke (variety «Skorospelka», grown by JSC «Chaganskoe», the Astrakhan region), a thermodynamic analysis of the process of sorption and desorption was carried out in different ranges of humidity variation. The total binding energy of moisture with the dry residue of inulin and its thermodynamic components were found. The data obtained do not contradict known literature sources and can be recommended when designing processes for removing moisture from inulin extract and designing drying devices.

Keywords: Jerusalem artichoke, inulin, water activity, humidity, sorption isotherms, relationship between moisture and material, thermodynamic analysis, drying

For citation: Maksimenko Yu.A., Konnova O.I., Aleksanyan I.Yu. Thermodynamics of interaction of inulin complex with water. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 111-118. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-111-118>

Введение

Инновационные подходы глубокой переработки растительного сырья стали необходимым условием для решения продовольственных, топливных, энергетических и экологических проблем. В настоящее время к ключевым тенденциям мирового продовольственного рынка можно отнести быстроразвивающуюся индустрию функционального питания, которая вызывает большой интерес у потребителей.

Существует зависимость между иммунным статусом человека и потребляемой им пищей. Производители расширяют ассортимент такой продукции за счет использования новых функциональных ингредиентов и создания новых видов продуктов. В связи с этим большой практический интерес представляет сырье, содержащее инулин, в первую очередь топинамбура, на основе которого во многих развитых странах осуществляется крупнотоннажное промышленное производство инулина [1, 2, 3, 4, 5].

Инулин – природный полисахарид растительного происхождения, состоящий из остатков Е-фруктофуранозы (фруктозы) [1, 2].

В предварительных исследованиях были построены изотермы сорбции (ИС) для инулинового комплекса (ИК), как зависимость активности воды A_w от равновесной влажности W_p и температуры T , опираясь на которые определены его гигроскопические параметры, выявлен механизм сорбции в разных рамках варьирования W_p , рекомендована конечная влажность сухого порошка ИК, полученного при конвективно-радиационном обезвоживании ИК в распыленном состоянии

Важные и наиболее энергоемкие стадии сушки осуществляются в гигроскопическом ареале W_p объекта исследования, что обуславливает интенсивность и механизм операции влагоудаления, с целью повышения степени совершенства

которой, выбора рациональных режимных параметров, а также построения, адаптации к объекту анализа и решения математической модели удаления из него влаги.

Объект и методы исследования

Объектом исследования послужил инулиновый комплекс из топинамбура при разной влажности.

С целью изучения процедур переноса массы и тепловой энергии внутри образца ИК при сушке различных материалов традиционно используется термодинамический подход, в основе которого лежат законы классической термодинамики, причем используется определяющий динамику переноса влаги параметр – его потенциал Θ [1, 2, 3, 4, 5], который идентичен химическому потенциалу μ трансфера влаги в виде пара в паровоздушной среде в гигроскопическом ареале W_p [6, 7]:

$$|\Theta| = |\mu| = RT \ln A_w \quad (1)$$

где $R = 8,314$ – универсальная газовая константа, Дж/(моль·К).

В данном ареале $\mu = f(W_p, T)$, а μ_0 между μ_0 и μ для влаги в свободном и связанном состоянии служит движущей силой сорбционных процедур и по модулю идентичен энергии взаимодействия воды с сухим веществом E_c или варьированию свободной энергии Гельмгольца.

$$|\Delta\mu| = E_c = - \left(\frac{\partial \Delta F}{\partial W_p} \right) = -RT \ln A_w \quad (2)$$

Варьирование свободной энергии выявляем посредством взятия производной от закономерности Гиббса-Гельмгольца по W_p ($P, T = \text{const}$) [6]: $\Delta F = \Delta E - T \cdot \Delta S$, где ΔE – варьирование внутренней и $T \cdot \Delta S$ – связанной энергий, где ΔS – энтропийное варьирование.

$$\left(\frac{\partial \Delta F}{\partial W_p} \right)_{T,P} = \left(\frac{\partial \Delta E}{\partial W_p} \right)_{T,P} - T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial W_p} \right)_{T,P} \quad (3)$$

При дифференцировании выражения (3) по T получаем:

$$\frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial \Delta F}{\partial Wp} \right)_{T,P} = - \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp} \right)_{T,P} \quad (4)$$

С учетом (2), получим:

$$\left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp} \right)_{T,P} = - \frac{\partial (R \cdot T \cdot \ln Aw(Wp, T))}{\partial T} \quad (5)$$

Таким образом, зная зависимость $Aw(Wp, T)$ можно определить численные значения свободной энергии, связанной энергии и внутренней энергии процесса сорбции.

Зависимость изменения теплового эффекта сорбции:

$$\left(\frac{\partial \Delta E}{\partial Wp} \right)_{T,P} = \left(\frac{\partial \Delta F}{\partial Wp} \right)_{T,P} + T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp} \right)_{T,P} \quad (6)$$

Отметим, что термодиффузионный коэффициент δ_p является частью относительного

Для использования в инженерной практике экспериментальные данные по сорбции математически аппроксимированы функциональной зависимостью:

$$Aw(Wp, T) = (a \cdot T + b) \cdot Wp^3 + (c \cdot T + d) \cdot Wp^2 + (e \cdot T + f) \cdot Wp + (g \cdot T + h) \quad (10),$$

где $a = -0,46827545$, $b = -54,14911015$, $c = 0,11497765$, $d = 33,20094755$, $e = 0,00162935$, $f = -1,26464555$, $g = 0,000163025$, $h = -0,043755325$ – эмпирические коэффициенты.

Опираясь на известную зависимость получим:

$$Ec = -\Delta\mu = -R \cdot T \cdot \ln((a \cdot T + b) \cdot Wp^3 + (c \cdot T + d) \cdot Wp^2 + (e \cdot T + f) \cdot Wp + (g \cdot T + h)) \quad (10).$$

Зависимость дифференциального изменения свободной энергии:

$$\left(\frac{\partial \Delta F}{\partial Wp} \right)_{T,P} = T \cdot R \cdot \ln((a \cdot T + b) \cdot Wp^3 + (c \cdot T + d) \cdot Wp^2 + (e \cdot T + f) \cdot Wp + (g \cdot T + h)) \quad (11).$$

Зависимость дифференциального изменения связанной энергии:

$$T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp} \right)_{T,P} = -T \cdot R \cdot \left[\frac{\ln((a \cdot T + b) \cdot Wp^3 + (c \cdot T + d) \cdot Wp^2 + (e \cdot T + f) \cdot Wp + (g \cdot T + h)) + (a \cdot Wp^3 + c \cdot Wp^2 + e \cdot Wp + g)}{((a \cdot T + b) \cdot Wp^3 + (c \cdot T + d) \cdot Wp^2 + (e \cdot T + f) \cdot Wp + (g \cdot T + h))} \right] \quad (12)$$

В графическом виде на рисунке 1 представлены полученные зависимости для инулина. Характер дифференциального изменения связанной энергии (энтропийной составляющей) определен устремлению термодинамической системы к равновесию.

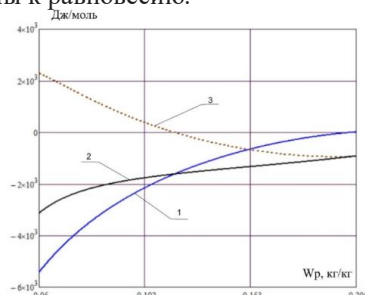


Рис 1. Закономерности варьирования $\left(\frac{\partial \Delta F}{\partial Wp} \right)_{T,P}$ (1), $T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp} \right)_{T,P}$ (2) и $\left(\frac{\partial \Delta E}{\partial Wp} \right)_{T,P}$ (3) при $T = 293 \text{ K}$ для ИК

Fig. 1. Patterns of variation $\left(\frac{\partial \Delta F}{\partial Wp} \right)_{T,P}$ (1), $T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp} \right)_{T,P}$ (2) and $\left(\frac{\partial \Delta E}{\partial Wp} \right)_{T,P}$ (3) at $T = 293 \text{ K}$ for IR

показателя термодиффузии δ . В равновесных условиях δ_p , идентичен δ [6, 7, 8]:

$$\delta_p = c_m \cdot \left(\frac{\partial \Delta \mu}{\partial T} \right)_{Wp=const} \quad (7),$$

где $c_m = \left(\frac{\partial Wp}{\partial \Delta \mu} \right)_{T=const}$ – удельная изотермическая влагоемкость материала.

$$\delta_p = \left(\frac{\partial \Delta \mu}{\partial T} \right)_{Wp} \cdot \left(\frac{\partial Wp}{\partial \Delta \mu} \right)_T \quad (8)$$

С использованием формулы (2), получим:

$$\left(\frac{\partial \Delta \mu}{\partial T} \right)_{Wp} = \left(\frac{\partial (RT \ln Aw(Wp, T))}{\partial T} \right) \quad (9)$$

Отметим, что закономерность (9) служит дифференциальным варьированием сорбционной энтропии и представляется, как температурный коэффициент [9, 10, 11].

Результаты исследования и их обсуждение

Величина $\left(\frac{\partial \Delta E}{\partial W_p}\right)_{T,p}$ отрицательна в определенных рамках варьирования, W_p , что обуславливает термические эффекты при сорбции водяных паров ИК. Принимая во внимание (2) имеем:

$$\left(\frac{\partial W_p}{\partial \Delta \mu}\right)_T = \frac{1}{(\partial \Delta \mu / \partial W_p)_T}, \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial \Delta \mu}{\partial T}\right)_{W_p} &= \frac{\partial(T \cdot R \cdot \ln((a \cdot T + b) \cdot W_p^3 + (c \cdot T + d) \cdot W_p^2 + (e \cdot T + f) \cdot W_p + (g \cdot T + h)))}{\partial T} = \\ &= R \cdot \ln((a \cdot T + b) \cdot W_p^3 + (c \cdot T + d) \cdot W_p^2 + (e \cdot T + f) \cdot W_p + (g \cdot T + h)) + \\ &+ R \cdot T \cdot \frac{(a \cdot W_p^3 + c \cdot W_p^2 + e \cdot W_p + g)}{((a \cdot T + b) \cdot W_p^3 + (c \cdot T + d) \cdot W_p^2 + (e \cdot T + f) \cdot W_p + (g \cdot T + h))} \end{aligned} \quad (13)$$

Опираясь на (12), имеем:

$$\left(\frac{\partial W_p}{\partial \Delta \mu}\right)_T = \frac{1}{\left(-T \cdot R \cdot \frac{(3 \cdot (a \cdot T + b) \cdot W_p^2 + 2 \cdot (c \cdot T + d) \cdot W_p + (e \cdot T + f))}{((a \cdot T + b) \cdot W_p^3 + (c \cdot T + d) \cdot W_p^2 + (e \cdot T + f) \cdot W_p + (g \cdot T + h))}\right)} \quad (14)$$

Введя в (8) закономерности (13) и (14) имеем варьирование δ_p (рисунок 2) в зависимости от T и W_p . Полученные закономерности не входят в конфликт с уже известными для растительных субстанций [5, 6, 8, 9, 10, 11, 12].

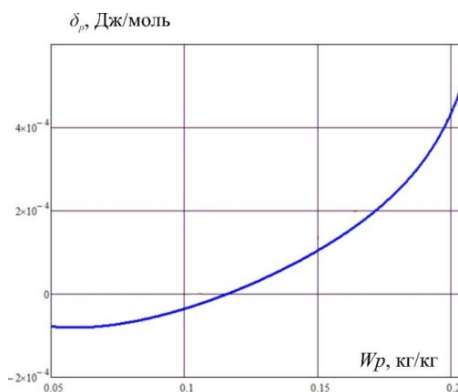


Рис. 2. Закономерность варьирования δ_p при $T = 333 \text{ K}$ для ИК

Fig. 2. Regularity of variation of δ_p at $T = 333 \text{ K}$ for IR

Термоградиентный коэффициент δ_p служит для анализа процедуры термотрансфера влаги в образце и его значение зависит от вида и энергетики связи влаги с сухим веществом. На стадии соответствующей адсорбционно-связанной воде (рисунок 2), δ_p ниже нуля по причине феномена относительного термодиффузионного переноса в газовых композициях [12]. Воздушная среда с более высоким молекулярным весом по отношению к парам воды, диффундирует в одном направлении с тепловым потоком, что обуславливает трансфер пара в обратном направлении по отношению к тепловому потоку. Относительная термодиффузия усугубляется феноменом теплового скольжения при эффузии паровой среды при перемещении водных молекул по капиллярной стенке при варьировании T вдоль его протяженности. Так при падении T в капилляре на

протяженности его стенки падает и T контактирующей с ней паровой прослойки, причем этом наблюдается перемещение паропотока направления роста T , то есть против тепловотока.

Опираясь на данные публикаций [13, 14, 15, 16, 17, 18] и авторские результаты, приходим к заключению о том, что с целью ускорения операции обезвоживания ИК желателен рост площади поверхности обмена веществом, что возможно при диспергировании материала, в частности путем его распыления при реализации методов объемного подведения тепловой энергии при инфракрасном облучении объекта.

В процессе отведения влаги, связанной с сухим веществом, удельная теплота образования пара r в уравнении переноса тепловой энергии [15, 16, 17] определяется сложением теплот на отведение влаги в свободном состоянии r' и

смачивания $r_{см}$, а также энтропийного слагаемого $r_{энт}$. Тогда общую энергию на отведение 1 кг влаги определяем [18, 19], как:

$$r = r' + r_{см} + r_{энт} \quad (15)$$

При этом $r'(T)$, Дж/кг является в заданных рамках варьирования T линейной функцией и находится, как:

$$r'(T) = 3118,4581 \cdot 10^3 - 2286,66 \cdot T \quad (16)$$

$r_{см}$, Дж/моль, определяется [1, 6, 19], как:

$$r_{см}(Wp, T) = -\left(\frac{\partial \Delta F}{\partial Wp}\right)_{T,P} = -T \cdot R \cdot \ln Aw(Wp, T) \quad (17)$$

$r_{энт}$, Дж/моль находится [6, 19], как:

$$r_{энт}(Wp, T) = T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp}\right)_{T,P} = -T \cdot \left(\frac{\partial(T \cdot R \cdot \ln Aw(Wp, T))}{\partial T}\right) \quad (18)$$

Учитывая, что для водной фазы относительная молярная масса соответствует 18 кг/моль имеем $r_{см}$ и $r_{энт}$ в Дж/кг:

$$r_{см}(Wp, T) = -\frac{1}{0,018} \cdot \left(\frac{\partial \Delta F}{\partial Wp}\right)_{T,P} = -55, (5) \cdot T \cdot R \cdot \ln Aw(Wp, T) \quad (19)$$

$$r_{энт}(Wp, T) = \frac{1}{0,018} \cdot T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp}\right)_{T,P} = -55, (5) \cdot T \cdot \left(\frac{\partial(T \cdot R \cdot \ln Aw(Wp, T))}{\partial T}\right) \quad (20)$$

Тогда $r(Wp, T)$ находим, как:

$$r(Wp, T) = 3118,4581 \cdot 10^3 - 2286,66 \cdot T - 55, (5) \cdot T \cdot R \cdot \ln Aw(Wp, T) + 55,5 \cdot T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp}\right)_{T,P} \quad (21)$$

В результате имеем $r(Wp, T)$ в Дж/кг (рисунок 3).

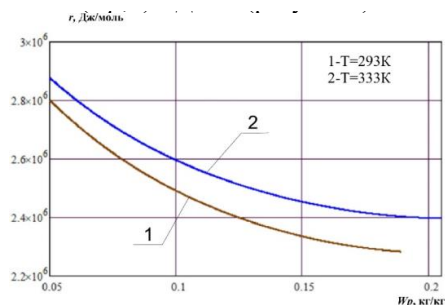


Рис. 3. Зависимость удельной тепловой энергии испарения от равновесной влажности в процессе сорбции паров пектином

Fig. 3. Dependence of the specific thermal energy of evaporation on equilibrium humidity in the process of vapor sorption by pectin

Энергетическую связь 1 кг воды с сухим веществом Δr с учетом энтропийного варьирования находим, как:

$$\Delta r(Wp, T) = r_{см}(Wp, T) + r_{энт}(Wp, T) = -55, (5) \cdot T \cdot R \cdot \ln Aw(Wp, T) + 55, (5) \cdot T \cdot \left(\frac{\partial \Delta S}{\partial Wp}\right) \quad (22)$$

Зависимость (21) позволяет определить значения удельной тепловой энергии испарения $r(Wp, T)$ для подстановки в дифференциальное уравнение теплопереноса [20, 21, 22, 23, 24] при моделировании тепломассообменных процессов сушки.

Вывод

Таким образом, опираясь на поостранные изотермы сорбции и гигроскопические параметры ИК, полученного при полученного при конвективно-радиационном обезвоживании экстракта ИК из топинамбура (сорт «Скороспелка», выращенного АО «Чаганское», Астраханская область), проведен термодинамический анализ

процесса сорбции и десорбции в разных рамках варьирования влажности, найдена общая энергия связи влаги с сухим остатком ИК и ее термодинамические составляющие.

Установлено, что для интенсификации процесса сушки ИК целесообразно повышение поверхности массообмена, которое может быть достигнуто при распылении исходного

продукта, и использовании объемных способов энергоподвода, в частности, радиационного энергоподвода.

Полученные данные не противоречат известным литературным источникам и могут быть рекомендованы при проектировании процессов влагоудаления из ИК и конструировании сушильных аппаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эгамова М.М., Сафарзода Р.Ш., Фаридуни К.Р. и др. Исследование химического состава флавоноидных соединений в траве топинамбура методом ВЭЖХ – МС. Наука и инновация. 2022; 3: 152-161.
2. Туршатов М.В., Соловьев А.О., Волкова Г.С. и др. Комплексная переработка топинамбура с получением пищевых функциональных продуктов. Актуальная биотехнология. 2022; 1: 255.
3. Бызов В.А., Пучкова Т.С., Пихало Д.М. Оценка показателей качества клубней топинамбура для переработки на инулин и его производные. Пищевая промышленность. 2023; 4: 58-62.
4. Анакулов М.М., Розикова М.Т., Сафаров М.М. и др. Адсорбционные свойства сушеных клубней топинамбура. Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2020; 2(50): 13-15.
5. Vukov K., Erdélyi M., Pichler-magyar E. Preparation of Pure Inulin and Various Inulin-Containing Products from Jerusalem Artichoke for Human Consumption and for Diagnostic Use. Studies in Plant Science. 1993; 3: 341-345.
6. Алексанян И.Ю., Петровичев О.А., Максименко Ю.А. и др. Зависимость теплофизических свойств пектиновых концентратов от влияющих факторов. Российский пектин: история, настоящее, перспективы: материалы конференции. Воронеж; 2006: 56-59.
7. Gaafar A.M., El-Din Serag M.F., Boudy A. et al. Extraction Conditions of Inulin from Jerusalem Artichoke Tubers and its Effects on Blood Glucose and Lipid Profile in Diabetic Rats. Journal of American Science. 2010; 6(5): 36-43.
8. Kheto A., Bist Y., Awana A., Kaur S., Kumar Y., Sehrawat R. Utilization of inulin as a functional ingredient in food: Processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions. Food Chemistry Advances. 2023; 3.
9. Максименко Ю.А., Свирина С.А., Бахарева А.А. и др. Исследование удельной теплоемкости жидких и пастообразных растительных материалов. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022; 1: 121-128.
10. Нугманов А.Х.-Х., Краснов В.А., Максименко Ю.А. и др. Исследование теплоемкости пастообразных пищевых продуктов. Естественные и технические науки. 2015; 6(84): 512-514.
11. Журавлев А.В., Марухин А.С., Кирнос А.В. Разработка конструкции сушильной камеры с закрученными потоками теплоносителя и ИК-энергоподводом. Материалы LVII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2018 год. Воронеж; 2019: 38.
12. Tsotsas E. Modern Drying Technology. V. 5. Process Intensification / Ed. Tsotsas E., Mujumdar A.S. Weinheim: Wiley-VCH; 2014.
13. Wisniewski, R. Spray Drying Technology Review. Proc. 45th International Conference on Environmental Systems. Bellevue, Washington; 2015: 1.
14. Varghese S.K., Gangamma S. Evaporation of Water Droplets by Radiation: Effect of Absorbing Inclusions. Aerosol and Air Quality Research. 2007; 7: 95-105.
15. Муцаев Р.В., Алексанян И.Ю., Нугманов А.Х. и др. Термодинамический анализ механизма взаимодействия инулина с водой. Современная наука и инновации. 2017; 4: 79-84.
16. Исаков И.Ж., Кучеренко В.Я., Алексеев Г.В. и др. Совершенствование процесса извлечения пектина из топинамбура. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022; 3: 223-231.
17. Максименко Ю.А., Подледнева Н.А., Губа О.Е. Сушильная установка для получения порошков из жидких продуктов. Вестник АГТУ. 2011; 2(52): 41-44.
18. Acosta-Esquivarosa J., Jáuregui-Haza U., Amaro-González D. et al. Spray Drying of Aqueous Extract of Mangifera indica L (Vimang): Scale up for the Process. World Applied Sciences Journal. 2009; 6(3): 408-412.
19. Chen X.D., Mujumdar A.S. Drying Technologies in Food Processing. Oxford: Blackwell Publishers; 2008.
18. Jirayucharoensak R., Khuenpet K., Jittanit W. et al. Physical and chemical properties of powder produced from spray drying of inulin component extracted from Jerusalem artichoke tuber powder. Drying Technology. 2019; 37(10): 1215-1227.

19. Shene C., Cabezas M., Bravo S. Effect of Drying Air Temperature on Drying Kinetics Parameters and Fructan Content in *Helianthus tuberosus* and *Cichorium intybus*. *Drying Technology*. 2003; 21: 945-956.
20. Muzaffar K., Kumar P. Moisture Sorption Isotherms and Storage Study of Spray Dried Tamarind Pulp Powder. *Powder Technol.* 2016; 291: 322-327.
21. Musthafa Mohamed Essa, Muhammed Bishir, Abid Bhat et al. Freidland, Walid Qoronfleh Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*. 2023; 60: 820-834.
22. Mohammed S. Ali, Rasha M. Hussein, Yasser Gaber et al. Modulation of JNK-1/ β -catenin signaling by *Lactobacillus casei*, inulin and their combination in 1,2-dimethylhydrazine-induced colon cancer in mice. *RSC Advances*. 2019; 50: 29368-29383.

REFERENCES:

1. Egamova M.M., Safarzoda R.Sh., Fariduni K.R. et al. Study of the chemical composition of flavonoid compounds in Jerusalem artichoke herb using HPLC – MS. *Science and innovation*. 2022; 3: 152-161.
2. Turshatov M.V., Solovyov A.O., Volkova G.S. et al. Complex processing of Jerusalem artichoke to produce functional food products. *Current biotechnology*. 2022; 1:255.
3. Byzov V.A., Puchkova T.S., Pikhalo D.M. Assessment of quality indicators of Jerusalem artichoke tubers for processing into inulin and its derivatives. *Food industry*. 2023; 4: 58-62.
4. Anakulov M.M., Rozikova M.T., Safarov M.M. et al. Adsorption properties of dried Jerusalem artichoke tubers. *Polytechnic Bulletin. Series: Intelligence. Innovation. Investments*. 2020; 2(50): 13-15.
5. Vukov K., Erdélyi M., Pichler-magyar E. Preparation of Pure Inulin and Various Inulin-Containing Products from Jerusalem Artichoke for Human Consumption and for Diagnostic Use. *Studies in Plant Science*. 1993; 3: 341-345.
6. Aleksanyan I.Yu., Petrovichev O.A., Maksimenko Yu.A. et al. Dependence of the thermophysical properties of pectin concentrates on influencing factors. *Russian pectin: history, present, prospects: conference materials*. Voronezh; 2006: 56-59.
7. Gaafar A.M., El-Din Serag M.F., Boudy A. et al. Extraction Conditions of Inulin from Jerusalem Artichoke Tubers and its Effects on Blood Glucose and Lipid Profile in Diabetic Rats. *Journal of American Science*. 2010; 6(5): 36-43.
8. Kheto A., Bist Y., Awana A., Kaur S., Kumar Y., Sehrawat R. Utilization of inulin as a functional ingredient in food: Processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions. *Food Chemistry Advances*. 2023: 3.
9. Maksimenko Yu.A., Svirina S.A., Bakhareva A.A. et al. Study of the specific heat capacity of liquid and paste-like plant materials. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2022; 1: 121-128.
10. Nugmanov A.Kh.-Kh., Krasnov V.A., Maksimenko Yu.A. et al. Study of the heat capacity of pasty food products. *Natural and technical sciences*. 2015; 6(84): 512-514.
11. Zhuravlev A.V., Marukhpn A.S., Kirnosov A.V. Development of a drying chamber design with swirling coolant flows and IR energy supply: materials of the LVII reporting scientific conference of teachers and researchers of VSUIT for 2018. *Voronezh*; 2019: 38.
12. Tsotsas E. *Modern Drying Technology*. V. 5. Process Intensification / Ed. Tsotsas E., Mujumdar A.S. Weinheim: Wiley-VCH; 2014.
13. Wisniewski, R. Spray Drying Technology Review. *Proc. 45th International Conference on Environmental Systems*. Bellevue, Washington; 2015: 1.
14. Varghese S.K., Gangamma S. Evaporation of Water Droplets by Radiation: Effect of Absorbing Inclusions. *Aerosol and Air Quality Research*. 2007; 7: 95-105.
15. Mutsaev R.V., Aleksanyan I.Yu., Nugmanov A.Kh. et al. Thermodynamic analysis of the mechanism of interaction of inulin with water. *Modern science and innovation*. 2017; 4: 79-84.
16. Iskakov I.Zh., Kucherenko V.Ya., Alekseev G.V. et al. Improving the process of extracting pectin from Jerusalem artichoke. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2022; 3: 223-231.
17. Maksimenko Yu.A., Poledneva N.A., Guba O.E. Drying plant for producing powders from liquid products. *Bulletin of ASTU*. 2011; 2(52): 41-44.
18. Acosta-Esquivarosa J., Jáuregui-Haza U., Amaro-González D. et al. Spray Drying of Aqueous Extract of *Mangifera indica* L (Vimang): Scale up for the Process. *World Applied Sciences Journal*. 2009; 6(3): 408-412.
19. Chen X.D., Mujumdar A.S. *Drying Technologies in Food Processing*. Oxford: Blackwell Publishers; 2008.
20. Jirayucharoensak R., Khuenpet K., Jittanit W. et al. Physical and chemical properties of powder produced from spray drying of inulin component extracted from Jerusalem artichoke tuber powder. *Drying Technology*. 2019; 37(10): 1215-1227.

21. Shene C., Cabezas M., Bravo S. Effect of Drying Air Temperature on Drying Kinetics Parameters and Fructan Content in *Helianthus tuberosus* and *Cichorium intybus*. *Drying Technology*. 2003; 21: 945-956.
22. Muzaffar K., Kumar P. Moisture Sorption Isotherms and Storage Study of Spray Dried Tamarind Pulp Powder. *Powder Technol.* 2016; 291: 322-327.
23. Musthafa Mohamed Essa, Muhammed Bishir, Abid Bhat et al. Freidland, Walid Qoronfleh Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*. 2023; 60: 820-834.
24. Mohammed S. Ali, Rasha M. Hussein, Yasser Gaber et al. Modulation of JNK-1/ β -catenin signaling by *Lactobacillus casei*, inulin and their combination in 1,2-dimethylhydrazine-induced colon cancer in mice. *RSC Advances*. 2019; 50: 29368-29383.

Информация об авторах / Information about the authors

Юрий Александрович Максименко, профессор, доктор технических наук, проректор по научной работе и инновациям, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
amxsl@yandex.ru

Ольга Ивановна Коннова, ассистент кафедры «Технология товаров и товароведение», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
okonnova88@gmail.com
тел.: +7 (905) 480 14 95

Игорь Юрьевич Алексанян, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», заведующий научно-исследовательской лабораторией «Пищевые системы и биотехнологии», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
16081960igor@gmail.com
тел.: +7 (960) 863 26 04

Yuriy A. Maksimenko, Dr Sci. (Engineering), Professor, Vice rector for scientific work and innovations, Professor, Department of Technological Machines and Equipment, FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»
amxsl@yandex.ru

Olga I. Konnova, Assistant, the Department of Technology of Goods and Commodity Expertise, FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»
okonnova88@gmail.com
tel.: +7 (905) 480 14 95

Igor Yu. Aleksanyan, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Technological Machines and Equipment, Head of the research laboratory of Food systems and Biotechnologies, FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»
16081960igor@gmail.com
tel.: +7 (960) 863 26 04

Поступила в редакцию 24.10.2023; поступила после рецензирования 27.11.2023; принята к публикации 28.11.2023

Received 24.10.2023; Revised 27.11.2023; Accepted 28.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка технологических решений по повышению биологической ценности безглютенового хлеба

Наталья А. Панкратьева*, Ольга С. Чеченихина

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»;
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, 620144, г. Екатеринбург, Россия Федерация

Аннотация. Отрасль хлебобулочных изделий, не имеющих в своем составе клейковину, изучена достаточно мало, поэтому данная тема набирает популярность среди ученых. Предметом исследования выступала разработка рецептуры безглютеновых мучных смесей. Для улучшения вкусовых характеристик изделия и повышения биологической ценности было решено внести нетрадиционное для хлеба растительное сырье. В качестве добавки выбраны семена чиа и порошок моркови. Целью работы являлось разработать рецептуры безглютеновых мучных смесей. Исследование проводилось в несколько этапов: 1. определение компонентного состава рецептуры безглютеновой смеси и изготовление опытных образцов; 2. анализ органолептических показателей; 3. проведение физико-химических исследований теста и готовых изделий. Для проведения анализа использовались инструментальные и визуальные методы исследования. В ходе эксперимента получено три образца хлеба из разных видов безглютеновой муки (№1 – зеленая гречка; №2 амарантовая мука; №3 нутовая мука) в сочетании с рисовой мукой, порошком моркови и семенами чиа. Контрольным образцом служил хлеб из рисовой муки, картофельного и кукурузного крахмала. Норму внесения пищевых волокон рассчитывали, исходя из рекомендуемой суточной нормы. Так, с морковью внесено – 2,8 г, а семенами чиа – 4,4 г пищевых волокон. Наилучшим по всем проведенным исследованиям оказался образец №3 из нутовой муки. Результаты исследований могут быть использованы в отрасли хлебопечения для расширения ассортимента хлебобулочных изделий. Смесь для приготовления безглютенового хлеба может стать весьма полезным продуктом, особенно для тех категорий населения, кто испытывает потребность в таких продуктах. Также учитывая, что для большинства населения хлеб является товаром повседневного спроса, производство таких смесей будет весьма востребовано.

Ключевые слова: целиакия, безглютеновый хлеб, биологическая ценность, содержание белка, пищевая ценность

Для цитирования: Панкратьева Н.А., Чеченихина О.С. Разработка технологических решений по повышению биологической ценности безглютенового хлеба. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 119-125. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-119-125>

Development of technological solutions to increase the biological value of gluten-free bread

Natalya A. Pankratyeva*, Olga S. Chechenikhina

FSBEI HE «Ural State Economic University»;
62/45, 8 March/Narodnaya Volya str., 620144, Russia, Ekaterinburg

Abstract. The industry of gluten-free bakery products has not been studied properly, so this topic is gaining popularity among scientists. The subject of the research was the development of recipes for gluten-free flour

mixtures. To improve the taste characteristics of the product and increase the biological value, it was decided to introduce plant raw materials non-traditional for bread. Chia seeds and carrot powder were chosen as additives. The goal of the research was to develop recipes for gluten-free flour mixtures. The research was carried out in several stages: 1. determination of the component composition of the gluten-free mixture recipe and production of prototypes; 2. analysis of organoleptic indicators; 3. carrying out physical and chemical studies of dough and finished products. To carry out the analysis instrumental and visual research methods were used. During the experiment three samples of bread were obtained from different types of gluten-free flour (No. 1 – green buckwheat; No. 2 amaranth flour; No. 3- gram flour) in combination with rice flour, carrot powder and chia seeds. The control sample was bread made from rice flour, potato and corn starch. The rate of dietary fiber supplementation was calculated on the basis of the recommended daily intake. Thus, 2.8 g of dietary fiber was added with carrots, and 4.4 g of dietary fiber with chia seeds. According to all the studies carried out, sample No. 3 from gram flour turned out to be the best. The research results can be used in the baking industry to expand the range of bakery products. A mixture for making gluten-free bread can be a very useful product, especially for those categories of the population who have a need for such products. Also, given that for the majority of the population bread is a commodity of everyday demand, the production of such mixtures will be in great demand.

Keywords: celiac disease, gluten-free bread, biological value, protein content, nutritional value

For citation: Pankratyeva N.A., Chechenikhina O.S. Development of technological solutions to increase the biological value of gluten-free bread. *New technologies / New technologies*. 2023; 19(4): 119-125. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-119-125>

Введение. Непереносимость глютена, болезнь «целиакия» диагностируется у 0,5 – 1, 0% россиян. У пациентов с целиакией употребление глютена в пищу приводит к воспалению и повреждению слизистой оболочки тонкого кишечника. Типичным поражением эпителия тонкого кишечника является атрофия ворсинок с гиперплазией крипт, приводящая к нарушению всасывания большинства питательных веществ, включая железо, фолиевую кислоту, кальций и жирорастворимые витамины [1, 2, 3]. Это может привести к сопутствующим заболеваниям, таким как остеопороз, анемия, сахарный диабет I типа и кожные заболевания [2]. Приемлемым методом лечения является строгое пожизненное соблюдение диеты без глютена в дозе 100 г/100 г, что приводит к клиническому выздоровлению и восстановлению слизистых оболочек.

Исторически сложилось так, что рекомендации по питанию при целиакии, сосредоточены на продуктах, которых следует избегать при безглютеновой диете, но также необходимо проинформировать потребителей о питательных свойствах безглютеновых продуктов. Растут опасения по поводу питательной адекватности безглютеновой диеты, поскольку она часто характеризуется чрезмерным потреблением белков и жиров и сниженным потреблением сложных углеводов, пищевых волокон, витаминов и минералов [1, 2]. Как следствие, длительная приверженность к безглютеновым продуктам была связана с недоеданием, а также дефицитом минералов, что может привести к анемии, остеопении или остеопорозу [5].

Технологический процесс приготовления хлеба для больных целиакией должен проводиться в «чистых» помещениях без следов глютена.

Обеспечить такие условия в промышленном производстве хлеба крайне сложно.

Решить данную проблему возможно за счет производства безглютеновых смесей для домашней выпечки. Такие смеси имеют длительные сроки годности и удобны для использования при возникающей потребности. В связи с чем, особую актуальность приобретают исследования по данной тематике, в том числе и разработка новых рецептур подобных смесей [2,6,7].

Целью данного исследования было оценить пищевую ценность смесей для хлеба без глютена, представленного на российском рынке этого вида продукции и разработать рецептуру смеси для получения безглютенового хлеба с высокой питательной ценностью и приемлемым качеством.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования выступал хлеб, приготовленный из безглютеновой муки разных видов (зеленой гречки, амарантовой и нутовой муки). В качестве источника витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, выбраны морковь и семена чиа. Эти добавки не только обладают полезными для организма человека свойствами, но и формируют органолептические показатели качества: вкус, цвет, неповторимый аромат, структуру мякиша хлеба.

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. Содержание белка в безглютеновом хлебе определяли по методу Кьельдаля. Определение содержания сырой клетчатки проводили по методу Геннеберга и Штомана. Кислотность определяли в соответствии с ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности». Влажность определяли по ГОСТ 21094-75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности».

Результаты исследований. При подборе видов и соотношения компонентов в составе смесей важно учитывать нутрицевтические задачи, сбалансированность биохимического состава, технологические свойства сырья, привлекательность для потребителя. Важное значение имеет состав смеси для безглютенового хлеба.

Гречневая мука содержит больше незаменимых аминокислот, чем пшеничная и ржаная мука. В зерне гречки белок распределяется следующим образом: ядро с зародышем – около 14%, зародыш – примерно от 40% до 50%, плодовая оболочка – от 3% до 5%. Небелковые азотистые вещества составляют примерно 6% от общего количества азота в зерне гречки, их диапазон содержания составляет от 3,9% до 16,8%. Гречиха имеет очень низкое содержание проламиновых белков, в то же время в ней преобладают глобулины, а также присутствуют водорастворимые белки.

Зерно гречихи обладает большим содержанием незаменимых аминокислот, включая лизин, который является одной из самых важных. Это делает гречку лучшим выбором по сравнению с просом, пшеницей, рожью, рисом и даже приближается к соевым бобам.

Изучив состав пшеничной и нутовой муки, можно сделать вывод, что в последней содержится значительно больше белка и клетчатки. При анализе минерального состава нутовой муки обнаружилось наиболее благоприятное соотношение кальция и фосфора в пропорции 1:1,5, а также кальция и магния в пропорции 1:0,65.

Нутовая мука по содержанию селена превосходит все другие зернобобовые культуры, что положительно влияет на сопротивляемость организма онкологическим заболеваниям. Белки нутовой муки содержат аминокислоты, близкие к белкам животного происхождения. Они представлены главным образом в водо- и солерастворимых фракциях, что говорит о хорошей усвояемости этого продукта.

Отличительной особенностью нутовой муки является ее повышенное содержание жира, по сравнению с пшеничной, разница составляет 3,7 раза.

Амарант или ширита обыкновенная известны тем, что некоторые его сорта ценны как источник белка (16-18%), незаменимых аминокислот и содержанием сквалена. К положительным

качествам сквалена относятся его антиоксидантные свойства. Сквален, участвующий в метаболических процессах, регулирует липидный и стероидный обмен, оказывает влияние на снижение уровня холестерина в сыворотке крови и печени [4].

Морковь (*Daucus carota* L.) – один из самых популярных корнеплодов, выращиваемых во всем мире. Является наиболее важным источником пищевых каротиноидов [3]. Известно, что пищевые добавки на основе морковного порошка являются хорошим источником β-каротина, клетчатки и многих необходимых микроэлементов, и функциональных ингредиентов [4]. В последние годы потребление моркови и продуктов из нее неуклонно растет в связи с признанием их важным источником природных антиоксидантов, в дополнение к тому факту, что β-каротин обладает противоопухолевой активностью и является предшественником витамина А [5].

Благотворное влияние моркови на здоровье обусловлено высоким содержанием витамина А, витамина К, питательных волокон, калия, витамина В6, витамина С, ниацина, витамина В1, пантотеновой кислоты, фосфора, фолиевой кислоты, витамина Е и витамина В2 [8]. Содержание воды колеблется в пределах 86-95%, а средняя порция содержит около 1% углеводов и небольшое количество липидов и белков [5, 9, 10]. Таким образом, морковь повышает питательную ценность хлеба, изменяет реологические свойства теста и, в конечном счете, его вкусовые качества, являясь, таким образом, распространенным ингредиентом и потенциально пригодным для приготовления и разработки нового поколения продуктов здорового питания [10].

Семенам чиа приписывают высокую питательную ценность, особенно благодаря высокому содержанию пищевых волокон и жиров. Семена чиа содержат примерно 30-34 г пищевые волокна, из которых нерастворимая фракция составляет приблизительно 85-93%, в то время как растворимые пищевые волокна составляют приблизительно 7-15% [11]. По содержанию пищевых волокон семена чиа превосходят сухофрукты, злаки или орехи. Особый интерес представляет профиль жирных кислот. Он характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, главным образом α-линоленовой кислоты (ALA), на долю которой приходится примерно 60% всех жирных кислот. Линолевая, олеиновая и пальмитиновая кислоты содержатся в меньших количествах.

В семенах чиа больше омега-3 кислот, чем в льняном семени. Мы также должны подчеркнуть выгодное соотношение омега-6 и омега-3 кислот, которое составляет приблизительно 0,3:0,35 [11]. Семена чиа также являются хорошим

Таблица 1

Рецептура приготовления хлеба

Table 1

Сырье, масс. ч	Образец		
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Рисовая мука	42,5–62,0	42,5–62,0	42,5–62,0
Мука из зеленой гречки	21,8–33,3	–	–
Амарантовая мука	–	21,8–33,3	–
Нутовая мука	–	–	21,8–33,3
Порошок моркови	9,0–10,0	9,0–10,0	9,0–10,0
Семена чиа	1,28–4,77	1,28–4,77	1,28–4,77
Дрожжи сухие	2,3–2,8	2,3–2,8	2,3–2,8
Соль	1,25–1,5	1,25–1,5	1,25–1,5

источником растительного белка, на долю которого приходится примерно 18-24% их массы [11].

Необходимо подчеркнуть, что семена чиа не содержат глютена и как таковые могут употребляться больными целиакией [10]. Кроме того, семена чиа содержат много минералов, в том числе фосфор (860-919 мг/100 г), кальций (456-631 мг/100 г), калий (407-726 мг/100 г) и магний (335-449 мг/100 г) содержится в наибольших количествах [11]. Исследования также подтвердили наличие некоторых витаминов, главным образом витамина B₁ (0,6 мг/100 г), витамина B₂ (0,2 мг/100 г) и ниацина (8,8 мг/100 г) [11].

В нашем случае, для каждого образца использовалось по одному виду муки, а в качестве основного компонента выбрана рисовая. В табл. 1 представлен состав смеси для безглютенового хлеба.

Количество воды рассчитывается до влажности теста 46,0±1,0.

Все сырье, используемое для приготовления смеси, было закуплено в гипермаркетах и специализированных магазинах.

Этапы приготовления морковного порошка: морковь вымыли, очистили и нарезали ломтиками толщиной 2-3 мм. Затем полученные ломтики моркови укладывали в один слой на поддоны бытового эксикатора (сушилки) (Scarlett SC 421) и сушили в течение 24 часов при температуре 60°C. Сухую морковь измельчали с помощью измельчителя (Grindomix 200) до получения мелкодисперсного порошка, то есть морковного порошка (размер частиц 160-270 мкм), который вводили в герметично закрытые контейнеры, помещают в холодильную камеру до проведения следующих операций.

Семена чиа измельчали до получения порошка с размером частиц 150-250 мкм на Grindomix 200.

Чтобы избежать конкуренции крахмала и молотого чиа в отношении поглощения воды, чиа был введен в виде геля. Гель был приготовлен из измельченного чиа с добавлением воды в соотношении 1:2.

После просеивания муку добавляли в миксер Hauser DM601 и гомогенизировали с морковным порошком на скорости 1 в течение 5 минут. Для получения теста с необходимыми для формирования реологическими характеристиками применяли технологический прием «заваривания» смеси муки и морковного порошка горячей водой, температурой 90-95°C. При заваривании смеси горячей водой формируется структура теста за счет процессов клейстеризации крахмала и денатурации белка. Заваренную смесь тщательно перемешивали, охлаждали до температуры 35-40°C, затем добавляли гель чиа, соль, эмульгированные дрожжи с теплой водой и продолжали перемешивание на скорости 1 в течение 5 минут, а затем на скорости 2 в течение 10 минут, пока не получится однородное тесто.

Готовое тесто оставили при комнатной температуре на 90 минут для брожения. Затем тесто делили на куски, массой 0,35 кг. Тестовые заготовки поместили формы, оставили для расстойки на 40 мин. Хлеб выпекали в пароконвектома-те при температуре 180°C в течение 35 минут. Заключительным этапом являлось охлаждение готовых изделий при комнатной температуре в течение 4 часов.

Проведен контроль качества готовых изделий по ряду органолептических и физико-химических показателей.

Оценку органолептических свойств образцов готовых изделий проводила экспертная комиссия из 17 человек, в состав которой входили представители профессорско-преподавательского состава кафедр технологии питания и

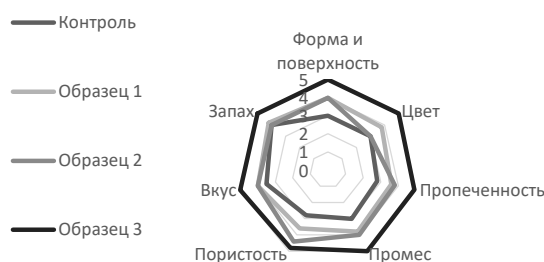


Рис. 1. Профиллограмма органолептических показателей качества хлеба

Fig. 1. Profilogram of organoleptic indicators of bread quality

пищевой инженерии Уральского государственного экономического университета. Результаты оценки представлены на рисунке 1.

Наилучшими органолептическими показателями обладал образец хлеба №3 из нутовой муки, который по результатам оценки набрал 4,9 баллов. Образец №2 имел форму, соответствующую виду изделия. Цвет светлорусый. Мякиш достаточно пропеченный, следы непромеса отсутствовали. Пористость – развитая, равномерная. Вкус – приятный, гармоничный, свойственный виду изделия и добавкам, без постороннего привкуса. В исследуемых пробах №1 были обнаружены

следы непропеченности, образец №2 с жестким крошащимся мякишем. По результатам оценки образцы №1 и №2 набрали одинаковое количество баллов – 3,8.

Определены основные физико-химические показатели исследуемых образцов. Результаты физико-химических испытаний готового хлеба представлены в таблице 2.

Проведенные эксперименты показали, что все опытные образцы имели лучшие показатели качества по сравнению с контролем [10]. Было установлено, что хлеб, приготовленный из предложенных сухих смесей богаче по пищевой и биологической ценности.

Таблица 2

Результаты физико-химических испытаний

Table 2

Results of physical and chemical tests

Наименование показателя	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Влажность, %	46,0±0,2	45,2±0,2	42,0±0,2	44,0±0,2
Кислотность, град	1,9±0,1	2,8±0,1	3,2±0,1	3,6±0,2
Пористость, %	46,0±1,0	52,0±1,0	54,0±1,0	62,0±1,0
Содержание белка, г/100 г	2,6±0,1	5,7±0,1	8,5±0,1	6,6±0,1
Содержание клетчатки, г/100 г	1,2±0,1	4,2±0,1	3,8±0,1	4,0±0,1

Выводы. Таким образом, по данным органолептической оценки лучшим являлся образец №3 на основе нутовой муки, набравший 4,9 балла. Полученный продукт характеризовался высокими органолептическими и физико-химическими показателями, которые соответствовали требованиям нормативных документов,

и может быть рекомендован в производство. 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:

- Егушова Е.А., Позднякова О.Г. Технологические аспекты производства хлеба функционального назначения. Достижения науки и техники АПК. Achievements of science and technology in agro-industrial complex. 2018; 32(12): 90-93.
- Заворохина Н.В. Моделирование рецептур безглютеновых видов хлеба для жителей Свердловской области, страдающих целиакией. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2015; 5(34): 67-72.

3. Феофилактова О.В., Пономарев А.С. Исследование технологических свойств нетрадиционных видов муки при производстве продукции предприятий общественного питания. *Индустрия питания / Food Industry*. 2019; 4(2): 28-34.
4. Урубков С.А., Хованская С.С., Смирнов С.О. Сравнительное содержание минеральных веществ в безглютеновых культурах. *Индустрия питания / Food Industry*. 2020; 5(4): 60-67.
5. Викторова Е.П., Федосеева О.В., Шахрай Т.А. и др. Конкурентный потенциал функциональных обогащенных хлебобулочных изделий. *Новые технологии / New technologies*. 2020; 2: 28-39.
6. Буракова Л.Н., Плотников Д.А. Обоснование и разработка хлебобулочных изделий, обогащенных арктическим растительным сырьем. *Индустрия питания / Food Industry*. 2022; 7(2): 44-51.
7. Крюкова Е.В., Чугунова О.В., Тиунов В.М. Моделирование органолептических показателей качества мучных изделий из второстепенных видов муки. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2016; 3(38): 80-87.
8. Genevois C.E., Grenóvero M.S., De Escalada Pla M.F. Use of different proportions of rice milling fractions as strategy for improving quality parameters and nutritional profile of gluten-free bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2021; 58(10): 3913-3923.
9. Русакова Н.А., Власова В.Н. Применение растительного сырья для повышения пищевой ценности хлеба. *Парадигма*. 2018; 1: 10-17.
10. Пушмина И.Н., Иванова А.Б. Формирование качества и потребительских свойств обогащенного безглютенового хлеба с использованием местного сырья. *Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век: сборник статей по материалам международной (заочной) научно-практической конференции (Красноярск, 24-27 мая 2014 г.)*. Красноярск: КрГАУ; 2014: 122-126.
11. Иванникова Н.В., Мынбаева А.Б. Технология хлебобулочных изделий с использованием безглютенового сырья. *Механика и технологии*. 2022; 2(76): 37-44.
12. Шаталов Д.А., Кокорева Л.А. Использование пищевых продуктов из семян чиа в питании человека. *Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к юбилею заслуженного деятеля науки РФ В.М. Позняковского*. Екатеринбург: УрГЭУ; 2017: 282-285.
13. Попов В.Г., Хайруллина Н.Г., Садыкова Х.Н. Зависимость кислотности безглютенового хлеба от вводимых добавок. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2022; 84(3): 96-106.

REFERENCES:

1. Egushova E.A., Pozdnyakova O.G. Technological aspects of the production of functional bread. *Dostizheniya nauki i tehniki APK / Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2018; 32(12): 90-93.
2. Zavorokhina N.V. Modeling recipes for gluten-free breads for residents of the Sverdlovsk region suffering from celiac disease. *Technology and merchandising of innovative food products*. 2015; 5(34): 67-72.
3. Feofilaktova O.V., Ponomarev A.S. Study of the technological properties of non-traditional types of flour in the production of catering products. *Food Industry*. 2019; 4(2): 28-34.
4. Urubkov S.A., Khovanskaya S.S., Smirnov S.O. Comparative content of minerals in gluten-free crops. *Food Industry*. 2020; 5(4): 60-67.
5. Viktorova E.P., Fedoseeva O.V., Shakhrai T.A. et al. Competitive potential of functional enriched bakery products. *Noviye tehnologii / New technologies*. 2020; 2: 28-39.
6. Burakova L.N., Plotnikov D.A. Justification and development of bakery products enriched with Arctic plant raw materials. *Food Industry*. 2022; 7(2): 44-51.
7. Kryukova E.V., Chugunova O.V., Tiunov V.M. Modeling of organoleptic quality indicators of flour products from secondary types of flour. *Technology and merchandising of innovative food products*. 2016; 3(38): 80-87.
8. Genevois C.E., Grenóvero M.S., De Escalada Pla M.F. Use of different proportions of rice milling fractions as strategy for improving quality parameters and nutritional profile of gluten-free bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2021; 58(10): 3913-3923.
9. Rusakova N.A., Vlasova V.N. The use of plant raw materials to increase the nutritional value of bread. *Paradigm*. 2018; 1: 10-17.
10. Pushmina I.N., Ivanova A.B. Formation of the quality and consumer properties of enriched gluten-free bread using local raw materials. *Ecology, environment and human health: XXI century: collection of articles based on the materials of the international (correspondence) scientific and practical conference (Krasnoyarsk, May 24-27, 2014)*. Krasnoyarsk: KrSAU; 2014: 122-126.

11. Ivannikova N.V., Mynbaeva A.B. Technology of bakery products using gluten-free raw materials. Mechanics and technology. 2022; 2(76): 37-44.

12. Shatalov D.A., Kokoreva L.A. The use of chia seed products in human nutrition. Innovative technologies in the food industry and public catering: materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the anniversary of the Honored Scientist of the Russian Federation V.M. Poznyakovsky. Ekaterinburg: USUE; 2017: 282-285.

13. Popov V.G., Khairullina N.G., Sadykova Kh.N. Dependence of the acidity of gluten-free bread on the added additives. Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022; 84(3): 96-106.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Анатольевна Панкратьева, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

nata-pankratyeva@yandex.ru

тел.: +7 (912) 680 98 33

Ольга Сергеевна Чеченихина, доктор биологических наук, доцент, профессор ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

olgachech@yandex.ru

тел.: +7 (912) 227-02-51

Natalya A. Pankratyeva, PhD (Engineering), Associate Professor, FSBEI HE «Ural State Economic University»

nata-pankratyeva@yandex.ru

tel.: +7 (912) 680 98 33

Olga S. Chechenikhina, Dr Sci. (Biology), Associate Professor, Professor, FSBEI HE «Ural State Economic University»

olgachech@yandex.ru

tel.: +7 (912) 227-02-51

Поступила в редакцию 02.11.2023; поступила после рецензирования 04.12.2023; принята к публикации 05.12.2023

Received 02.11.2023; Revised 04.12.2023; Accepted 05.12.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-126-133>

УДК 664.9.036.531:641.1/3

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Обоснование использования мяса перепелов в производстве продуктов питания специального назначения

Александра М. Патиева¹, Зурет Н. Хатко^{2*},
Светлана В. Патиева¹, Алёна В. Зыкова¹

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
ул. Калинина, д. 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

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

Аннотация. В результате проведенных научных исследований на материально-технической базе КубГАУ им. И.Т. Трубилина и МГТУ были изучены технологические параметры и биологическая ценность мяса перепелов. По результатам проделанной работы был проведен убой перепелов породы Техасский бройлер, которые были выращены в условиях фермерского хозяйства на территории Краснодарского края. Дано обоснование использования мяса перепелов Техасский бройлер в технологии мясных продуктов специального назначения. Проведенные исследования технологических свойств показали, что убойный выход непотрошенной тушки в среднем составляет 85%. Была дана оценка выходу обваленного мяса, которую провели двумя способами: после нутровки и после бланшировки тушки, которая показала, что выход обваленного мяса после бланшировки был выше на 16,87 г, что объясняется более тщательным отделением мышечной ткани от костей. Результаты дали основание для использования бланшировки целых тушек в технологии производства специальных продуктов на основе мяса перепелов. Произведено моделирование рецептурной композиции мясного крема на основе мяса и субпродуктов перепелов. Были выработаны опытные партии с последующей дегустационной оценкой и расчетом пищевой ценности, которые показали высокие результаты, что обосновывает использование мяса перепелов породы Техасский бройлер для производства продуктов, как общего, так и специального назначения.

Ключевые слова: мясо перепелов, технологические свойства, субпродукты, качественные показатели, консервы, мясной крем

Для цитирования: Патиева А.М., Хатко З.Н., Патиева С.В. и др. Обоснование использования мяса перепелов в производстве продуктов питания специального назначения. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 126-133. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-126-133>

Rationale for the use of quail meat in the production of food products for special purposes

Alexandra M. Patieva¹, Zurek N. Khatko^{2*},
Svetlana V. Patieva¹, Alena V. Zyкова¹

¹FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»;
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

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

Abstract. As a result of scientific research carried out on the materials and technical base of KubSAU named after. I.T. Trubilin and MSTU technological parameters and biological value of quail meat has been studied. Texas broiler quails, which were raised on a farm in the Krasnodar Territory, were slaughtered. The rationale for the use of Texas broiler quail meat in the technology of special-purpose meat products has been given. Studies of technological properties showed that the slaughter yield of an uneviscerated carcass is on average 85%. The yield of boneless meat was assessed in two ways: after gutting and after blanching the carcass, which showed that the yield of boneless meat after blanching was higher by 16.87 g, which was explained by a more thorough separation of muscle tissue from the bones. The results provided the basis for the use of blanching of whole carcasses in the production technology of special products based on quail meat. The recipe composition of meat cream based on quail meat and offal was modeled. Experimental batches were developed, followed by a tasting assessment and calculation of nutritional value, which showed high results, which justified the use of Texas broiler quail meat for the production of products for both general and special purposes.

Keywords: quail meat, technological properties, offal, quality indicators, canned food, meat cream

For citation: Patieva A.M., Khatko Z.N., Patieva S.V., et al. Rationale for the use of quail meat in the production of food products for special purposes. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 126-133. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-126-133>

Введение. Сегодня все чаще потребитель отдаст предпочтение в пользу продуктов питания, которые имеют натуральный состав, обладают полезными свойствами или лечебным действием, не смотря на ограниченный срок годности. Это происходит по причине того, что современный человек стал всё больше обращать внимание на состояние своего здоровья из-за сложившихся экологических опасностей. Во всем мире на лидирующие места стала выходить здоровая продукция, обладающая полезными и функциональными свойствами. По сути, функциональные продукты питания должны обладать рядом полезных особенностей для организма человека. Во-первых, такие продукты обеспечивают организм человека необходимыми нутриентами, которые находятся в максимально доступной форме для усваивания организмом.

В связи с появлением спроса на данную продукцию, производители стремятся заполнить пустующие ниши, разрабатывая все новые продукты питания с заданными свойствами. Разработка таких продуктов питания ведется по всем канонам, соблюдая принципы создания функциональных продуктов. Сегодня культура здорового образа жизни активно тиражируется СМИ и принимается обществом, многие уходят от вредных привычек, занимаются спортом, а также усиленно следят за качеством употребляемых продуктов. По данным последних исследований спрос на полезные продукты питания год от года увеличивается, а за последний год прирост в России составил 15%. Специалисты прогнозируют ежегодный прирост потребления полезной для здоровья продукции около 8,5% до 2025 года включительно. Однако в России, в отличие от других стран производство и потребление функциональных продуктов находится на недостаточно высоком уровне. Производство

функциональных и лечебно-профилактических продуктов питания в России имеют высокие перспективы, в виду того, что данные ниши на рынке недостаточно заполнены. Также, это является выгодным как с экономической, так и с потребительской точки зрения. Однако не только выгода должна определять производство, такие продукты могут обеспечивать здоровье населения, что необходимо каждой стране. Одной из основных целей государственной политики является сохранение здоровья населения, создания благоприятных условий для него, в том числе обеспечение качественными и полезными для здоровья продуктами питания. Производство продукции с функциональными или лечебно-профилактическими свойствами можно рационализировать за счет минимизации затрат в результате переработки ценной сельскохозяйственной продукции. Развитие нового направления пищевой индустрии имеет большие возможности для научно-исследовательских институтов в плотном содействии с медициной и нутрициологией [4, с. 63].

Сегодня мясо перепелов считается одним из наиболее перспективных видов сырья в технологии производства специализированных продуктов питания, а также функциональных и лечебно-профилактических продуктов на мясной основе. Специалисты разных стран высоко оценивают свойства и биологическую ценность мяса перепелов. Такая высокая оценка послужила открытию специальных ферм по выращиванию и переработке перепелов мясных направлений, высоко оцениваются и яичные породы, которые выращивают для производства яиц. Поэтому особо актуальными являются исследования направленные на изучение технологических свойств и биологической ценности мяса перепелов некоторых мясных пород для его дальнейшего использования в технологии специальных продуктов.

Целью работы является обоснование использования мяса перепелов породы Техасский бройлер в производстве продуктов питания специального назначения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- Обоснование использования мяса перепелов в производстве специальных продуктов питания;
- Выращивание, убой и исследование технологических свойств перепелов породы Техасский бройлер;
- Моделирование рецептурной композиции мясного крема на основе мяса и субпродуктов перепелов породы Техасский бройлер;
- Выработка опытных образцов по предложенной технологии;
- Исследование качественных характеристик мясного крема и расчет пищевой ценности.

Объекты и методика исследования

Объектами исследований являлись: мясо перепелов, вторичные продукты убоя, мясные изделия (мясной крем).

Исследования проводились в течение 2021-2023 гг. в условиях лабораторий Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина и Майкопского государственного технологического университета.

Выращивание перепелов породы Техасский бройлер осуществлялось на базе личного подсобного хозяйства на территории Краснодарского края.

В ходе эксперимента были взяты суточные перепела породы Техасский бройлер. Выращивание проводилось в течение 49 дней. Птица содержалась в клеточных батареях. Поение осуществлялось через полуавтоматическую систему со свободным доступом к воде. Кормление птиц проводилось вручную с использованием

полноценных рационов в соответствии с возрастными периодами птицы. Такие параметры как влажность, освещенность и температура соответствовали основным требованиям ВНИ-ТИП. Для определения технологических свойств мяса перепелов перед убоем и после убоя птица взвешивалась [7, с. 20].

Результаты исследования

Мясо перепелов по многим показателям превосходит другие виды мяса, в частности куриное мясо. Известны его диетические свойства, которые обуславливаются высоким содержанием белка и низким содержанием жира. Аминокислотный состав мяса максимально сбалансирован и приближен к эталону [15, с. 98]. Помимо прочего мясо перепелов является гипоаллергенным продуктом, за счет того, что в нем содержится небольшое количество белковых пиков, поэтому его можно употреблять людям, страдающим аллергическими реакциями на говядину. По данным исследований, 100 г мяса перепелов обеспечивает удовлетворение организма взрослого человека третьей группы физической активности в незаменимых аминокислотах на 48% [1, с. 39]. Сравнительная характеристика минерального и витаминного состава мяса перепелов и цыплят-бройлеров представлена на (рис. 1).

Представленные данные подтверждают ценность мяса перепелов и дают основание для дальнейших исследований его технологических свойств и использовании в технологии специальных и лечебно-профилактических продуктов питания на мясной основе.

Выращивание и убой птицы породы Техасский бройлер проводились в условиях личного подсобного хозяйства в станице Елизаветинской. Перед убоем перепелов взвешивали, результаты взвешивания представлены в (табл. 1).

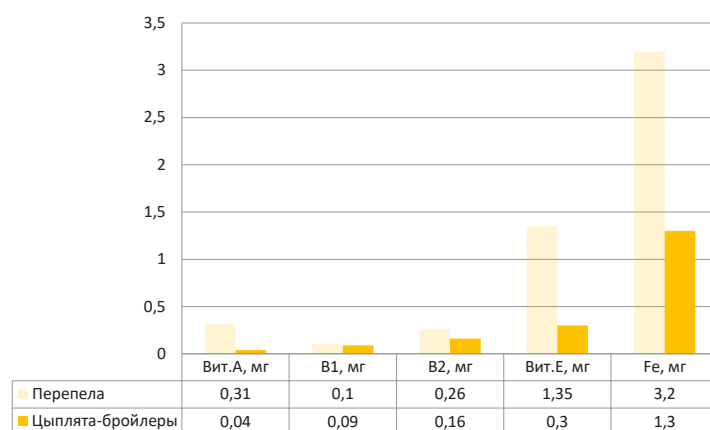


Рис. 1. Сравнительный анализ минерального и витаминного состава мяса перепелов и цыплят-бройлеров, мг/100 г мяса

Fig. 1. Comparative analysis of the mineral and vitamin composition of quail and broiler chicken meat, mg/100 g of meat

Таблица 1

Результаты взвешивания перепелов породы Техасский бройлер, г

Показатель	Масса, перепела		
	max	min	ср
Живая масса	342,46	303,97	331,52
Масса тушки	295,97	254,11	284,27

Table 1

Results of weighing Texas broiler quails, g

Таблица 2

Выход продуктов убоя, г

Показатели	Max		Min		Ср	
	масса, г	к массе тушки, %	масса, г	к массе тушки, %	масса, г	к массе тушки, %
Сердце	7,50	3,02	6,10	2,76	7,25	3,09
Печень	13,51	5,44	12,03	5,4	14,55	6,20
Желудок	11,03	4,44	9,97	4,52	9,72	4,65
Поджелудочная	10,76	4,33	6,22	2,82	6,09	2,59
Крылья	28,78	11,59	23,28	10,56	25,05	10,67
Бедрa	65,04	26,19	54,12	24,55	60,09	25,61
Грудка	78,06	31,44	68,31	30,09	72,07	30,72
Тушка без внутренних органов	248,26	100	220,38	100	234,56	100

Table 2

Yield of slaughter products, g

Результаты взвешивания живой массы и массы тушек после убоя свидетельствует, что убойный выход непотрошенной тушки в среднем составил 85%. Для определения выхода всех продуктов убоя провели разделку тушек. После разделки тушек проводилось взвешивание всех продуктов убоя, результаты взвешивания представлены в (табл. 2).

Также была измерена длина кишечника у перепелов, которая незначительно варьировалась у птицы разной живой массы от 90 до 120 см.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что масса потрошенных тушек в среднем была 234,56 г, что составляет 70,75% к живой массе, масса грудки была 72,07 г, что составляет 30,72% к массе тушки, масса бедра была в среднем была 60,09, что составляет 25,61% к массе тушки, масса крыла в среднем была 25,05 г, что составляет 10,67% к массе тушки.

При этом необходимо отметить, что у птицы с большой массой тушки выход продуктов убоя: грудки составляет 31,44%, с меньшей массой 30,09%. Выход бедра у птицы с большой массой составил 26,1% к массе тушки, а с меньшей массой 24,55%. Выход крыльев у птицы с большой массой составил 11,59%, а с меньшей массой 10,52%. Выход субпродуктов птицы с большой массой тушки составил 17,23%, а с

меньшей 15,5, что в среднем составило 16,02% к массе тушки.

Для определения эффективности выхода обваленного мяса провели обвалку тушек двумя способами: после нутровки и после бланшировки тушки. Также был рассчитан убойный выход тушек перепелов, данные в (табл. 3).

Таким образом, выход обваленного мяса после бланшировки был выше, что объясняется более тщательным отделением мышечной ткани от костей. Кроме того во время бланшировки происходит удаление экстрактивных веществ, что важно при изготовлении продуктов лечебно-профилактического и специального назначения.

По данным проведенных исследований, следует отметить, что мясо перепелов породы Техасский бройлер содержит до 22,0 г белка на 100 г мяса при содержании 6,7 г жира на 100 г мяса. Такой уровень жира позволяет рекомендовать его в технологии специальных продуктов питания без ограничений. Следует отметить, что субпродукты перепелов породы Техасский бройлер содержат до 20,4 г белка на 100 г массы, что дает основание использования и субпродуктов перепелов при разработке рецептурной композиции.

По результатам исследования был разработан и оптимизирован рецептурный состав

Таблица 3

Выход обваленного мяса, г

Table 3

Yield of boneless meat, g

Показатель	Max	В % к массе тушки	Min	В % к массе тушки	Мср	В % к массе тушки
Масса потрошенной тушки	248,27	100	220,38	100	234,56	100
Выход обваленного мяса	158,21	63,70	134,72	61,13	145,83	62,17
Выход обваленного мяса после бланшировки	175,08	70,51	142,08	64,47	157,25	67,04
Выход костей	65,07	26,20	54,80	24,86	60,02	25,58

Таблица 4

Рецептура мясного крема

Table 4

Meat cream recipe

Сырье	Массовая доля, %
Мясо перепелов	55,0
Субпродукты	25,0
Шпик	10,0
Лук	3,0
Мука рисовая	2,0
Меланж	3,0
Соль	2,0
Вода	ост.

мясного крема на основе мяса и субпродуктов перепелов, представлен в (табл. 4).

Также была предложена технология получения мясного крема на основе мяса и субпродуктов перепелов, включающая бланшировку тушек с последующей обвалкой для выхода экстрактивных веществ.

На основании анализа данных научного исследования по разработке рецептуры мясного крема была проведена промышленная

апробация предложенных технологий и выпущена опытная партия продукции. По данным дегустационной оценки образцов готовых продуктов были составлены профилограмма готового продукта и таблица органолептической оценки, которые представлены в (табл. 5) и на (рис. 2).

Дегустационная оценка опытных образцов показала высокие результаты показателей качества, разработанного продукта.

Таблица 5

Органолептическая характеристика образцов готовой продукции

Table 5

Organoleptic characteristics of finished product samples

Органолептические показатели	Характеристика показателей мясного крема
Внешний вид	Светло-коричневая масса, соответствует ингредиентам, из которых он приготовлен
Цвет	Цвет характерен для тех продуктов, из которого приготовлено, цвет светло-коричневый
Консистенция	Консистенция пастообразная, однородная
Запах	Запах соответствует ингредиентам, из которых он приготовлен, без посторонних запахов
Вкус	Вкус соответствует ингредиентам, из которых он приготовлен, гармоничен, обладает приятным вкусом.

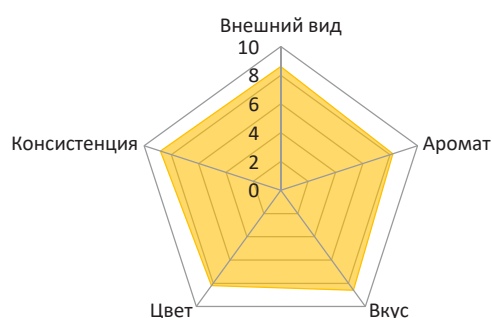


Рис. 2. Профилограмма органолептической оценки опытных образцов

Fig. 2. Profilogram of organoleptic evaluation of testing samples

Таблица 6

Пищевая ценность продукта в 100 г продукта

Table 6

Nutritional value of the product per 100 g of product

Наименование продукции	Белок, г	Жир, г	Калорийность, ккал
Мясной крем	13,8	19,6	242

Для подтверждения эффективности разработанной модели рецептурной композиции, были проведены исследования по расчету пищевой ценности. Пищевая ценность продукта представлена в (табл. 6).

По результатам проведенной работы была разработана и утверждена нормативно-техническая документация на новые продукты ТУ 921622-0-00493209-22 «Мясной крем на основе мяса и субпродуктов перепелов».

Выводы:

1. Анализ литературных данных позволил обосновать использование мяса перепелов породы Техасский бройлер в технологии продуктов специального назначения без ограничений. Мясо перепелов является сырьем с низкими аллергизирующими характеристиками, сравнительная оценка мяса перепелов и цыплят-бройлеров показала преимущество первого. Мясо обладает высоким содержанием белка и низким жира, 22,0 г и 6,7 г на 100 мяса соответственно.

2. Было проведено выращивание, убой и исследование технологических свойств перепелов

породы Техасский бройлер. Анализ полученных результатов свидетельствует о высоком убойном выходе мяса перепелов, который в среднем составил 85%. Была пополнена база данных по убойному выходу тушек перепелов пароды Техасский бройлер.

3. Была разработана рецептурная композиция мясного крема, в состав которой входило не только мясо перепелов, но и субпродукты, что объясняется высоким содержанием белка до 20,4 г белка на 100 г массы субпродуктов.

4. По результатам исследований была разработана опытная партия мясного крема по предложенной технологии с использованием бланшировки тушек с последующей обвалкой для выхода экстрактивных веществ. Выход обваленного мяса после бланшировки был выше на 16,87 г.

5. Опытные образцы, разработанного мясного крема показали высокие характеристики при проведении дегустационной оценки. Расчет пищевой ценности также подтвердил высокую биологическую ценность нового продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Абрамова Е.А., Порошин К.В., Арчибасов Ю.В. Полезные свойства мяса перепелов. Альманах мировой науки. 2017; 3-1(18): 39-40.
2. Австриевских А.Н., Вековцев А.А., Позняковский В.М. Продукты здорового питания. Новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения. Саратов: Вузовское образование; 2014.
3. Алексеев Ф.Ф. Индейка – перспективная мясная птица. Птица и птицепродукты. 2005; 5: 12,15.
4. Богданова К.Н., Брянская И.В., Колесникова Н.В. Производство мясопродуктов из нетрадиционного сырья: учебно-практическое пособие. Улан-Удэ: ВСГТУ; 2007.
5. Бондаренко С.П. Содержание перепелов. М.: АСТ; Донецк: Сталкер; 2005.

6. Забашта Н.Н., Головкин Н.Е., Тузов И.Н. Экологические аспекты производства мяса для изготовления продуктов детского и функционального питания. Труды КубГАУ. 2012; 1(39): 94-99.
7. Иванчо С.И., Го-охвастов А.М. Формула для перепеловодства. Птицепром. 2010; 4: 19-21.
8. Инновационные технологии функциональных продуктов на мясной основе. Функциональные продукты питания «Ресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья, гигиенические аспекты и безопасность»: материалы Международной научно-практической конференции. Краснодар; 2009: 761-771.
9. Ключкина О.Н., Кунташов Е.В., Птичкина Н.М. Мясные изделия функционального назначения. Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции. М.; 2011: 192-198.
10. Кочеткова А.А. Программа развития функциональных пищевых продуктов в России. Технологии и продукты здорового питания: сборник научных трудов VII научно-практической конференции. М.; 2009: 23-25.
11. Кудряшов Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. М.: ДеЛи принт; 2008.
12. Лисовицкая Е.П., Патиева С.В. Использование полисахаридов в технологии. Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник. Краснодар; 2012: 219-221.
13. Патиева С.В., Тимошенко Н.В., Патиева А.М. Технология мясных продуктов функционального и специального назначения: учебное пособие. Краснодар: Куб ГАУ; 2015.
14. Патиева С.В., Патиева А.М. Технология производства полуфабрикатов из животноводческого сырья: учебное пособие. Краснодар: Куб ГАУ; 2018.
15. Старикова А.А., Шмат Е. В. Сравнительная оценка качества мяса перепелов и цыплят – бройлеров. Электронный научный журнал. 2017; 4-1(19): 97-99.

REFERENCES:

1. Abramova E.A., Poroshin K.V., Archibasov Yu.V. Useful properties of quail meat. Almanac of World Science. 2017; 3-1(18): 39-40.
2. Avstrievskikh A.N., Vekovtsev A.A., Poznyakovskiy V.M. Healthy food products. New technologies, quality assurance, efficiency of application. Saratov: University education; 2014.
3. Alekseev F.F. Turkey is a promising meat bird. Poultry and poultry products. 2005; 5:12.15.
4. Bogdanova K.N., Bryanskaya I.V., Kolesnikova N.V. Production of meat products from non-traditional raw materials: educational and practical guide. Ulan-Ude: VSTU; 2007.
5. Bondarenko S.P. Keeping quails. M.: AST; Donetsk: Stalker; 2005.
6. Zabashita N.N., Golovko N.E., Tuzov I.N. Environmental aspects of meat production for the manufacture of baby and functional food products. Proceedings of KubSAU. 2012; 1(39): 94-99.
7. Ivancho S.I., Go-okhvastov A.M. Formula for quail breeding. Poultry industry 2010; 4: 19-21.
8. Innovative technologies for functional meat-based products. Functional food products «Resource-saving technologies for processing agricultural raw materials, hygienic aspects and safety»: materials of the International Scientific and Practical Conference. Krasnodar; 2009: 761-771.
9. Klyukina O.N., Kuntashov E.V., Ptichkina N.M. Meat products for functional purposes. Technologies and healthy food products. Functional food products: collection of materials from the IX International Scientific and Practical Conference. M.; 2011: 192-198.
10. Kochetkova A.A. Program for the development of functional food products in Russia. Technologies and healthy food products: collection of scientific papers of the VII scientific and practical conference. M.; 2009: 23-25.
11. Kudryashov L.S. Physico-chemical and biochemical foundations of the production of meat and meat products. M.: DeLi print; 2008.
12. Lisovitskaya E.P., Patieva S.V. Use of polysaccharides in technology. Scientific support of the agro-industrial complex: collection. Krasnodar; 2012: 219-221.
13. Patieva S.V., Timoshenko N.V., Patieva A.M. Technology of meat products for functional and special purposes: a textbook. Krasnodar: KubSAU; 2015.
14. Patieva S.V., Patieva A.M. Technology of production of semi-finished products from livestock raw materials: a textbook. Krasnodar: KubSAU; 2018.
15. Starikova A.A., Shmat E.V. Comparative assessment of the quality of quail and broiler chicken meat. Electronic scientific journal. 2017; 4-1(19): 97-99.

Информация об авторах / Information about the authors

Александра Михайловна Патиева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

kafedratxpgp@mail.ru

тел.: +7 (988) 244 42 52

Зурет Нурбиевна Хатко, доктор технических наук, доцент зав. кафедрой технологии пищевых продуктов и организации питания факультета аграрных технологий, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

znkhatko@mail.ru

тел.: +7 (988) 477 12 19

Светлана Владимировна Патиева, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

patievasv@mail.ru

тел.: +7 (988) 247 10 01

Алёна Викторовна Зыкова, аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

zykov.artemka@yandex.ru

тел.: +7 (965) 459 91 60

Alexandra M. Patieva, Dr Sci. (Agriculture), Professor, the Department of Technology of Storage and Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University»

tel.: +7 (988) 244 42 52

Zureit N. Khatko, Head of the Department of Food Technology and Catering, Faculty of Agricultural Technologies, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

znkhatko@mail.ru

tel.: +7 (988) 477 12 19

Svetlana V. Patieva, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Technology of Storage and Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University»

patievasv@mail.ru

tel.: +7 (988) 247 10 01

Alena V. Zykova, Postgraduate student, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University»

zykov.artemka@yandex.ru

tel.: +7 (965) 459 91 60

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 16.10.2023; поступила после рецензирования 28.11.2023; принята к публикации 29.11.2023

Received 17.10.2023; Revised 28.11.2023; Accepted 29.11.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143>

УДК 664.843.5:678.048:613.292

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

**Исследование содержания антиоксидантов в растительном сырье –
ингредиентах для поликомпонентных чипсов
функционального назначения**

**Ольга В. Перфилова*, Злата Ю. Родина,
Кристина В. Брыксина, Александр С. Ильинский**

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

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения при проектировании новых видов поликомпонентных чипсов такого растительного сырья, как тыква сортов Мичуринская, Красная малышка и гибрида Ажур медовый F1, порошок из цветков календулы, кукурузная мука, с обеспечением принципа ресурсосбережения за счет вовлечения в технологический процесс выжимок от производства яблочного сока. Проведен комплексный анализ растительного сырья, используемого при производстве чипсов, на суммарное содержание антиоксидантов, полифенольный состав (флавонолы, катехины, антоцианы), наличие аскорбиновой кислоты и бета-каротина. Среди сортов и гибрида тыквы по суммарному содержанию водорастворимых антиоксидантов выделяются Красная малышка и Ажур медовый F1, далее по возрастанию антиоксидантной ценности выстраиваются яблочные выжимки, мука кукурузная и лидерам здесь выступает порошок из цветков календулы. Содержание полифенолов в гибриде Ажур медовый F1 выше, чем в сортах Мичуринская и Красная малышка в среднем на 42%. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты обнаружено в тыкве Красная малышка, но при этом этот сорт по содержанию бета-каротина уступает двум другим сортам Мичуринская и гибриду Ажур медовый F1 на 58 и 54% соответственно. Яблочные выжимки могут выступать в качестве дополнительного источника аскорбиновой кислоты и флавонолов, порошок из цветков календулы – аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина, а мука кукурузная – флавонолов, катехинов и бета-каротина. Все исследуемые в работе сорта и гибриды тыквы обеспечивают содержание в готовых поликомпонентных чипсах, с учетом установленной рекомендуемой нормы потребления – 30 г в сутки, функциональных ингредиентов – аскорбиновой кислоты, бета-каротина и флавонолов на уровне более 15% от физиологической нормы потребления в сутки.

Ключевые слова: растительное сырье, чипсы, антиоксиданты, аскорбиновая кислота, бета-каротин, полифенолы

Благодарность

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».

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).

Для цитирования: Перфилова О.В., Родина З.Ю., Брыксина К.В. и др. Исследование содержания антиоксидантов в растительном сырье – ингредиентах для поликомпонентных чипсов

Research of the antioxidants content in plant raw materials – ingredients for polycomponent functional chips

Olga V. Perfilova*, Zlata Yu. Rodina,
Kristina V. Bryksina, Alexander S. Ilyinsky

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

Abstract. The article discusses the possibility of using such plant raw materials as pumpkin varieties of Michurinskaya, Krasnaya Malyshka and hybrid Azhur medoviy F1, calendula flower powder, corn flour when designing new types of multicomponent chips ensuring the principle of resource saving due to the involvement of apple production pomace in the technological process juice. A comprehensive analysis of plant raw materials used in the production of chips was carried out for the total content of antioxidants, polyphenolic composition (flavonols, catechins, anthocyanins), the presence of ascorbic acid and beta-carotene. Among the varieties and hybrids of pumpkin, in terms of the total content of water-soluble antioxidants, Krasnaya Malyshka and Azhur Medoviy F1 stand out, then apple pomace, corn flour are ranked in increasing antioxidant value, and the leader here is calendula flower powder. The content of polyphenols in the hybrid Azhur medoviy F1 is higher than in the varieties of Michurinskaya and Krasnaya Malyshka by an average of 42%. The maximum content of ascorbic acid was found in Krasnaya Malyshka pumpkin, but at the same time this variety is inferior in beta-carotene content to two other varieties Michurinskaya and the hybrid Azhur medoviy F1 by 58 and 54%, respectively. Apple pomace can act as an additional source of ascorbic acid and flavonols, calendula flower powder – ascorbic acid, polyphenols and beta-carotene, and corn flour – flavonols, catechins and beta-carotene. All pumpkin varieties and hybrids studied in the work ensure that the finished multicomponent chips, taking into account the established recommended consumption rate – 30 g per day, contain functional ingredients – ascorbic acid, beta-carotene and flavonols at a level of more than 15% of the physiological consumption rate per day.

Keywords: vegetable raw materials, chips, antioxidants, ascorbic acid, beta-carotene, polyphenols

For citation: Perfilova O.V., Rodina Z.Yu., Bryksina K.V. et al. Research of the antioxidants content in plant raw materials – ingredients for polycomponent functional chips. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 134-143. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143>

Традиционно при производстве чипсов в качестве основного сырья используют пригодные для этой цели сорта картофеля и продукты его переработки, в частности сушеный картофель, натуральное и сухое пюре в виде хлопьев, гранул и крахмал. Известно, что в зависимости от сорта картофеля суммарное содержание антиоксидантов (ССА) по кверцетину в нем может составлять от 5 до 73 мг/100 г. Применение в технологии производства чипсов обжарки при температуре 165-175 °С может негативно повлиять на сохранность термолабильных антиоксидантов, которые, в большинстве своем, и обуславливают антиоксидантную ценность, из-за большой поверхности соприкосновения продукта с горячим маслом, наличие масла также повышает калорийность продукта [1-3]. Поэтому необходима разработка технологий чипсов, позволяющих получить потребителю снэк с повышенным содержанием антиоксидантов, отвечающих современным принципам здорового питания.

Чипсы, как и другие продукты, отвечающие принципам здорового питания, должны содержать в своем составе не только белки, жиры и углеводы, но и ряд физиологически активных компонентов, к которым относятся антиоксиданты. В современном мире роль антиоксидантов высока из-за их способности блокировать негативное влияние свободных радикалов на организм человека, накопление которых возрастает с ухудшением экологической обстановки, ростом стресса в обществе, УФ и радиационным излучением и др. [4, 5].

При проектировании новых чипсов важно рассматривать возможность применения, в качестве альтернативы картофелю, распространенного растительного сырья богатого антиоксидантами, при этом обеспечение принципа ресурсосбережения является одним из приоритетных направлений в рамках отрасли пищевой промышленности [6]. Ключевым моментом в процессе производства чипсов является выбор

теплого способа обработки, обеспечивающего высокую сохранность антиоксидантов [7, 8].

Цель работы. Определить содержание антиоксидантов в растительном сырье и поликомпонентных чипсах с их применением с целью рекомендации данного вида снеков для функционального питания.

Задачи: исследовать суммарное содержание антиоксидантов в яблочных выжимках, тыкве сортов Мичуринская, Красная малышка и гибрида Ажур медовый F1, муке кукурузной, порошке из цветков календулы и определить в них наличие аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина; оценить и сравнить

антиоксидантную ценность поликомпонентных чипсов в зависимости от используемого для их производства сорта или гибрида тыквы; установить пригодность исследуемых гибрида и сортов тыквы для производства поликомпонентных чипсов с позиции обеспечения содержания функциональных ингредиентов, в частности антиоксидантов.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследования выступали: сорта и гибрид тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1, яблочные выжимки, порошок из цветков календулы и мука кукурузная, а также готовые поликомпонентные чипсы, для

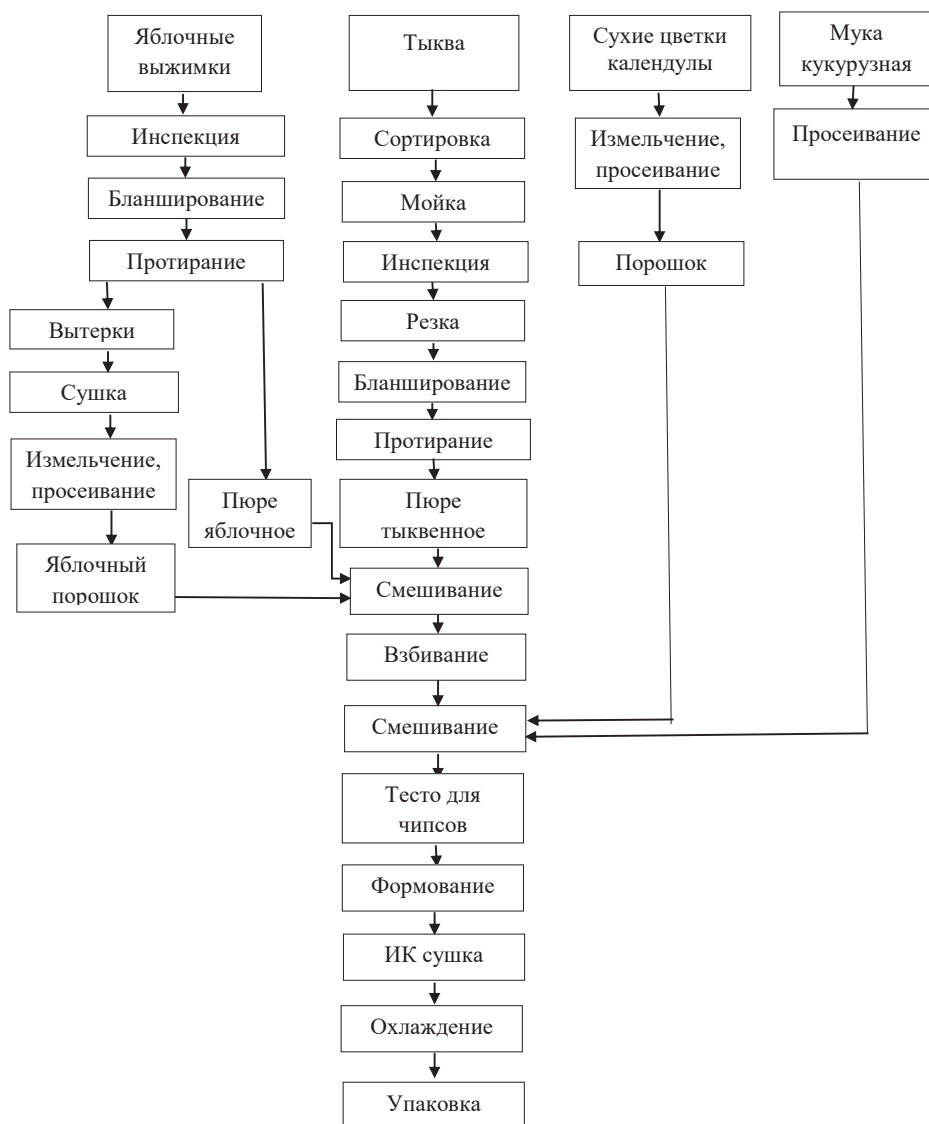


Рис. 1. Технологическая схема производства поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок с добавлением тыквенного пюре, порошка из цветков календулы и муки кукурузной

Fig. 1. Technological scheme for the production of multicomponent chips based on apple pomace with the addition of pumpkin puree, calendula flower powder and corn flour

Таблица 1

Рецептура поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок

Table 1

Recipe for multi-component chips based on apple pomace

Наименование сырья	СВ, %	Расход сырья, г	
		в натуре	в СВ
Пюре из яблочных выжимок	16,56	2673,9	442,8
Пюре тыквенное	10,00	1145,9	114,6
Мука кукурузная	86,00	382,8	329,2
Порошок из цветков календулы	90,00	38,2	34,4
Итого	21,71	4240,8	921,0
Выход	92,00	1000,00	920,0

производства которых использовано перечисленное растительное сырье.

Для комплексной оценки антиоксидантной ценности растительного сырья и готовых поликомпонентных чипсов был использован показатель – суммарное содержание антиоксидантов, определенный на приборе Цвет Яюза 01-АА по действующей методике [9].

Антиоксиданты водорастворимая аскорбиновая кислота и жирорастворимый бета-каротин в объектах исследования определяли с помощью прибора Флюорат-02 методом ВЭЖХ, растительные полифенолы, такие как флавонолы и катехины – колориметрическим методом в модификации Л.И. Вигорова, антоцианы по методике Никитского ботанического сада [10-14]. Определение сухих веществ в объектах исследования проводилось согласно ГОСТ 28561-90.

Результаты и их обсуждение. В лаборатории продуктов функционального питания Мичуринского государственного аграрного университета разработана технология поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок (рисунок 1). В рецептурный состав новых видов чипсов входит пюре из выжимок от производства яблочного сока прямого отжима и тыквы, мука кукурузная, порошок из цветков календулы (таблица 1).

Технологической особенностью производства чипсов на основе яблочных выжимок является применение ИК сушки заготовок для чипсов, что позволяет исключить из рецептуры растительное масло, а также вести процесс сушки при невысокой температуре 50 °С непродолжительное время – 120 мин, что положительно сказывается на сохранности антиоксидантов по сравнению с традиционной конвективной сушкой [7]. В результате инфракрасной сушки поглощение ИК энергии происходит в верхнем слое высушиваемых заготовок для чипсов и в

результате интенсивного испарения влаги происходит охлаждение данного слоя и в результате достигается равномерный баланс температур, что способствует снижению разрушения антиоксидантов. А при конвективном способе сушки идет прогрев полуфабриката по всей толще и тем самым происходит перегрев продукта и в силу этого процент разрушения антиоксидантов выше.

Для производства поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок исследованы сорта и гибрид крупноплодной тыквы, допущенных к возделыванию в Центрально-Черноземном регионе и предназначенных для кулинарной обработки, консервирования из-за высоких вкусовых качеств и полезных свойств: Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1. В овощеводческих хозяйствах России распространены три вида тыквы твердокорая, крупноплодная и мускатная. Твердокорый вид тыквы, несмотря на наибольшую холодостойкость, уступает по качеству сортам тыквы крупноплодного вида, сорта тыквы миндального вида вызревают только в южных регионах России.

Тыква Мичуринская относится к раннеспелым сортам и имеет плотную мякоть оранжевого цвета, средней толщины, нежную по консистенции и сладкую на вкус. Для тыквы этого сорта характерно маленькое семенное гнездо и тонкая гнущаяся кора. Масса плода в среднем от 4000 до 7000 г.

Тыква Красная малышка относится к среднеспелым сортам и имеет плотную мякоть желтого цвета, средней толщины, сочную, хрустящую с приятным вкусом и умеренной сладостью. Для тыквы этого сорта характерно среднего размера семенное гнездо. Масса плода от 500 до 1200 г.

Тыква Ажур медовый F1 является гибридом среднеспелым и имеет средней плотности

мякоть жёлто-оранжевого цвета, средней толщины, хрустящую со средней сочностью. Масса плода от 5000 до 9000 г. Для тыквы этого гибрида характерно большое семенное гнездо и упругая кожистая кора.

Исследуемые сорта и гибрид тыквы характеризуются хорошим и отличным вкусовым качеством, поэтому нашли свое применение при производстве широкой ассортиментной линейки соков, пюре, джемов, конфитюров, варенья и др.

Рецептурный состав новых видов поликомпонентных чипсов подобран с целью обеспечения эффекта синергизма по антиоксидантной ценности. Среди антиоксидантов тыква и порошок из цветков календулы являются, в первую очередь, источником жирорастворимого антиоксиданта – бета-каротина, являющегося вторичным растительным соединением. Антиоксидантные свойства этих продуктов определяются также полифенольным комплексом, в состав которого входят катехины, антоцианы, флавонолы и др., и аскорбиновой кислотой, которые относятся к группе водорастворимых антиоксидантов. Кукурузная

мука, используемая в качестве загустителя, в сравнении с крахмалом и мукой пшеничной, отличается более высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов [2] и хорошо сочетается с ингредиентами чипсов по вкусу, цвету и не имеет выраженного аромата и привкуса.

Для сравнительной оценки антиоксидантной ценности сырья, используемого в технологии поликомпонентных чипсов, проведен анализ на суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (ССА) по кверцетину, результаты которого, с учетом содержания сухих веществ, представлены в таблице 2.

Проведенный анализ показал, что среди сортов и гибрида тыквы по суммарному содержанию водорастворимых антиоксидантов выделяются Красная малышка и Ажур медовый F1, где данные значения выше, чем у сорта Мичуринская соответственно в 2 и 1,6 раза. Далее по возрастанию антиоксидантной ценности выстраиваются яблочные выжимки, мука кукурузная и лидером здесь выступает порошок из цветков календулы. Содержание сухих веществ в тыкве колеблется от

Таблица 2

Содержание водорастворимых антиоксидантов и сухих веществ в растительном сырье, используемом при производстве поликомпонентных чипсов (на 100 г продукта)

Content of water-soluble antioxidants and dry substances in plant raw materials used in the production of polycomponent chips (per 100 g of product)		
Растительное сырье	ССА, мг (по кверцетину)	Сухие вещества, %
Тыква Мичуринская	13,4	14,5
Тыква Красная малышка	27,3	11,0
Тыква Ажур медовый F1	21,2	10,7
Яблочные выжимки	37,2	17,5
Порошок из цветков календулы	1337,5	90,2
Мука кукурузная	47,5	86,8

Table 2

Таблица 3

Содержание антиоксидантов – аскорбиновой кислоты и вторичных растительных соединений в тыкве (на 100 г продукта)

Content of antioxidants – ascorbic acid and secondary plant compounds in pumpkin (per 100 g of product)			
Показатели	Сорта и гибрид тыквы		
	Мичуринская	Красная малышка	Ажур медовый F1
Аскорбиновая кислота, мг	25,6	34,2	24,3
Полифенолы, мг:	79,8	71,6	107,8
антоцианы	2,7	4,4	2,7
флавонолы	55,2	44,8	75,3
катехины	21,9	22,4	29,8
Бета-каротин, мг	13,7	5,7	12,5

Table 3

10,7% у гибрида Ажур медовый F1 до 14,5% у сорта Мичуринская, значения данного показателя у порошка из цветков календулы и муки кукурузной соответствуют требованиям действующих нормативных документов. Значение содержания сухих веществ в яблочных выжимках сопоставимо с литературными данными [14].

Для количественной оценки содержания антиоксидантов в тыкве исследуемых гибрида и сортов в них определяли наличие аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина (таблица 3).

Из полифенольных соединений в тыкве были определены антоцианы, флавонолы и катехины. По суммарному содержанию указанных полифенолов исследуемые гибрид и сорта тыквы выстраиваются по убыванию в следующей последовательности Ажур медовый F1, Мичуринская и Красная малышка. Содержание полифенолов в гибриде Ажур медовый F1 выше, чем в сортах Мичуринская и Красная малышка в среднем на 42%, при этом минимальное значение

данного вида антиоксидантов составило у сорта Красная малышка. Из данных таблицы 3 видно, что независимо от гибрида и сорта тыквы, среди исследуемых полифенолов преимущественно содержатся флавонолы, доля которых в общей сумме составляет от 63 до 70%, а минимальное содержание отмечено по антоцианам от 3 до 6%. Существенных отличий по содержанию катехинов в разрезе гибрида и сортов тыквы не выявлено. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты обнаружено в тыкве Красная малышка, в сорте Мичуринская и гибриде Ажур медовый F1 данные значения ниже на 25 и 29% соответственно.

Если полифенолы и аскорбиновая кислота представляют водорастворимые антиоксиданты, то бета-каротин представитель жирорастворимых антиоксидантов. Как и по полифенольному комплексу, сорт Красная малышка уступает двум другим сортам Мичуринская и гибриду Ажур медовый F1 на 58 и 54% соответственно, среднее

Таблица 4

Содержание антиоксидантов – аскорбиновой кислоты и вторичных растительных соединений в яблочных выжимках, муке кукурузной и порошке из цветков календулы (на 100 г продукта)

Table 4

Content of antioxidants – ascorbic acid and secondary plant compounds in apple pomace, corn flour and calendula flower powder (per 100 g of product)

Показатели	Яблочные выжимки	Порошок из цветков календулы	Мука кукурузная
Аскорбиновая кислота, мг	23,2	23,8	13,5
Полифенолы, мг:	64,8	620,2	93,4
антоцианы	4,1	80,3	1,5
флавонолы	54,4	229,1	70,6
катехины	6,3	310,9	21,3
Бета-каротин, мг	0,2	21,3	6,1

содержание в которых бета-каротина составляет 13 мг/100 г.

Помимо тыквы, сырьем для производства поликомпонентных чипсов служат яблочные выжимки, мука кукурузная и порошок из цветков календулы. Для оценки возможности эффекта синергизма от сочетания данных ингредиентов в рецептуре чипсов исследована антиоксидантная ценность этих растительных объектов по единому комплексу вторичных растительных соединений и аскорбиновой кислоты, что и тыква (таблица 4).

Как видно из таблицы 4 в яблочные выжимки – вторичное сырье сокового производства, переходит значительное количество аскорбиновой кислоты и полифенольных соединений, что и определяет их антиоксидантную ценность и указывает на целесообразность их применения для переработки в новые продукты питания.

Яблочные выжимки могут выступать в качестве дополнительного источника аскорбиновой кислоты и флавонолов. Содержание бета-каротина в яблочных выжимках низкое.

Порошок из цветков календулы характеризуется высоким содержанием аскорбиновой кислоты, полифенолов и бета-каротина. Содержание антоцианов, флавонолов и катехинов от их общего количества соответственно составило: 13%, 17% и 50%. Из полифенольного комплекса максимальное содержание отмечено по катехинам.

Мука кукурузная по сравнению с яблочными выжимками и порошком из цветков календулы отличается самым низким содержанием аскорбиновой кислоты, и эта разница в среднем составила 57%. Напротив, по содержанию полифенольных соединений мука кукурузная показала преимущество перед яблочными выжимками, содержание которых в ней выше на 44% и представлены

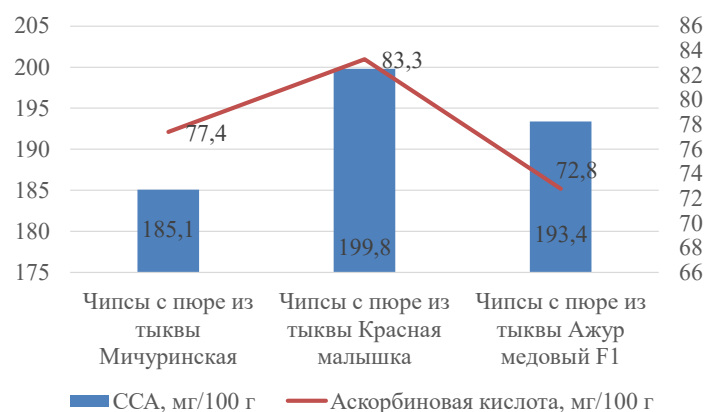


Рис. 2. Динамика содержания антиоксидантов и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах в зависимости от сорта и гибрида тыквы

Fig. 2. Dynamics of the content of antioxidants and ascorbic acid in multicomponent chips depending on the variety and hybrid of pumpkin

они в основном флавонолами и катехинами, а именно 75 и 23% от общего количества соответственно. Исследования показывали, что мука кукурузная является источником бета-каротина.

Влияние гибрида и сорта тыквы на содержание антиоксидантов (по кверцетину) и аскорбиновой кислоты в поликомпонентных чипсах представлено графически на рисунке 2.

График, изображенный на рисунке 2 показывает, что максимальные показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов по кверцетину характерны для чипсов с применением пюре из тыквы сорта Красная малышка и гибрида Ажур медовый F1, а в чипсах с пюре из тыквы сорта Красная малышка — это значение ниже в среднем на 6%.

В поликомпонентных чипсах отмечено высокое содержание аскорбиновой кислоты, относящейся к группе неферментных антиоксидантов. С учетом физиологической потребности взрослого человека в аскорбиновой кислоте, употребление 100 г чипсов с пюре из тыквы

Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1 покрывает эту потребность в среднем на 77, 83 и 73% соответственно. Как и по общему содержанию водорастворимых антиоксидантов, так и по наличию аскорбиновой кислоты среди исследуемых образцов чипсов выделяются чипсы с пюре из тыквы сорта Красная малышка.

Содержание ряда фенольных соединений новых видов поликомпонентных чипсов представлено в таблице 5.

Из данных таблицы 5 следует, что при употреблении взрослым человеком 100 г чипсов с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1 физиологическая суточная потребность в антоцианах (50 мг) покрывается на 26-29%, катехинах (200 мг) — на 24-27%. Для удовлетворения физиологической потребности взрослого человека в флавонолах (30 мг) достаточно 14-16 г чипсов, произведенных с пюре из тыквы Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1.

В рецептурный состав поликомпонентных чипсов входит сырье богатое бета-каротином,

Фенольные соединения поликомпонентных чипсов на основе яблочных выжимок, тыквенного пюре с добавлением кукурузной муки и порошка из цветков календулы (на 100 г продукта влажность 8%)

Таблица 5

Phenolic compounds of multicomponent chips based on apple pomace, pumpkin puree with the addition of corn flour and calendula flower powder (per 100 g of product moisture content 8%)

Table 5

Растительное сырье	Чипсы поликомпонентные с пюре из тыквы		
	Мичуринская	Красная малышка	Ажур медовый F1
Полифенолы, мг:	256,6	244,8	279,3
антоцианы	13,2	14,4	13,1
флавонолы	195,8	183,1	212,0
катехины	47,6	47,3	54,2

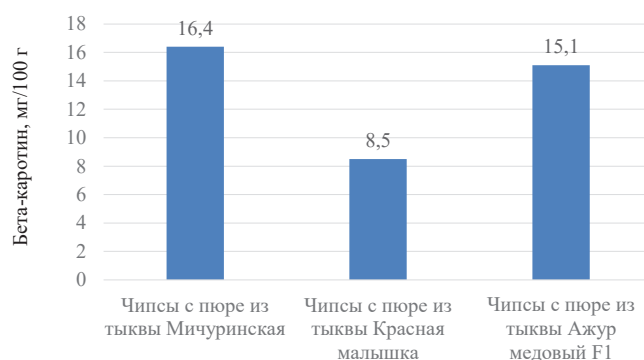


Рис. 3. Динамика содержания бета-каротина в поликомпонентных чипсах с добавлением пюре из тыквы различных сортов и гибрида

Fig. 3. Dynamics of beta-carotene content in multicomponent chips with the addition of pumpkin puree of various varieties and hybrids

поэтому отдельно было исследовано содержание этого жирорастворимого антиоксиданта в готовом продукте (рисунок 3).

Известно, что физиологическая норма потребления бета-каротина взрослого человека в сутки равняется 5 мг. Исходя из данных графика, изображенного на рисунке 3, определено, что в зависимости от применяемого сорта и гибрида тыквы, в частности Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1, для удовлетворения нормы по бета-каротину достаточны 31-59 г чипсов.

С учетом высокой пищевой ценности разработанных видов чипсов определена рекомендуемая норма потребления для взрослого человека – 30 г, при которой степень удовлетворения в функциональных ингредиентах аскорбиновой кислоты, бета-каротине, флавонолах будет составлять для чипсов с пюре из тыквы Мичуринская

– 23, 98, 29%, Красная малышка – 25, 51, 27% и Ажур медовый F1 – 22, 91 и 32%. Таким образом, существенное различие между образцами чипсов с добавлением пюре из различных сортов и гибрида тыквы по функциональным ингредиентам выявлено только по бета-каротину.

Выводы. Все исследуемые в работе сорта и гибриды тыквы, выращиваемые в условиях ЦЧР и рекомендуемые для консервирования, а именно Мичуринская, Красная малышка и Ажур медовый F1, в виде пюре в сочетании с рецептурными компонентами чипсов такими, как пюре из яблочных выжимок, порошок из цветков календулы и мука кукурузная, обеспечивают содержание в готовых изделиях функциональных ингредиентов – аскорбиновой кислоты, бета-каротина и флавонолов на уровне более 15% от физиологической нормы потребления в сутки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Baharinikoo L., Chaichi M., Ganjali M. Detecting the amount of acrylamide in potato chips using cdte surface functionalized quantum dots by fluorescence spectroscopy. *Zurnal Prikladnoj Spektroskopii*. 2020; 87(3): 439-447.
2. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я. и др. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека. М.: ТрансЛит; 2009.
3. Калина В.С., Вечеря А.М. Анализ существующих технологий производства картофельных чипсов. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019; 19(2): 146-152.
4. Рекша В.Э. Антиоксиданты и свободные радикалы. Декада экологии: материалы XI Международного конкурса. Омск: ОмГУ; 2017: 126-129.
5. Морозова А.Л., Рамазанова З.Э.С. Свободные радикалы, антиоксиданты и старение. Молодой учёный года 2022: материалы Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза: Наука и Просвещение; 2022: 133-135.
6. Perfilova O.V., Akishin D.V., Vinnitskaya V.F. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies*. Volgograd; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 548: 82071.
7. Perfilova O.V., Babushkin V.A., Blinnikova O.M., Physical methods in innovative technological solutions of beet refuse processing. *Journal of Physics: Conference Series*. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 1679: 42031.

8. Перфилова О.В. Применение СВЧ-, ИК-нагрева в технологии получения морковного порошка из выжимок. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019; 81(1): 144-148.
9. Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах лекарственных растений амперометрическим методом. М.: Химавтоматика; 2007.
10. Вигоров Л.И. Определение полифенолов. Сборник трудов II Всесоюзного семинара по БАВ плодов и овощей. Свердловск; 1964.
11. Вигоров Л.И. Биоактивные вещества и лечебное садоводство. Сборник трудов III Всесоюзного семинара по БАВ (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск; 1968: 7-18.
12. Вигорова Л.И., Трибунская А.Я. Методы определения флавонолов и флавононов в плодах и ягодах. Сборник трудов III Всесоюзного семинара по БАВ (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск; 1968: 492-506.
13. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта; 1982: 15-17.
14. Перфилова О.В. Переработка вторичного фруктово-овощного сырья с использованием электрофизических методов: расширение ресурсного потенциала и ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности, разработка инновационных технологических решений: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. Воронеж; 2019.

REFERENCES:

1. Baharinikoo L., Chaichi M., Ganjali M. Detecting the amount of acrylamide in potato chips using cdte surface functionalized quantum dots by fluorescence spectroscopy. Zurnal Prikladnoj Spektroskopii. 2020; 87(3):439-447.
2. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya. et al. Natural antioxidants. Content in food products and their effect on human health and aging. M.: TransLit; 2009.
3. Kalina V.S., Vecherya A.M. Analysis of existing technologies for the production of potato chips. Pratsi of the Taurian State Agrotechnological University. 2019; 19(2): 146-152.
4. Rexha V.E. Antioxidants and free radicals. Decade of Ecology: materials of the XI International competition. Omsk: Omsk State University; 2017: 126-129.
5. Morozova A.L., Ramazanova Z.E.S. Free radicals, antioxidants and aging. Young Scientist of the Year 2022: materials of the International Research Competition. Penza: Science and Enlightenment; 2022: 133-135.
6. Perfilova O.V., Akishin D.V., Vinnitskaya V.F. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Volgograd; Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 548:82071.
7. Perfilova O.V., Babushkin V.A., Blinnikova O.M. Physical methods in innovative technological solutions of beet refuse processing. Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited. 2020; 1679:42031.
8. Perfilova O.V. Application of microwave and IR heating in the technology of obtaining carrot powder from pomace. Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019; 81(1): 144-148.
9. Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Methodology for measuring the content of antioxidants in drinks and food products, dietary supplements, extracts of medicinal plants using the amperometric method. M.: Khimavtomatika; 2007.
10. Vigorov L.I. Determination of polyphenols. Collection of proceedings of the II All-Union Seminar on BAS of fruits and vegetables. Sverdlovsk; 1964.
11. Vigorov L.I. Bioactive substances and medicinal gardening. Collection of proceedings of the III All-Union Seminar on BAS (medicinal) substances of fruits and berries. Sverdlovsk; 1968: 7-18.
12. Vigorodov L.I., Tribunskaya A.Ya. Methods for determining flavonols and flavonones in fruits and berries. Collection of proceedings of the III All-Union Seminar on BAS (medicinal) substances of fruits and berries. Sverdlovsk; 1968: 492-506.
13. Methodological recommendations for analyzing fruits for biochemical composition. Yalta; 1982: 15-17.
14. Perfilova O.V. Processing of secondary fruit and vegetable raw materials using electrophysical methods: expanding the resource potential and range of products with increased nutritional value, developing innovative technological solutions: dis. ... Dr. Sci. (Eng.): 05.18.01. Voronezh; 2019.

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Викторовна Перфилова, доктор технических наук, профессор кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

perfolgav@mail.ru

Злата Юрьевна Родина, аспирант института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий имени И.В. Мичурина, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

rodina.zlata.96@mail.ru

Кристина Вячеславовна Брыксина, старший преподаватель кафедры продуктов питания, товароведения и технологии переработки продукции животноводства, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

kristina.bryksina91@mail.ru

Александр Семенович Ильинский, доктор технических наук, профессор кафедры технологических процессов и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

alexander.ilinsky@gmail.com

Olga V. Perfilova, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Food, Commodity Science and Technology of Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»

perfolgav@mail.ru

Zlata Yu. Rodina, Post graduate student, Institute of Fundamental and Applied Agricultural Biotechnologies named after I.V. Michurin, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»

rodina.zlata.96@mail.ru

Kristina V. Bryksina, Senior lecturer, the Department of Food, Commodity Science and Technology of Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»

kristina.bryksina91@mail.ru

Alexander S. Ilyinsky, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Technological Processes and Technosphere Safety, FSBEI HE «Michurinsk State Agrarian University»

alexander.ilinsky@gmail.com

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 the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 09.11.2023; поступила после рецензирования 01.12.2023; принята к публикации 02.12.2023

Received 09.11.2023; Revised 01.12.2023; Accepted 02.12.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-144-149>
УДК 633.522:[631.527:519.86:664]
© 2023



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

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

**Обоснование получения белкового концентрата семян
технической конопли *Cannabis sativa* L. современной селекции
на основе математического моделирования
и его применения в производстве пищевых продуктов**

Анна В. Петренко^{1*}, Елизар С. Тарасов¹, Ольга Н. Каминир¹,
Елена Н. Губа², Елизавета А. Калинин¹

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»;
ул. Садовая, д. 17, г. Краснодар, 350002, Российская Федерация

Аннотация. В последние десятилетия возрос интерес к концентратам семян конопли, которые характеризуются ценным аминокислотным составом и высокой питательной ценностью. Семена конопли являются источниками растительного белка и необходимых компонентов для поддержания здоровья благодаря богатому содержанию белковых соединений, витаминов, ненасыщенных жирных кислот, поэтому актуальным становится развитие производства белковых концентратов из масличных семян. Учитывая это, актуальным является проведение исследований, направленных на разработку и совершенствование технологии получения белковых продуктов из семян технической конопли *Cannabis Sativa* L. современной селекции, а также расширения возможности их применения в составе различного ассортимента пищевых продуктов. В качестве объектов исследования использовали семена технической конопли *Cannabis Sativa* L. современной селекции. В исследованиях использовали как общепринятые, так и специальные химические, физико-химические и физические методы исследования качества сырья и готовой продукции. Проведены исследования по совершенствованию технологии получения белкового концентрата из семян технической конопли *Cannabis Sativa* L. на основе математического моделирования процесса, которые показали наибольшую эффективность извлечения белкового концентрата 20%-м раствором спирта в качестве экстрагента. Анализ состава полученного белкового концентрата показал преимущественное содержание глобулинов. При этом состав глобулиновых фракций, в сравнении с альбуминовой, свидетельствует о большом потенциале использования глобулина в рецептурах пищевых продуктов функционального направления, а также в качестве компонента направленного технологического действия. В целом, проведенные исследования показали целесообразность применения белковых концентратов из семян технической конопли *Cannabis Sativa* L. современной селекции в составе продуктов питания в качестве функционального и технологического ингредиента.

Ключевые слова: семена конопли, технология, моделирование, белковый концентрат, состав, функциональные ингредиенты

Для цитирования: Петренко А.В., Тарасов Е.С., Каминир О.Н. и др. Обоснование получения белкового концентрата семян технической конопли *Cannabis sativa* L. современной селекции на основе математического моделирования и его применения в производстве пищевых продуктов. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 144-149. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-144-149>

**Rationale for obtaining protein concentrate of industrial hemp seeds
of *Cannabis sativa* L. of modern selection based on mathematical
modeling and its application in food production**

Anna V. Petrenko^{1*}, Elizar S. Tarasov¹, Olga N. Kaminir¹, Elena N. Guba², Elizaveta A. Kalinyuk¹

¹FSBEI HE «Kuban State Technological University»;
2 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

²FSBEI HE «Plekhanov Russian University of Economics»;
17 Sadovaya str., Krasnodar, 350002, the Russian Federation

Abstract. In recent decades interest in hemp seed concentrates, which are characterized by a valuable amino acid composition and high nutritional value, has increased. Hemp seeds are sources of vegetable protein and essential components for maintaining health due to the rich content of protein compounds, vitamins, and unsaturated fatty acids. So, production of protein concentrates from oilseeds is becoming relevant. Taking this into account, it is relevant to conduct research aimed at developing and improving the technology for obtaining protein products from the seeds of industrial hemp *Cannabis Sativa* L of modern selection, as well as expanding the possibility of their use as a part of a different range of food products. The seeds of industrial hemp *Cannabis Sativa* L of modern selection were used as objects of the research. The studies used both generally accepted and special chemical, physicochemical and physical methods for studying the quality of raw materials and finished products. The research was carried out to improve the technology for obtaining protein concentrate from the seeds of industrial hemp *Cannabis Sativa* L. based on mathematical modeling of the process, which showed the greatest efficiency in extracting protein concentrate using a 20% alcohol solution as an extractant. Analysis of the composition of the resulting protein concentrate showed a predominant content of globulins. At the same time, the composition of globulin fractions, in comparison with albumin, indicates a great potential for the use of globulin in the formulations of functional food products, as well as a component of targeted technological action. In general, the studies have shown the feasibility of using protein concentrates from industrial hemp seeds of *Cannabis Sativa* L of modern selection in food products as a functional and technological ingredient.

Keywords: hemp seeds, technology, modeling, protein concentrate, composition, functional ingredients

For citation: Petrenko A.V., Tarasov E.S., Kaminir O.N. et al. Rationale for obtaining protein concentrate of industrial hemp seeds of *Cannabis sativa* L. of modern selection based on mathematical modeling and its application in food production. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 144-149. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-144-149>

Введение. Актуальными направлениями пищевой промышленности является разработка технологий комплексной переработки растительного сырья, в том числе семян, являющиеся источниками масла и белка [1, 2, 4]. Традиционными культурами для получения масла и белковых растительных концентратов являются семена сои, кукурузы, гороха.

В настоящее время наблюдается расширение ассортимента растительных семян для получения белковых концентратов и отмечается необходимость разработки технологий по получению белковых концентратов из семян конопли [5, 6, 7, 8].

Белковые продукты из семян конопли имеют высокий коэффициент усвояемости, благодаря чему лучше усваивается организмом человека. Основанием для разработки технологии получения конопляного белкового концентрата является также сбалансированный аминокислотный состав семян технической конопли (1:3) [9, 10, 11].

Однако имеющиеся индивидуальные характеристики семян конопли оказывают влияние на технологические режимы их переработки, технологии получения белковых продуктов и итоговый состав готовых продуктов [12, 13, 14, 15, 16, 17].

Технологии получения белковых концентратов основаны на использовании приемов

турбосепарации и экстрагирования в жидкой среде, позволяющие выделить высокобелковые фракции при возможности регулирования состава готового продукта. Однако относительно низкий выход белковых фракций и концентрация антипитательных веществ в их составе является недостатком данной технологии [18, 19, 20, 21]

Также получение белковых концентратов осуществляется методом экстрагирования из жмыхов, получаемых в процессе извлечения растительных масел, путем экстрагирования водой, либо кислотным раствором. При этом особое внимание следует уделить выбору эффективного экстрагента, который обусловлен его составом, значением pH, продолжительностью экстракции и температурными воздействиями [22, 23, 24].

Учитывая это, цель исследований была направлена на разработку и совершенствование технологии извлечения белковых компонентов из семян технической конопли *Sannabis Sativa* L современной селекции на основе математического моделирования процесса, а также оценку перспектив расширения возможности их использования в составе различного ассортимента пищевых продуктов.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования явились семена технической

конопли *Sannabis Sativa* L. современной селекции. Методы отбора и подготовки проб к анализу осуществляются в соответствии с ГОСТ 10852. Общее содержание белка в сырье и готовых продуктах определяли методом Кьельдаля – по ГОСТ 26889.

Результаты исследований и их обсуждение. Для обоснования получения белкового концентрата из семян технической конопли *Cannabis Sativa* L и совершенствования технологии его получения методом экстрагирования применяли математическое моделирование в рамках методов планирования эксперимента [25, 26].

С учетом особенностей решаемой задачи используются различные методы планирования и соответствующий математический аппарат. В рассматриваемой задаче был применен метод полного факторного эксперимента, позволяющий реализовать все требуемые задачи. Целью эксперимента явилось определение факторов, влияющих на выход готового продукта, и их параметров.

При построении плана проведения эксперимента изучали влияние технологических параметров на степень извлечения (у,%) белкового продукта из семян технической конопли.

В качестве Z-фактора выбраны технологические параметры экстрагирующего агента – объем и pH растворителя.

Факторами, влияющими на выход белкового концентрата из семян конопли, выбраны Z_1 – гидромодуль «раствор: шрот»

Экстрагирующим агентом при разработке технологии получения белкового концентрата выбран спиртовой раствор при соотношении «раствор: шрот» (гидромодуль) от 8:1 до 10:1.

Также фактором, влияющим на степень извлечения белкового концентрата, была выбрана концентрация pH раствора спирта Z_2 .

При этом границы исследуемой области по выбранным технологическим параметрам растворителя выступали в качестве уровня фактора. Точку центра плана (уровня) находили, используя следующую зависимость

$$Z_j^0 = \frac{Z_j^{\max} + Z_j^{\min}}{2} \quad (1)$$

$Z_j^{\max}$ – максимальное значение j – фактора;
 $Z_j^{\min}$ – минимальное значение j – фактора;
j = 1, 2...k – номер фактора.

$$\Delta Z_j = \frac{Z_j^{\max} - Z_j^{\min}}{2} \quad (2)$$

Линейное преобразование применяли для перехода от системы координат $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_k$ к безразмерной $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$. В системе координат верхний и нижний уровни равны +1, -1. Координаты центра плана совпадают с началом координат и равны нулю

$$x_j = \frac{Z_j - Z_j^0}{\Delta Z_j} \quad (3)$$

Количество экспериментов для полного факторного эксперимента определяли по уравнению

$$N = n^k \quad (4)$$

k – число факторов;

n – количество уровней.

$$N = 2^2 = 4$$

Таким образом, уравнение регрессии для k – факторов имеет вид

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{k-1k}x_{k-1}x_k \quad (5)$$

Используя математический аппарат полного факторного эксперимента и набор экспериментальных данных, была составлена таблица плана эксперимента и получено полное уравнение регрессии.

Анализ зависимости выхода белковых концентратов от количества содержания гидромодуля pH раствора подтвердил целесообразность экстракции белка спиртовым раствором для увеличения выхода белкового продукта при реализации технологии его получения из семян технической конопли. Оптимальными параметрами реализации технологии являются следующие: pH раствора от 8 до 9, количественное содержания гидромодуля (соотношение «шрот: раствор») от 8 до 10.

На основе параметров, полученных в результате математического моделирования, разработаны режимы водно-спиртовой последовательной экстракции. Контрольным показателем была выбрана водная экстракция.

Полученные белковые концентраты разделялись на белковые фракции и оценивались по методу Ермакова. Исследование фракций, выделенных из полученных белковых концентратов из семян конопли методом экстракции, показало, что запасной белок семян конопли на 25-37% состоит из растворимого альбумина и на 67-75% – из солерастворимого глобулина (эдестена).

Доля белковых фракций семян конопли современной селекции может варьироваться в зависимости от условий выращивания, обработки и сортовых особенностей культуры. Однако преобладающей белковой фракцией семян конопли являются глобулины, при этом глобулины семян конопли современной селекции имеют в своем составе легуминоподобный глобулин в количестве от 60% до 80% и вицилиноподобный белок (5%) от общего количества белка, что подтверждает целесообразность применения белковых продуктов данного вида в производстве продуктов направленного состава и свойств.

Проведенные исследования показали целесообразность применения белковых концентратов из семян технической конопли *Cannabis Sativa* L. современной селекции в составе продуктов питания в качестве функционального и технологического ингредиента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кубасова А.Н., Лобова Ю.В., Польшакова А.С. Комплексная переработка масличных культур как элемент технологий рециклинга в АПК. Международный студенческий научный вестник. 2016; 3/2.
2. Воробьева В.И., Чигиринец Е.Э., Воробьева М.И. Комплексная ресурсосберегающая переработка отходов растительного сырья. Энергетика. Инновационные Направления в энергетике. Cals-технологии в энергетике. 2014; 1.
3. Доморощенкова М.Л. Современные тенденции развития технологий и рынка белков из масличных семян. Вестник Всероссийского Научно-Исследовательского Института Жиров. 2013; 2.
4. Дроздов А.Н., Илларионова В.В., Гвозденко М.Ю. и др. Оценка эффективности товарной стратегии пищевого предприятия. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018; 4(364): 105-108.
5. Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А., Нечаев А.П. Новые направления в создании функциональных жировых продуктов. Пищевая промышленность. 2007; 1.
6. Уложина М.Ю., Усень Ю.С. Исследование качественных показателей пищевых концентратов функционального назначения: 4. Пищевая промышленность: наука и технологии. 2018; 11(4): 53-62.
7. Миневич И.Э., Осипова Л.Л., Ущеповский И.В. и др. Технология получения белковых концентратов из льняного жмыха для использования в промышленном производстве. Хлебопродукты. 2019; 8: 34-37.
8. Bouloc P., Allegret S., Arnaud L. Hemp: industrial production and uses. 2013.
9. Пашин Е.Л. et al. Исследование морфологических и технологических свойств стеблей новых сортов конопли. Известия Высших учебных заведений. технология текстильной промышленности. 2010; 4(325).
10. Fike J. Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop. Critical Reviews in Plant Sciences. 2017; 35: 1-19.
11. Шеленга Т.В. et al. Биохимическая характеристика семян конопли (*Cannabis sativa* L.) из различных регионов России: 2. Аграрная Россия. 2011; 2: 6-9.
12. Посокина Н.Е., Бессараб О.В., Карастоянова О.В. Применение сенсорных методов для оценки качества и технологических свойств растительного сырья (обзор). Пищевая промышленность. 2022; 12.
13. Салимгараева Р.В. et al. Биотехнологические методы переработки растительной биомассы. Деревообрабатывающая промышленность. 2021; 1.
14. Куликов Д.С., Арюзина М.А. Биокаталический и биосинтетический способы получения белковых концентратов из гороха и нута. Пищевые системы. 2021; 4(3S): 160-167.
15. Гусева М.В., Губа Е.Н., Илларионова В.В. Оценка потребительских свойств и показателей безопасности генетически модифицированных продуктов растительного происхождения. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2016; 2/3(350/351): 111-113.
16. Емелин В.П., Бокарев А.В., Трифанов И.Ю. Состав и свойства молочно-белковых концентратов, полученных разными способами. Техника и технология пищевых производств. 2009; 4(15).
17. Buffo R.A., Han J.H. 17 – Edible films and coatings from plant origin proteins. Innovations in Food Packaging / ed. Han J.H. London: Academic Press, 2005: 277-300.
18. Чернобабова Е.Г. et al. Перспективы использования продуктов переработки семян конопли в технологиях продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. 2021: 60-65.
19. Щеколдина Т.В. Технологии получения белоксодержащего сырья из продуктов переработки семян подсолнечника. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015; 109: 360-378.
20. Ульянова О.В., Илларионова В.В., Серов О.В. Поиск новых структурообразователей для мороженого и замороженных десертов. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017; 4(358): 6-10.
21. Компанцев Д.В., Попов А.В., Привалов И.М. и др. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья. Современные проблемы науки и образования. 2016; 1: 58.
22. Моргунова Е.М., Шелегова Н.А., Микулинич М.Л. Экстракция натурального растительного сырья повышенной биологической ценности. Хранение и переработка сельхозсырья. 2010; 11.
23. Ульянова О.В., Илларионова В.В., Гусева М.В. Анализ состава и свойств стабилизационных систем для мороженого, замороженных десертов и пищевых льдов, представленных на российском рынке. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017; 2/3(356/357): 13-19.
24. Baran N., Wozny G., Arellano-Garcia H. Model-based design of experiments for model identification using closed-loop set-point response. Computer Aided Chemical Engineering. Elsevier. 2012; 30: 1337-1341.

25. Касьянов Г.И., Каминир О.Н. Применение математического моделирования при разработке рецептур полуфабрикатов с использованием рыбного и растительного сырья. *Международный Научно-Исследовательский журнал*. 2015; 6/1(37).

26. Овсянников Д.Л., Бобров А.С., Фролов В.М. Математическое моделирование экстремального эксперимента при разработке оптимальных режимов сушки. *Advanced Science*. 2017; 3(7).

REFERENCES:

1. Kubasova A.N., Lobova Yu.V., Polshakova A.S. Integrated processing of oilseeds as an element of recycling technologies in the agricultural sector. *International student scientific bulletin*. 2016; 3/2.
2. Vorobyova V.I., Chigirinets E.E., Vorobyova M.I. Integrated resource-saving processing of plant waste. *Energy. Innovative Directions in Energy. Cals -technologies in the energy sector*. 2014; 1.
3. Domoroshchenkova M.L. Current trends in the development of technologies and the market for proteins from oilseeds. *Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats*. 2013; 2.
4. Drozdov A.N., Illarionova V.V., Gvozdenko M.Yu. et al. Assessing the effectiveness of the product strategy of a food enterprise. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2018; 4(364): 105-108.
5. Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P. New directions in the creation of functional fat products. *Food industry*. 2007; 1.
6. Ulozhinova M.Yu., Usenya Yu.S. Study of quality indicators of functional food concentrates: 4. *Food industry: science and technology*. 2018; 11(4): 53-62.
7. Minevich I.E., Osipova L.L., Ushchapovsky I.V. et al. Technology for obtaining protein concentrates from flaxseed cake for use in industrial production. *Bakery products*. 2019; 8: 34-37.
8. Bouloc P., Allegret S., Arnaud L. Hemp: industrial production and uses. 2013.
9. Pashin E.L. et al. Study of the morphological and technological properties of the stems of new hemp varieties. *News of Higher Educational Institutions. textile industry technology*. 2010; 4(325).
10. Fike J. Industrial Hemp: Renewed Opportunities for an Ancient Crop. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2017; 35:1-19.
11. Shelenga T.V. et al. Biochemical characteristics of hemp seeds (*Cannabis sativa* L.) from various regions of Russia: 2. *Agrarian Russia*. 2011; 2:6-9.
12. Posokina N.E., Bessarab O.V., Karastoyanova O.V. Application of sensory methods to assess the quality and technological properties of plant raw materials (review). *Food industry*. 2022; 12.
13. Salimgaraeva R.V. et al. Biotechnological methods for processing plant biomass. *Woodworking industry*. 2021; 1.
14. Kulikov D.S., Aryuzina M.A. Biocatalytic and biosynthetic methods for producing protein concentrates from peas and chickpeas. *Food systems*. 2021; 4(3S): 160-167.
15. Guseva M.V., Guba E.N., Illarionova V.V. Assessment of consumer properties and safety indicators of genetically modified plant products. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2016; 2/3(350/351): 111-113.
16. Emelin V.P., Bokarev A.V., Trifanov I.Yu. Composition and properties of milk protein concentrates obtained by different methods. *Equipment and technology of food production*. 2009; 4(15).
17. Buffo R.A., Han J.H. 17 – Edible films and coatings from plant origin proteins. *Innovations in Food Packaging* / ed. Han J.H. London: Academic Press, 2005: 277-300.
18. Chernobabova E.G. et al. Prospects for the use of hemp seed processing products in food technologies of increased nutritional and biological value. 2021: 60-65.
19. Shchekoldina T.V. Technologies for obtaining protein-containing raw materials from sunflower seed processing products. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2015; 109: 360-378.
20. Ulyanova O.V., Illarionova V.V., Serov O.V. Search for new structure formers for ice cream and frozen desserts. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2017; 4(358): 6-10.
21. Kompantsev D.V., Popov A.V., Privalov I.M. et al. Protein isolates from plant raw materials: review of the current state and analysis of the prospects for the development of technology for obtaining protein isolates from plant raw materials. *Modern problems of science and education*. 2016; 1:58.
22. Morgunova E.M., Shelegova N.A., Mikulinich M.L. Extraction of natural plant raw materials of increased biological value. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2010; eleven.
23. Ulyanova O.V., Illarionova V.V., Guseva M.V. Analysis of the composition and properties of stabilization systems for ice cream, frozen desserts and edible ice presented on the Russian market. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2017; 2/3(356/357): 13-19.

24. Baran N., Wozny G., Arellano-Garcia H. Model-based design of experiments for model identification using closed-loop set-point response. *Computer Aided Chemical Engineering*. Elsevier. 2012; 30: 1337-1341.

25. Kasyanov G.I., Kaminir O.N. Application of mathematical modeling in the development of recipes for semi-finished products using fish and vegetable raw materials. *International Scientific Research Journal*. 2015; 6/1(37).

26. Ovsyannikov D.L., Bobrov A.S., Frolov V.M. Mathematical modeling of an extreme experiment in the development of optimal drying modes. *Advanced Science*. 2017; 3(7).

Информация об авторах / Information about the authors

Анна Викторовна Петренко, аспирант кафедры технологии жиров, косметики, товарообращения, процессов и аппаратов, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

petrenkoanja92@yandex.ru

тел.: +7 (918) 275 87 38

Елизар Саввич Тарасов, кандидат технических наук, доцент кафедры кибербезопасности и защиты информации, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

helisar@mail.ru

тел.: +7 (961) 502 97 36

Ольга Николаевна Каминир, кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

kaminir17@gmail.com

тел.: +7 (903) 410 03 06

Елена Николаевна Губа, кандидат технических наук, доцент, зав. Кафедрой товарной экспертизы, технологии торговли и ресторанного бизнеса, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»

lenaguba@mail.ru

тел.: +7 (918) 440 23 53

Елизавета Анатольевна Калинюк, магистр, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

lizi_step@mail.ru

тел.: +7 (908) 674 56 40

Anna V. Petrenko, Post graduate student, the Department of Technology of fats, Cosmetics, Commodity science, Processes and Devices, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

petrenkoanja92@yandex.ru

tel.: +7 (918) 275 87 38

Elizar S. Tarasov, Ph. D (Engineering), Associate Professor, the Department of Cyber Security and Information Protection, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

helisar@mail.ru

tel.: +7 (961) 502 97 36

Olga N. Kaminir, Ph. D (Engineering), Associate Professor, the Department of Higher Mathematics, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Kaminir17@gmail.com

tel.: +7 (903) 410 03 06

Elena N. Guba, Ph. D (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Commodity Expertise, Trade and Restaurant Business Technology, FSBEI HE «Russian Economic University named after. G.V. Plekhanov»

lenaguba@mail.ru

tel.: +7 (918) 440 23 53

Elizaveta A. Kalinyuk, Master student, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

lizi_step@mail.ru

tel.: +7 (908) 674 56 40

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 the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 12.10.2023; поступила после рецензирования 16.11.2023; принята к публикации 17.11.2023

Received 12.10.2023; Revised 16.11.2023; Accepted 17.11.2023



Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Оптимизация технологии производства зернового хлеба с применением электроактивированной воды

Надежда С. Санжаровская*, Наталья В. Сокол

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»;
ул. Калинина, д. 13, Краснодар, 350044, Российская Федерация

Аннотация. Производство зернового хлеба имеет большое практическое значение для обеспечения потребителей качественными пищевыми продуктами. Зерновой хлеб является источником углеводов, белка, витаминов и минеральных веществ, необходимых для здорового питания. В данном исследовании рассматриваются вопросы оптимизации технологии производства зернового хлеба с применением электроактивированной воды. Электроактивированная вода является эффективным инструментом, позволяющим регулировать качество готового продукта. В связи с этим, цель работы заключалась в оптимизации технологии производства зернового хлеба с применением электроактивированной воды, оценке его качественных характеристик и показателей безопасности в процессе хранения. Объектами исследования стали: зерно пшеницы сорта «Табор»; фракции электроактивированной воды (анолит и католит); полуфабрикаты; готовые образцы зернового хлеба. По результатам комплексной оценки выделен образец хлеба, изготовленный из диспергированного зерна на основе опары из композитной смеси с предварительным замачиванием зерна в электроактивированной воде (анолит). Разработана технологическая схема производства зернового хлеба. Установлено, что использование электроактивированной воды способствует снижению крошковатости мякиша в процессе хранения.

Ключевые слова: зерновой хлеб, электроактивированная вода, технология, качество, хранение хлеба, показатели безопасности

Для цитирования: Санжаровская Н.С., Сокол Н.В. Оптимизация технологии производства зернового хлеба с применением электроактивированной воды. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 150-156. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-150-156>

Optimization of grain bread production technology using electrically activated water

Nadezhda S. Sanzharovskaya*, Natalya V. Sokol

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»;
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

Abstract. The production of grain bread is of great practical importance for providing consumers with quality food products. Whole grain bread is a source of carbohydrates, protein, vitamins and minerals necessary for a healthy diet. This study examines the optimization of the production technology of grain bread using electrically activated water. Electroactivated water is an effective tool that allows you to regulate the quality of the finished product. In this regard, the goal of the research was to optimize the technology for the production of grain bread using electrically activated water, assessing its quality characteristics and safety indicators during storage. The objects of the study were wheat grain of the «Tabor» variety; fractions of electroactivated

water (anolyte and catholyte); semi-finished products; ready-made grain bread samples. On the basis of a comprehensive assessment a sample of bread was selected, made from dispersed grain based on a dough made from a composite mixture with preliminary soaking of the grain in electrically activated water (anolyte). A technological scheme for the production of grain bread was developed. It has been established that the use of electrically activated water helps to reduce crumbling during storage.

Keywords: grain bread, electroactivated water, technology, quality, bread storage, safety indicators

For citation: Sanzharovskaya N.S., Sokol N.V. Optimization of grain bread production technology using electrically activated water. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 150-156. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-150-156>

Введение. Согласно данным, предоставленным ФАО ВОЗ, более трети всего продовольственного сырья в мире теряется, что влечет за собой истощение трудовых, экологических, материальных и энергетических ресурсов. Кроме того, потери зернового сырья, такого как пшеница, рожь и овес, почти на 10% превышают соответствующие потери масличных культур. Наибольшие потери по пищевой цепочке происходят на ее заключительном этапе, т.е. в процессе потребления пищевых продуктов [1].

Разработкой ресурсосберегающих технологий занимается пищевая промышленность. В то же время этот эффект может быть достигнут за счет комплексного подхода и снижения потерь на разных стадиях приготовления пищевого продукта [2]. Производство зернового хлеба позволяет исключить стадию переработки зерна для получения муки и сохранить все полезные биологически активные вещества в готовом продукте. Разработка и совершенствование технологических аспектов производства зернового хлеба рассматривались большим количеством авторов [1-4]. Однако вопрос обеспечения свежести таких продуктов и, как следствие, снижения потерь на этапе потребления хлеба по-прежнему актуален.

Хлеб относится к пищевым продуктам с высоким содержанием влаги, что сокращает продолжительность периода стабильности его потребительских свойств. Кроме того, потеря качественных характеристик хлебобулочных изделий – неизбежный процесс, поскольку черствение, наряду с микробиологическими повреждениями, ограничивает жизненный цикл хлебобулочных изделий. Исследователями предпринимаются различные попытки продлить период сохранения свежести хлеба. Известно, что показатели свежести хлебной продукции зависят от сырья, используемого для его изготовления. В настоящее время продление сроков хранения продуктов является приоритетной задачей для хлебопекарной промышленности, поэтому для решения этого вопроса ученые проводят активные исследования в этом направлении.

Снижение качества хлеба связано с частичной потерей влаги, развитием негативной микрофлоры и черствением изделий. Черствение хлеба приводит

к ухудшению потребительских свойств готовых изделий, т. е. к увеличению крошковатости, потере вкуса и аромата. В свою очередь, этот процесс сочетает ряд преобразований в структуре биополимеров: снижение гидрофильных свойств хлеба, изменение микроструктуры продукта, переход крахмала из аморфного в кристаллическое состояние.

Сегодня существует множество технологических подходов к увеличению срока свежести хлеба, которые включают: замораживание, упаковку в условиях газовой среды определенного состава, интенсификацию биоконверсии мучного сырья, использование различных добавок химического происхождения и многие другие. Однако, современные тенденции в здоровом питании направлены на исключение искусственных добавок. Поэтому могут представлять интерес попытки использования различных методов обработки сырья.

Вода является одним из основных ингредиентов в рецептурах хлебных изделий [5]. Благодаря обработке воды физико-химическими методами достигается направленное регулирование ее свойств [6]. В частности, использование активированной электрохимическим способом (ЭХА) воды зарекомендовано в качестве эффективного метода ускорения производственных процессов и повышения качества хлеба, традиционно изготавливаемого из пшеничной сортовой муки и хлеба из пророщенного зерна [7-10].

Несмотря на ряд преимуществ, производство хлеба из пророщенного зерна требует изучения процессов потери качества продукта при хранении. Поэтому актуально изучить изменения качества зернового хлеба, приготовленного с использованием ЭХА воды, и оценить его безопасность, поскольку наряду с большим количеством периферийных частиц конечный продукт подвергается риску загрязнения тяжелыми металлами и микотоксинами.

Объекты и методы исследования. Цель работы заключалась в оптимизации технологии производства зернового хлеба с применением ЭХА воды и оценке его качественных характеристик и показателей безопасности в процессе хранения.

Объектами исследования стали: зерно озимой мягкой пшеницы сорта «Табор» селекции

ФГБНУ «НЦЗ» им. П.П. Лукьяненко; фракции электроактивированной воды (анолит и католит); полуфабрикаты хлебопекарного производства; готовые образцы зернового хлеба.

Экспериментальные исследования проводили в 3-5 кратных повторностях по общепринятым методам.

Результаты исследований. По результатам ранее проведенных исследований была разработана технология зернового хлеба на спонтанной закваске. Тесто готовили с применением зерновой диспергированной массы и закваски спонтанного брожения с рисовой мукой [11].

Схема производства включала: этапы подготовки зерна пшеницы, набухание, проращивание, измельчение, приготовление теста из полученной массы с соблюдением правильной последовательности внесения компонентов, его дальнейшее выбраживание, разделку и выпечку.

Немаловажным этапом при производстве цельнозернового хлеба являлись непосредственно подготовка сырья, его замачивание в целях набухания и размягчения оболочек. Замачивание зерна проводили в течение 12 ч, затем зерно пшеницы диспергировали до образования однородной зерновой массы.

Недостатком изделий, изготовленных по данной технологии, был уплотненный, крошащийся мякиш хлеба и ограниченное время хранения, что проявлялось в появлении плесени через 20 ч. Оптимизированная схема производства

зернового хлеба на основе ЭХА воды представлена на рис. 1.

По усовершенствованной схеме была проведена пробная лабораторная выпечка. Оценку качества выпеченных изделий проводили по органолептическим и физико-химическим показателям согласно требованиям стандарта. В качестве контроля использовали зерновой хлеб на закваске спонтанного брожения. Сравнительные данные пробных лабораторных выпечек опытных образцов с использованием при замочке зерна и приготовлении опары зернового хлеба водопроводной воды и ЭХА воды (анолит и католит) в сравнении с технологией на спонтанной закваске по показателям качества представлены в табл. 1.

По органолептическим показателям, таким как вкус, аромат, цвет мякиша, поверхность хлеба, форма и цвет корки, пористость и эластичность был выделен образец хлеба, приготовленный на ЭХА воде-анолит, где общий показатель выпечки составил 4,95 балла.

Физико-химические показатели качества хлеба являются обязательными на производстве и нормируются техническими условиями для вновь разработанных изделий. Образец хлеба с использованием ЭХА воды (анолит) отличался лучшими физико-химическими показателями. Хлеб на спонтанной закваске имел самую высокую кислотность из всех опытных образцов. Лучшим по пористости был хлеб на ЭХА (анолите) воде, он имел самый высокий удельный объем хлеба.

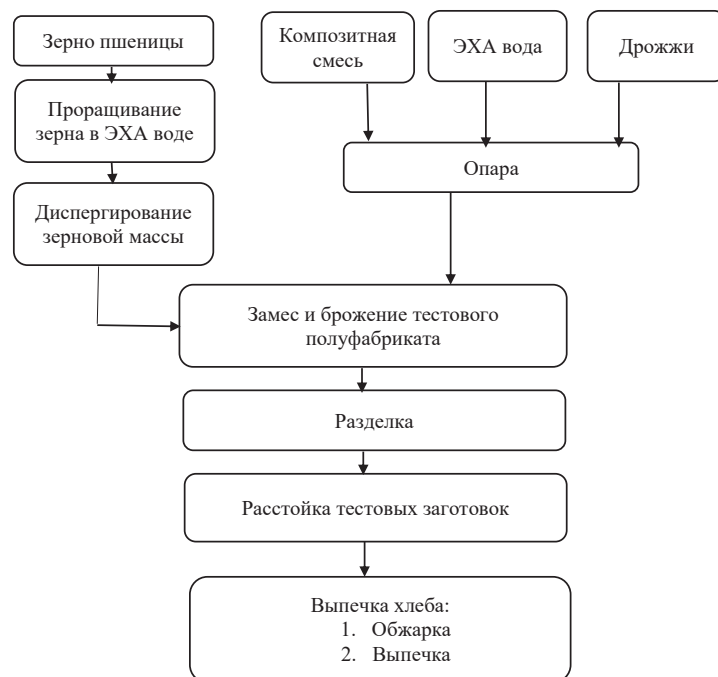


Рис. 1. Схема приготовления зернового хлеба

Fig. 1. Scheme for preparing grain bread

Таблица 1

Показатели качества опытных образцов зернового хлеба

Table 1

Quality indicators of experimental samples of grain bread

Показатель	Способ приготовления хлеба			
	на закваске	на питьевой воде	ЭХА вода (анолит)	ЭХА вода (католит)
Пористость, %	73±0,9	75±1,1	84,7±1,2	80,8±0,8
Кислотность, град	3,5±0,2	1,5±0,1	1,9±0,2	1,7±0,1
Влажность, %	45,0±0,6	46,5±0,7	48,1±0,2	48,0±0,5
Удельный объем формового хлеба, см ³ /100 г	335±1,2	350±2,3	370±1,8	355±1,5

Таким образом, предварительная электрохимическая активация воды позволяет регулировать качество теста и получать качественный зерновой хлеб. Следовательно, принятые технологические решения обеспечили положительный результат. Хлеб, полученный из целого пророщенного зерна на основе опары из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта с предварительным замачиванием в ЭХА воде (анолит), получил название «Здравица».

При длительном хранении хлеба происходит его черствение и усыхание, сопровождающиеся снижением влажности, а также уменьшением эластичности и повышением жесткости мякиша. Эти метаморфозы обусловлены сложным комплексом процессов ретроградации крахмала, денатурации белка, изменением форм связи и перераспределения влаги между ними, а также тепло- и массообменными процессами между корочкой, мякишем и внешней средой.

Хранение хлеба сопровождается постепенной потерей его влаги, что обусловлено достаточно высоким содержанием воды в продукте. Пророщенный хлеб, в отличие от пшеничных сортов хлеба, отличается более высоким содержанием

оболочек, которые вызывают увеличение водопоглощающей способности теста и, соответственно, увеличение содержания влаги в конечном продукте, табл. 2 [10].

В ходе анализа сделан вывод, что потери влаги за 72 ч хранения для всех исследуемых образцов варьируются в пределах 0,63–1,51%. Контрольные образцы пророщенного хлеба характеризуются большей потерей влаги при меньшем времени замачивания зерна (уменьшилось с 24 до 16 ч). В то же время по сравнению с контрольными образцами потери влаги замедляются почти вдвое при замачивании зерна в течение 16 ч и замешивании теста с использованием ЭХА воды.

Наряду с потерей влаги, наблюдается снижение потребительских характеристик хлеба из-за изменения структуры биополимеров мякиша. Эти изменения провоцируют появление дополнительных пробелов в крахмально-белковой матрице хлеба. Показатель крошковатости важен для потребителя и считается определяющим, поскольку напрямую связан с характеристиками текстуры. Установлено, что использование ЭХА воды оказывает свое влияние на крошковатость хлебного мякиша, рис. 2.

Таблица 2

Влияние продолжительности замачивания зерна на содержание влаги в пророщенном хлебе при хранении

Table 2

The influence of the duration of grain soaking on the moisture content in sprouted bread during storage

Продолжительность хранения хлеба, ч	Способ приготовления хлеба		
	на питьевой воде	ЭХА вода (анолит)	ЭХА вода (католит)
<i>Замачивание зерна в течение 16 ч</i>			
24	46,3	47,9	47,6
48	45,9	47,7	47,5
72	45,6	47,6	47,2
<i>Замачивание зерна в течение 24 ч</i>			
24	45,6	46,3	46,0
48	45,2	46,1	45,8
72	45,1	45,8	45,6

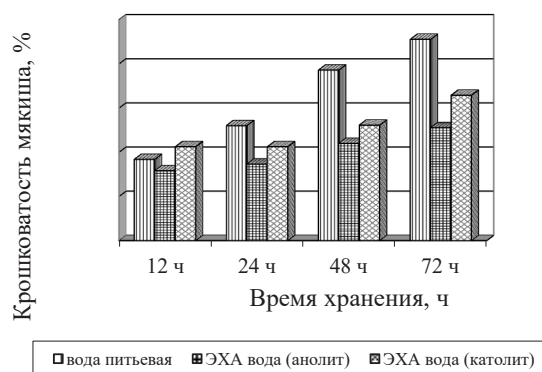


Рис. 2. Изменение крошковатости мякиша в процессе хранения

Fig. 2. Changes in crumbling during storage

Таблица 3

Микробиологические показатели хлеба

Table 3

Microbiological indicators of bread

Микробиологические показатели		Сроки хранения, ч	
		24	48
Количество МАФАМ, КОЕ/г	Питьевая, вода	$1,3 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^6$
	ЭХА (анолит)	$8,1 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^5$
Количество плесневых грибов, КОЕ/г	Питьевая, вода	$2,6 \cdot 10^1$	$10,7 \cdot 10^2$
	ЭХА (анолит)	—	$1,7 \cdot 10^2$

Использование ЭХА воды в технологии приготовления зернового хлеба способствует снижению крошковатости мякиша.

Использование нетрадиционных методов обработки сырья обычно вызывает вопросы обеспечения безопасности конечного продукта для потребителя. Следует отметить, что при производстве хлеба из цельного зерна, исключающего удаление оболочек, наряду с существующими биологическими преимуществами потребления, может столкнуться с экологическими проблемами настоящего времени. Уровень загрязнения тяжелыми металлами, в частности, в промышленных регионах страны достаточно высок. Это может отрицательно сказаться на безопасности пищевых продуктов, которые не требуют удаления внешних оболочек из растительного сырья, способных накапливать токсичные элементы.

В результате исследований установлено, что содержание токсичных элементов в пророщенном хлебе, приготовленном с использованием активированной электрохимическим способом воды, находится в пределах количеств, допустимых ТР ТС 021/2011.

Риски загрязнения пищевых продуктов микотоксинами привлекают большое внимание, особенно когда технологические условия производства благоприятны для развития негативной микрофлоры. В условиях избытка влаги,

создаваемого при замачивании зерна в технологии приготовления зернового хлеба, микробиологические риски возрастают. С точки зрения содержания микотоксинов, являющихся вторичными метаболитами плесневых грибов, а именно – афлатоксина В-1 и зеараленона, тестируемые образцы безопасны для употребления. Это создает предпосылки для расширения нишевого сегмента рынка хлебобулочных изделий за счет безопасного и полезного зернового хлеба.

Микробиологические исследования показали, что использование ЭХА воды (анолит) приводит к повышению уровня безопасности хлеба по микробиологическим показателям, табл. 3.

Экспериментальный образец с использованием активированной воды (анолит) содержал меньше КОЕ/г анаэробных и факультативно анаэробных мезофильных микроорганизмов по сравнению с контролем, а плесневые грибы отсутствовали после 24 ч хранения. Появление грибов плесени после 48 ч хранения в тестовом образце было в 6,5 раз ниже по сравнению с контролем.

Выводы. Таким образом, применение электрохимически активированной воды в производстве зернового хлеба представляет собой перспективное направление, способствующее повышению качества готового продукта. Применение ЭХА воды помогает снизить риск контаминации продукта и повышает его безопасность для потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агапкин А.М., Золотова С.В. Пищевая ценность, оценка качества и ассортимент зернового хлеба. Экономика и предпринимательство. 2022; 1(138): 1445-1448.
2. Алехина Н.Н. Влияние способов замораживания на качество зернового хлеба. Хлебопродукты. 2022; 11: 32-36.
3. Чугунова О.В., Панкратьева Н.А., Пономарев А.С. Использование комплексной зерновой добавки в технологии пшеничного хлеба на закваске спонтанного брожения. Хлебопродукты. 2023; 1: 43-47.
4. Хмелева Е.В., Березина Н.А., Сатцаева И.К. Технология зернового хлеба из полбы. Известия Дагестанского ГАУ. 2022; 4(16): 321-329
5. Ding T., Oh D-H., Liu D. Electrolyzed water in food: Fundamentals and applications. Singapore: Springer; 2019.
6. Johansson B. Functional water – in promotion of health beneficial effects and prevention of disease. Internal Medicine Review. 2017; 3(2).
7. Краснова Т.А. Водоподготовка в пищевой промышленности. Техника и технология пищевых производств. 2018; 1(48): 15-30.
8. Сокол Н.В., Атрощенко Е.А. Исследование влияния электрохимически активированной воды на реологические свойства теста и качество хлеба. Новые технологии. 2019; 1: 170-177.
9. Сокол Н.В., Санжаровская Н.С., Воронин В.В. Практическое применение активированной воды в технологии пшеничного хлеба. Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2023; 2(40): 130-137.
10. Погорелов А.Г. и др. Влияние электрохимически активированной воды на показатели качества теста и изделий из пшеничной муки. Техника и технология пищевых производств. 2022; 52(1); 156-167.
11. Науменко Н.В. Влияние активированной воды на формирование качества и сохраняемость хлеба из пшеничной муки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб.; 2007.
12. Способ производства зерновых хлебобулочных изделий: патент на изобретение 2786539 С2 Рос. Федерация / Сокол Н.В., Ольховатов Е.А., Казакова В.С. и др.; № 2021117673, заявл. 16.06.2021, опубл. 21.12.2022.

REFERENCES:

1. Agapkin A.M., Zolotova S.V. Nutritional value, quality assessment and assortment of grain bread. Economics and entrepreneurship. 2022; 1(138): 1445-1448.
2. Alekhina N.N. The influence of freezing methods on the quality of grain bread. Bakery products. 2022; 11: 32-36.
3. Chugunova O.V., Pankratieva N.A., Ponomarev A.S. The use of a complex grain additive in the technology of wheat bread with spontaneous fermentation sourdough. Bakery products. 2023; 1:43-47.
4. Khmeleva E.V., Berezina N.A., Satsaeva I.K. Technology of spell grain bread. News of the Dagestan State Agrarian University. 2022; 4(16): 321-329
5. Ding T., Oh D-H., Liu D. Electrolyzed water in food: Fundamentals and applications. Singapore: Springer; 2019.
6. Johansson B. Functional water – in promotion of health beneficial effects and prevention of disease. Internal Medicine Review. 2017; 3(2).
7. Krasnova T.A. Water treatment in food industry. Equipment and technology of food production. 2018; 1(48): 15-30.
8. Sokol N.V., Atroshchenko E.A. Study of the influence of electrochemically activated water on the rheological properties of dough and the quality of bread. New technologies. 2019; 1: 170-177.
9. Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S., Voronin V.V. Practical application of activated water in wheat bread technology. News of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after. V.M. Kokov. 2023; 2(40): 130-137.
10. Pogorelov A.G. et al. The influence of electrochemically activated water on the quality indicators of dough and products made from wheat flour. Equipment and technology of food production. 2022; 52(1); 156-167.
11. Naumenko N.V. The influence of activated water on the formation of quality and shelf life of bread made from wheat flour: abstract of thesis. dis. ...PhD (Eng.). St. Petersburg; 2007.
12. Method for the production of grain bakery products: patent for invention 2786539 C2 Russ. Federation / Sokol N.V., Olkhovатов E.A., Kazakova V.S. et al.; No. 2021117673, application 16.06.2021, publ. 21.12.2022.

Информация об авторах / Information about the authors

Надежда Сергеевна Санжаровская, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

hramova-n@mail.ru

Наталья Викторовна Сокол, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

sokol_n.v@mail.ru

Nadezhda S. Sanzharovskaya – PhD (engineering), Associate Professor, the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

hramova-n@mail.ru

Natalia V. Sokol, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

sokol_n.v@mail.ru

Поступила в редакцию 11.10.2023; поступила после рецензирования 24.11.2023; принята к публикации 25.11.2023

Received 11.10.2023; Revised 24.11.2023; Accepted 25.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Получение творога, обогащенного антиоксидантным препаратом

Ольга В. Сычева*, Владимир Г. Кайшев, Сергей А. Олейник,
Елена А. Скорбина, Ирина А. Трубина

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»;
пер. Зоотехнический, дом 12, г. Ставрополь, 355017, Российская Федерация

Аннотация. Устойчивая тенденция производства и потребления функциональных продуктов питания является отличительной чертой современности. Среди них большая доля приходится на кисломолочные продукты, в число которых входит творог. Среди функциональных ингредиентов, используемых для обогащения, выделяются антиоксиданты, в частности, бетаин. Исследования бетаина свидетельствуют о широком спектре его пользы для здоровья. Рекомендуемая норма потребления бетаина, составляет 131 мг/день, однако для проявления функционального действия на организм человека его суточная доза должна достигать 1500 мг. Реальное потребление бетаина с пищевыми продуктами намного ниже, что обуславливает необходимость обогащения бетаином продуктов повседневного рациона, в частности, творога. Экспериментально доказана возможность улучшения состава творога по антиоксидантам, пищевым волокнам и микроэлементу - кремнию, благодаря внесению препарата ацидин-пепсин. Препарат ацидин-пепсин вносится из расчета 5 г на 100 кг молока. В этом количестве препарата содержится: бетаина гидрохлорида - 4 г, пепсина свиного - 10 мг; вспомогательных веществ: повидон-К25 - 240 мг, кремния диоксид коллоидный - 104 мг, кальция стеарат - 50 мг, сорбитол - до 12,6 г. Выход творога из 100 кг молока составляет 30,0 – 30,5 кг. Использование данной технологии позволит увеличить срок хранения готового продукта, расширить ассортимент обогащенной продукции функционального назначения, так как при использовании препарата ацидин-пепсин **творог** обогащается не только антиоксидантом бетаин, но и пищевыми волокнами пovidон, кальция стеарат, сорбитол и микроэлементом кремний.

Ключевые слова: творог, бетаин, ацидин-пепсин, антиоксиданты, пищевые волокна, кремний

Для цитирования: Сычева О.В., Кайшев В.Г., Олейник С.А. и др. Получение творога, обогащенного антиоксидантным препаратом. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 157-162. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-157-162>

Preparation of cottage cheese enriched with an antioxidant preparation

Olga V. Sycheva*, Vladimir G. Kaishev, Sergey A. Oleinik,
Elena A. Skorbina, Irina A. Trubina

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»;
12 Zootehnicheskii lane, Stavropol, 355017, the Russian Federation

Abstract. The steady trend towards the production and consumption of functional foods is a hallmark of modern times. Among them fermented milk products, including cottage cheese, have a big share. Antioxidants, in particular betaine, are used for the fortification of food products. Betaine is proved to have a wide range of health benefits. The recommended intake of betaine is 131 mg/day, however, to exhibit a functional effect on the human body, its daily dose must reach 1500 mg. The actual consumption of betaine in food products is much lower, which necessitates the need to enrich daily diet products with betaine, in particular cottage cheese.

The possibility of improving the composition of cottage cheese in terms of antioxidants, dietary fiber and the microelement silicon, thanks to the addition of the drug acidin-pepsin, has been experimentally proven. The preparation acidin-pepsin is added at the rate of 5 g per 100 kg of milk. This amount of the preparation contains 4 g of betaine hydrochloride, 10 mg of pork pepsin; and excipients, i.e. 240 mg of povidone-K25 240, 104 mg of colloidal silicon dioxide, 50 mg of calcium stearate, up to 12.6 g of sorbitol. The yield of cottage cheese from 100 kg of milk is 30.0 – 30.5 kg. The use of this technology will increase the shelf life of the finished product, expand the range of enriched functional products, since when using the preparation acidin-pepsin, cottage cheese is enriched not only with the antioxidant betaine, but also with dietary fiber povidone, calcium stearate, sorbitol and the microelement silicon.

Keywords: cottage cheese, betaine, acidin-pepsin, antioxidants, dietary fiber, silicon

For citation: Sycheva O.V., Kaishev V.G., Oleinik S.A. et al. Preparation of cottage cheese enriched with an antioxidant preparation. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 157-162. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-157-162>

Введение. Основным направлением государственной политики РФ в области здорового питания на период до 2030 года является создание технологий качественно новых пищевых продуктов, в том числе расширение производства специализированных продуктов. Это связано с тем, что питание является одним из ведущих факторов поддержания здоровья населения, обеспечивая человеческий организм энергией и питательными компонентами. Оказывая влияние на характер обмена веществ, состояние органов и систем у человека, сбалансированное питание позволяет осуществлять коррекцию его гомеостаза, сохранять активность и развивать адаптационные механизмы.

В настоящее время наряду с нехваткой пищевого белка особенно остро стоит проблема антиоксидантной недостаточности, что выражается как свободнорадикальная патология или синдром перекисидации. Недостаток антиоксидантов в пище может привести к различным проблемам со здоровьем, включая преждевременное старение, сердечно-сосудистые заболевания, рак и нейродегенеративные заболевания. Антиоксиданты помогают нейтрализовать свободные радикалы, которые могут повредить клетки и вызвать различные заболевания. Употребление продуктов, богатых антиоксидантами (витамины, полифенолы, антоцианы и другие БАВ), таких как фрукты, овощи, орехи и семена, может помочь поддерживать уровень антиоксидантов в организме.

Некоторые антиоксиданты (витамин С, витамин Е, бета-каротин, селен и цинк) в составе пищевых добавок уже используют при производстве различных продуктов питания для профилактики накопления в организме токсинов и ксенобиотиков, а также с целью снижения потерь полезных пищевых веществ при хранении и технологической обработке пищевых продуктов.

Современный пищевой рацион и качество продуктов питания постоянно меняются по мере развития общества и представлений о здоровом питании. На структуру питания оказывает влияние достижения научно-технологического

прогресса, совершенствование технологий производства и переработки сырья, появление новых источников пищевых веществ и требований к качеству и безопасности сырья и готовой продукции. Однако существует мнение, что именно рафинированная высококалорийная пища, с большим количеством синтетических добавок является основной причиной значительного роста алиментарных заболеваний за последние десятилетия [1]. Современные направления нутрициологии включают изучение влияния различных диет на здоровье, разработку новых методов оценки питательной ценности продуктов, исследование роли микронутриентов в профилактике различных заболеваний и многое другое. Также активно развиваются направления, связанные с персонализацией питания на основе индивидуальных особенностей организма и генетических данных. При этом активно используется принцип обогащения различных продуктов, в том числе и кисломолочных, ценными макро- и микронутриентами, а также пищевыми волокнами. Суть обогащения пищевых продуктов состоит в том, чтобы улучшить не только их питательную ценность, но и придать определенные функциональные свойства. Это может включать добавление витаминов, минералов, пищевых волокон или других функционально полезных ингредиентов. Обогащение может быть использовано для улучшения питания людей, особенно тех, кто не получает достаточного количества определенных питательных веществ из своего рациона [2, 3].

Известно, что функциональные продукты питания – это продукты, которые помимо своей основной функции (например, обеспечение организма энергией) выполняют дополнительные функции, такие как улучшение здоровья, снижение риска развития заболеваний, в том числе и ковид-инфекции [4].

В последние годы, как в России, так и за рубежом ведутся широкомасштабные научно-исследовательские работы, направленные на изучение функциональных свойств употребляемых в

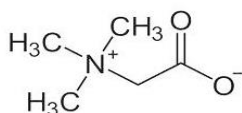


Рис. 1. Структурная формула бетаина

Fig. 1. Structural formula of betaine

пищу продуктов, с точки зрения их влияния на генетическое здоровье человека. В частности, при изучении биологической активности напитков, и отдельных его компонентов, привлекает внимание бетаин – триметилглицин (рисунок 1)

Бетаин – триметиламиноуксусная кислота (содержится в сахарной свёкле до 5%). Бетаин активно участвует в белковом обмене, способствует укреплению капилляров, снижает уровень холестерина в крови, обладает гепатопротекторным и гипотензивным действием в организме человека и животных.

Британскими учеными доказано, что, благодаря наличию в составе молекулы бетаина метильных групп (рис. 1), в комплексе с витаминами В6 и В12 он нейтрализует токсичную аминокислоту гомоцистеин. Благодаря передаче метильной группы реципиенту, бетаин проявляет защитные противораковые свойства, что приводит к увеличению продолжительности жизни подопытных животных [5].

Хлоридрат, содержащий бетаин, полученный из отходов свекловично-сахарного производства, эффективно используется в качестве добавки к кормам для сельскохозяйственных животных и птицы с целью повышения их продуктивности [6].

Исследованиями зарубежных ученых доказана польза бетаина для здоровья, благодаря его высокой эффективности, как антиоксиданта. Ежедневное потребление бетаина рекомендовано в количестве 131 мг/день [7, 8].

При этом для проявления функционального действия на организм человека суточная норма

бетаина должна достигать 1500 мг, однако реальное потребление бетаина с пищевыми продуктами намного ниже. Особую группу риска составляют люди пожилого возраста, а также больные диабетом и гомоцистинурией. У них отмечается выраженный дефицит бетаина. Им, в первую очередь, необходимо увеличивать потребление бетаина, в том числе и за счет употребления продуктов питания, обогащенных им. Поэтому очевидно включение продуктов, обогащенных бетаином, в ежедневный рацион питания широких слоев населения [9].

Известно, что бетаин является термостабильным соединением, которое выдерживает жесткую обработку при переработке сахарной свеклы и количественно накапливается в меласе. Чистый безводный бетаин разлагается при температуре более 245°C. Так как технология производства пищевых продуктов не предполагают такие высокие температуры, потери бетаина, после термической обработки при производстве продуктов питания, будут не значительны [10].

Исходя из того, что основой любого молочного продукта является молоко, содержащее белки, жиры и углеводы, то есть весь необходимый набор пищевых веществ, то для придания функциональной направленности следует обогатить его определенными функциональными добавками натурального происхождения. Целью данного исследования является получение творога, обогащенного бетаином, для расширения ассортимента молочных продуктов с функциональными свойствами.

Материал и методика исследования. Экспериментальные исследования по отработке

Таблица 1

Характеристика сырого молока для производства обогащенного творога

Characteristics of raw milk for the production of enriched cottage cheese

Table 1

Показатель	Характеристика (значение)
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев
Вкус и запах	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему молоку
Цвет	Белый
Массовая доля жира, %	3,7
Массовая доля белка, %	3,2
Массовая доля СОМО, %	8,6
Титруемая кислотность, °Т	17,5
Плотность, кг/м ³	1028,0

технологических параметров выработки и изучения качественных показателей творога проводили на базе производственно-технологической лаборатории по переработке молока кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ.

Молоко, используемое для проведения экспериментальных выработок, соответствовало требуемым показателям качества (таблица 1).

Для получения сгустка при выработке обогащенного творога, наряду с закваской, применялся комплексный фармацевтический препарат ацидин-пепсин (рисунок 2).

Одна таблетка (250 мг) содержит: бетаин гидрохлорид (Ацидин) (в пересчете на 100% вещество) 200 мг, пепсин свиной (в пересчете на 100% пепсин) 0,5 мг. Вспомогательные вещества: повидон К-25, кремния диоксид коллоидный, кальция стеарат, сорбит (Е 420).

Бетаин гидрохлорид является кислотной формой бетаина - витаминopodobного вещества, содержащегося в зерне и других продуктах питания. Это витамин, полученный из холина, содержащегося в сахарной свекле. Он содержит органический связанный азот и обладает выраженным липотропным действием. Бетаин гидрохлорид также помогает нейтрализовать молочную кислоту и снизить уровень токсичности вредного гомоцистеина – промежуточного белкового продукта, образующегося в процессе превращения аминокислоты метионин. В 2017 году Европейское управление по безопасности пищевых продуктов пришло к выводу, что бетаин безопасен «как новый продукт питания, который следует употреблять при максимальном уровне потребления 6 мг/кг массы тела в день в дополнение к потреблению из основного рациона». С учетом данной рекомендации при средней массе взрослого человека 75 кг дневная норма потребления бетаина в сутки должна составлять 450 мг.

Действие препарата ацидин-пепсин направлено на снижение пищевой нагрузки на поджелудочную железу и улучшение процессов пищеварения. Медикамент относится к категории ферментных средств. Однако следует иметь в виду и противопоказания к применению препарата ацидин-пепсин: гиперчувствительность к

любому из компонентов препарата, гиперацидные гастриты, повышенная кислотность желудочного сока, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, эрозивный гастродуоденит.

Результаты. Поставленная цель достигается тем, что взамен молокосвертывающего фермента при производстве творога вносится препарат ацидин-пепсин. Этот прием направлен на обогащение готового продукта – творога антиоксидантной пищевой добавкой бетаин, входящей в состав препарата ацидин-пепсин. Сопутствующим положительным эффектом обогащения бетаином достигается возможность пролонгации срока годности продукта.

Способ производства обогащенного творога включает все основные этапы выработки данного вида продукта. Особенностью процесса является внесение в подготовленное к свертыванию молоко расчетного количества препарата ацидин-пепсин (взамен молокосвертывающего фермента). Все остальные параметры технологического процесса производства творога кислотно-сычужным способом не изменяются [11].

Препарат ацидин-пепсин вносится из расчета 5 г на 100 кг молока. При этом, исходя из состава одной таблетки (250 мг), в 5 г препарата содержание активных веществ: бетаина гидрохлорида – 4 г, пепсина свиного (в пересчете на 100% пепсин) 10 мг; вспомогательных веществ: повидон-К25 (обладает антиоксидантическим действием) – 240 мг, кремния диоксид коллоидный (сорбент) – 104 мг, кальция стеарат (эмульгатор) – 50 мг, сорбитол (дезинтоксикационное, желчегонное, осмотическое действие) – до 12,6 г.

Выход творога из 100 кг молока составляет 30,0 – 30,5 кг. Титуемая кислотность после охлаждения находится в пределах 180-200°Т, влажность составляет около 75%.

По органолептическим показателям данный творог имел мягкую, мажущуюся консистенцию с наличием или без ощутимых частиц молочного белка, чистый кисло-молочный вкус и запах, белый или с кремовым оттенком цвет.

Физико-химические показатели получаемого продукта в сравнении с традиционным творогом представлены в таблице 2.

В порции творога 250 г содержание бетаина составляет 15,75 мг, что составляет всего 3,5%



Рис. 2. Ацидин-пепсин

Fig. 2. Acidin-pepsin

Таблица 2

Пищевая ценность обогащенного и традиционного творога

Table 2

Nutritional value of enriched and traditional cottage cheese

Продукт	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г	Бетаин, мг	Кремний, мг
Творог обогащенный	16,0	5,0	3,0	0,4	6,3	0,3
Творог крестьянский (традиционный)	16,0	5,0	3,0	—	—	—

от рекомендуемой суточной нормы потребления бетаина. Поэтому данный продукт нельзя отнести к функциональным, так как он не обеспечивает 15% суточной нормы потребления функционального ингредиента [12], но он, бесспорно, является обогащенным продуктом.

Выводы. Роль функциональных и обогащенных продуктов питания заключается в том, что они могут помочь улучшить общее состояние здоровья, снизить риск развития некоторых заболеваний и улучшить качество жизни. Они могут содержать дополнительные питательные вещества, такие как витамины, минералы, антиоксиданты и другие биологически активные вещества, одним из таких

веществ является антиоксидант бетаин. Экспериментально доказана возможность улучшения состава творога по антиоксидантам, пищевым волокнам и микроэлементу – кремнию, благодаря внесению препарата ацидин-пепсин взамен молокосвертывающего фермента. При использовании препарата ацидин-пепсин творог обогащается не только антиоксидантом бетаин, но и пищевыми волокнами повидон, кальция стеарат, сорбитол и микроэлементом кремний.

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках реализации программы академического лидерства ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ «Приоритет – 2030».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кайшев В.Г., Серёгин С.Н. Состояние и перспективы развития рынка функциональных продуктов питания. Переработка молока. 2018; 1(219): 14-17.
2. Кайшев В.Г. Обогащение продуктов питания – современный принцип пищевой индустрии. Аграрно-пищевые инновации. 2020; 4(12): 70-76.
3. Сычева О.В., Кайшев В.Г. Обогащение – путь к созданию нового поколения пищевых продуктов. Товаровед продовольственных товаров. 2020; 10: 36-40.
4. Чаплыгина Т.В., Просеков А.Ю., Бабич О.О. и др. Функциональные молочные продукты – защита в период пандемии. Молочная промышленность. 2020; 6: 26-28.
5. Schwahn B.C., Hafner D., Hohlfield T. et al. Pharmacokinetics of oral betaine in healthy subjects and patients with homocystinuria. British Journal of Clinical Pharmacology. 2003; 55(1): 6-13.
6. Craig S.A. Betaine in human nutrition. American Journal of Clinical Nutrition. 2004; 80(3): 539-549.
7. Filipčev B., Kojić J., Krulj J. et al. Betaine in Cereal Grains and Grain-Based Products. Foods. 2018; 7(4): 49.
8. Figueroa-Soto C.G., Valenzuela-Soto E.M. Glycine betaine rather than acting only as an osmolyte also plays a role as regulator in cellular metabolism. Biochimie. 2018; 147(4): 89-97.
9. De Zwart F.J., Slow S., Payne R.J. et al. Glycine betaine and glycine betaine analogues in common foods. Food Chem. 2003; 83: 197-204.
10. Сычева О.В., Олейник С.А., Скорбина Е.А. и др. Способ получения обогащенного творога функциональной направленности: патент на изобретение 2802075 С1 Рос. Федерация; № 2022132622, заявл. 22.08.2023, опубл. 13.12.2022.

REFERENCES:

1. Kaishev V.G., Seryogin S.N. State and development prospects of the functional food market. Milk processing. 2018; 1(219): 14-17.
2. Kaishev V.G. Food fortification is a modern principle of food industry. Agricultural and food innovations. 2020; 4(12): 70-76.
3. Sycheva O.V., Kaishev V.G. Fortification is the way to create a new generation of food products. Commodity specialist of food products. 2020; 10:36-40.
4. Chaplygina T.V., Prosekov A.Yu., Babich O.O. et al. Functional dairy products – protection during a pandemic. Dairy industry. 2020; 6: 26-28.
5. Schwahn B.C., Hafner D., Hohlfield T. et al. Pharmacokinetics of oral betaine in healthy subjects and patients with homocystinuria. British Journal of Clinical Pharmacology. 2003; 55(1): 6-13.

6. Craig S.A. Betaine in human nutrition. American Journal of Clinical Nutrition. 2004; 80(3): 539-549.
7. Filipčev B., Kojić J., Krulj J. et al. Betaine in Cereal Grains and Grain-Based Products. Foods. 2018; 7(4): 49.
8. Figueroa-Soto C.G., Valenzuela-Soto E.M. Glycine betaine rather than acting only as an osmolyte also plays a role as a regulator in cellular metabolism. Biochimie. 2018; 147(4): 89-97.
9. De Zwart F.J., Slow S., Payne R.J. et al. Glycine betaine and glycine betaine analogues in common foods. Food Chem. 2003; 83: 197-204.
10. Sycheva O.V., Oleinik S.A., Skorbina E.A. et al. Method for producing enriched cottage cheese with a functional orientation: patent for invention 2802075 C1 Ros. Federation; No. 2022132622, appl. 22.08.2023, publ. 13.12.2022.

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Владимировна Сычева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

olga-sycheva@mail.ru

Владимир Григорьевич Кайшев, доктор экономических наук, академик РАН, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

kvg541@yandex.ru

Сергей Александрович Олейник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

soliynik60@gmail.com

Елена Александровна Скорбина, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

elena.skorbina@yandex.ru

Ирина Александровна Трубина, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

stgau.75@mail.ru

Olga V. Sycheva, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
olga-sycheva@mail.ru

Vladimir G. Kaishev, Dr Sci. (Econ.), Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
kvg541@yandex.ru

Sergey A. Oleinik, Dr Sci. (Agriculture), Professor, the Basic Department of Private Zootechny, Selection and Breeding of Animals, FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
soliynik60@gmail.com

Elena A. Skorbina, PhD (Biology), Associate Professor, the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
elena.skorbina@yandex.ru

Irina A. Trubina, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
stgau.75@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 the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 26.09.2023; поступила после рецензирования 30.10.2023; принята к публикации 31.10.2023

Received 26.09.2023; Revised 30.10.2023; Accepted 31.10.2023



Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Исследование свойств пектиновых веществ для производства продуктов здорового питания

Анна В. Тарасенко

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
ул. Калинина 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена исследованиям в области использования замороженного винограда в технологии производства продуктов для здорового питания. Основные задачи исследования: обосновать технологическую значимость замороженного столового винограда для разработки десертов функциональной направленности. Исследовать влияние отрицательных температур на студнеобразующую и комплексообразующую способность пектиновых веществ в замороженном винограде с последующей дефростацией сырья. Объектом исследования является столовый виноград 5 сортов, выращенный в условиях Краснодарского края. Экспериментальные исследования технологических и биохимических показателей свежего и замороженного винограда с целью изучения и подтверждения использования винограда в пищевой промышленности для разработки десертов с разной функциональной направленностью проводились на территории Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина в лабораториях факультета Пищевых производств и биотехнологий. В качестве инструментов для выполнения исследований были использованы биохимические методы анализа, общепринятые в пищевой промышленности. Общеизвестно, что низкотемпературное замораживание способствует максимальному сохранению пищевой ценности растительного сырья, однако в отрасли продуктов здорового питания рецептуры и технологии переработки замороженного винограда практически не представлены. Информационный поиск научной литературы показал, что исследования по изучению и подбору сортов винограда для консервирования путем замораживания и получению из дефростированного сырья продуктов функционального назначения отсутствуют, что свидетельствует о необходимости проведения экспериментальных исследований, изучения кинетики химического и биохимического состава свежего, замороженного и дефростированного винограда с целью дифференциации сырья для производства десертов с различной функциональной направленностью. Методами биохимического анализа установлено, что независимо от сортовых особенностей, основные компоненты химического состава винограда при замораживании и дальнейшей дефростации сохраняются.

Ключевые слова: виноград, pH, пектин, аналитические характеристики, комплексообразующая способность, студнеобразующая способность, заморозка, дефростация

Для цитирования: Тарасенко А.В. Исследование свойств пектиновых веществ для производства продуктов здорового питания *Новые технологии* / *New technologies*. 2023; 19(4): 163-167. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-163-167>

Study of the properties of pectin substances for the production of healthy food products

Anna V. Tarasenko

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»;
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the research in the field of using frozen grapes in the technology of production of products for a healthy diet. The main objectives of the research are to substantiate technological significance of frozen table grapes for the development of functional desserts. To study the influence of negative temperatures on the gelling and complexing ability of pectin substances in frozen grapes with subsequent defrosting of the raw material. *The object of the research* was table grapes of 5 varieties grown in the Krasnodar region. Experimental studies of technological and biochemical parameters of fresh and frozen grapes in order to study and confirm the use of grapes in the food industry for the development of desserts with different functional areas were carried out on the territory of the Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin in the laboratories of the Faculty of Food Production and Biotechnology. Biochemical methods of analysis, generally accepted in the food industry, were used as research tools. It is well known that low-temperature freezing helps to maximize the preservation of the nutritional value of plant materials, however, in the health food industry, recipes and technologies for processing frozen grapes are practically not represented. An information search of scientific literature has shown that there are no studies on the study and selection of grape varieties for canning by freezing and the production of functional products from defrosted raw materials, which indicates the need to conduct experimental studies, study the kinetics of the chemical and biochemical composition of fresh, frozen and defrosted grapes in order to differentiate raw materials for the production of desserts with different functional orientations. Using biochemical analysis methods, it has been established that, regardless of varietal characteristics, the main components of the chemical composition of grapes are preserved during freezing and further defrosting.

Keywords: grapes, pH, pectin, analytical characteristics, complexing ability, gelling ability, freezing, defrosting

For citation: Tarasenko A.V. Study of the properties of pectin substances for the production of healthy food products. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 163-167. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-163-167>

Среди населения России растет тенденция употреблять здоровые продукты питания, которые выработаны из натурального сырья и обогащены натуральными пищевыми добавками, которые оказывают профилактическое действие на организм.

За счет использования замороженного растительного и плодово-ягодного сырья в технологии функциональных продуктов питания можно эффективно снабжать население продуктами, транспортировать их на любые расстояния круглогодично при соблюдении всех норм безопасности, не опасаясь, что они потеряют свой товарный вид, что приведет к изменению биохимического состава, снижающего качество готового продукта [3, с. 437].

Производство замороженных продуктов на 2023 год в мире составляет более 50 миллионов тонн, на территории России 45 тысяч тонн, из которых 55% составляют замороженные овощи, 40% приходится на замороженные фрукты и ягоды. Доля потребления замороженных продуктов составляет 2,5 кг в год по данным Росстата и большая часть потребителей приходится на Южный, Центральный и Северо-Западный регионы.

С каждым годом пищевая отрасль, специализирующаяся на здоровом питании, обогащается новыми видами функциональных продуктов и увеличивается в среднем на 30% в год по анализу научно-технической литературы [9, с. 92].

При разработке новых рецептур, продуктов питания, направлений хранения и переработки

плодов, овощей и ягод, ученые и специалисты стремятся внедрять новые способы и модифицировать уже имеющиеся в пищевой отрасли.

Одним из наиболее актуальных и перспективных направлений хранения и переработки является заморозка сырья с последующим хранением при низких, а также сверхнизких температурах [1, с. 78].

Общеизвестно, что продукт, подвергшийся низкотемпературному замораживанию, максимально сохраняет пищевую ценность натурального растительного сырья, витаминный и минеральный состав, обеспечивает возможности использования различных способов термической обработки пищи, что актуально для быстрого и качественного приготовления пищи в условиях ускоренного темпа жизни большей части населения [5, с. 293].

От способа замораживания, хранения, вида сырья и его химического состава зависит сохранность пищевой ценности и органолептических свойств замороженных продуктов питания [11, с. 50].

Пектиновые вещества оказывают значительное влияние на сохранность сырья среди других показателей химического состава.

На устойчивость к отрицательным и сверхотрицательным температурам растительных тканей и влагосорбционной способности влияет химический состав и строение пектиновой молекулы.

Воздействие температур ниже точки замораживания приводит к разрушению сложных химических связей полисахаридов сырья, в том числе и

пектиновой молекулы, и как следствие, увеличивается сорбционные свойства тканей сырья, что в конечном итоге приводит к сохранению структуры клеток.

Сохранению структуры клеток способствует наличие в сырье протопектина, обеспечивающего прочность связей с другими полисахаридами сырья, а именно, целлюлозой и гемицеллюлозой [8, с. 88].

В связи с этим целью исследования является химико-технологическая оценка замороженного винограда для производства продуктов здорового питания.

В качестве объектов исследования были взяты 5 столовых сортов винограда, которые выращены на территории Краснодарского края.

Для применения в продуктах профилактического назначения важно исследовать состав пектиновых веществ сырья и факторы, влияющие на их свойства.

При изучении направлений использования замороженного винограда в технологии продуктов здорового питания первостепенное значение имеют студнеобразующая и комплексообразующая способность пектиновых веществ в исходном сырье [4, с. 20], [7, с. 42].

Рассматривая влияние pH среды на студнеобразующую способность пектиновых веществ, выделенных из изучаемых сортов винограда, нами установлено, что pH влияет на процесс студнеобразования. Результаты представлены на рисунке 1.

Для производства продуктов здорового питания с прочной и эластичной текстурой оптимальным значением pH является 3 – 3,3, при pH 3,6 получают продукты с тягучей и вязкой текстурой.

Исследованиями установлено, что изучаемые сорта имеют хорошую студнеобразующую способность в свежем и дефростированном виде, особенно такие сорта как Эверест и Памяти Учителя, у которых pH 3,3 -3,4 в свежем виде и 3,6

после замораживания с последующей дефростацией, данные сорта винограда в свежем виде можно рекомендовать для производства продуктов питания с прочной и эластичной текстурой, например, такие продукты, как мармелад, карамель и пастила, а после дефростации для производства ириса, желе, киселей и сиропов.

Рассматривая аналитические характеристики пектиновых веществ, их изменений в процессе замораживания, нами установлено также их влияние на студне и комплексообразующую способность [6, с. 1197].

Исследования свойств пектиновых веществ, определяемых направления использования сырья в продуктах профилактического назначения представлены в таблице 1.

Для разработки продуктов с повышенными сорбционными свойствами важно знать содержание свободных карбоксильных групп и степень этерификации в пектине, выделенном из исследуемого сырья в свежем и замороженном состоянии, так как гидроксильные группы взаимодействуют с ионами токсичных веществ и таким образом очищают организм [2, с. 34].

Анализ данных приведенных в таблице 1 показал, после замораживания винограда с последующей дефростацией общее содержание карбоксильных групп этерифицированных метанолом увеличилось у таких сортов как Виктор и Ливия на 3%, а у таких сортов как Эверест, Памяти учителя и Низина незначительное снижение данного показателя на 1%, исходя из данных можно сделать вывод, что все объекты исследования обладают хорошей комплексообразующей способностью и рекомендовать сорт Виктор и Ливия для производства функциональных продуктов для людей, столкнувшимся с тяжелыми металлами и радионуклидами.

По степени этерификации полученный порошок из свежего винограда всех 5 образцов и из

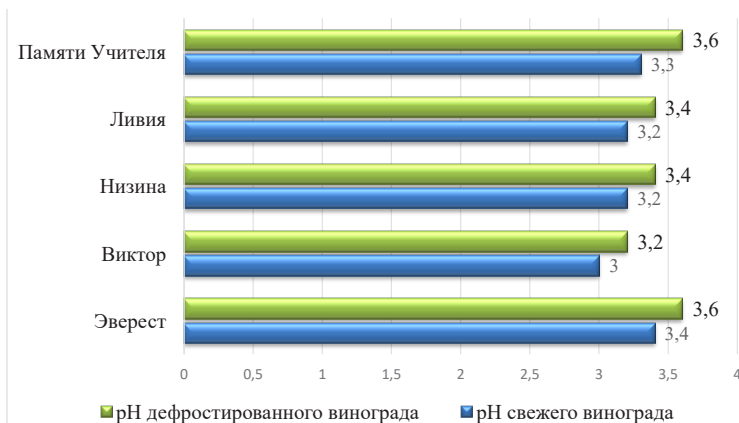


Рис. 1. pH в свежем и дефростированном винограде

Fig. 1. PH in fresh and defrosted grapes

Таблица 1

Свойства пектиновых веществ и их изменения в процессе замораживания

Table 1

Properties of pectin substances and their changes during freezing

Сорт	Характеристики пектина									
	Общее содержание карбоксильных групп, %		Общая степень этерификации, %		Полиуронидная составляющая, %		Ацетильная составляющая, % от массы чистого пектина		Метоксильная составляющая, % от массы чистого пектина	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Эверест	15,22	9,627	74,65	57,47	63,05	39,38	0,375	0,807	12,41	9,679
Виктор	13,88	12,45	73,35	64,79	57,40	51,16	0,444	0,786	12,21	10,85
Памяти Учителя	14,89	8,322	75,95	55,57	61,72	33,99	0,466	0,902	12,62	9,373
Низина	8,714	7,182	60,25	49,80	35,48	29,26	1,016	1,076	8,671	8,858
Ливия	9,420	12,22	60,82	48,66	38,36	48,92	0,812	0,766	10,22	8,249

*1 – Показатели качества пектинового порошка из свежего столового винограда;

2 – Показатели качества пектинового порошка из замороженного (дефростированного) столового винограда.

замороженного винограда сортов Эверест, Памяти учителя и Виктор, относится к группе высокоэтерифицированных пектинов, что позволяет рекомендовать данные сорта винограда для производства продуктов питания с устойчивым каркасом студня, например, мармелад и пастила.

Пектин, полученный из замороженного винограда сортов Низина и Ливия можно отнести к группе среднеэтерифицированных пектинов ($E < 50\%$), эти сорта можно рекомендовать для продуктов с более текучей структурой студня, например желе или конфитюры.

Механизм студнеобразования зависит от содержания метоксильных групп, что также влияет на желирование и прочность студня.

В сортах Эверест, Виктор, Низина и Памяти учителя содержание метоксильных групп уменьшилось в среднем на 2% и произошло увеличение у сорта Ливия на 0,11%. Количество ацетильной группы в пектиновом порошке извлеченном из замороженного винограда незначительно снизилось в сорте Низина на 0,04% по сравнению с другими сортами в которых наоборот произошло увеличение ацетильных групп в среднем на 1%, такое содержание ацетильной составляющей указывает на увеличение прочности студня.

Для разработки и производства пектиносодержащих продуктов здорового питания также

одним из важных показателей является содержание чистого пектина в товарном порошке, что влияет на его свойства и технологию продуктов. То есть чем выше чистота пектина, тем выше его способность связывать и выводить тяжелые металлы из организма, лучше студнеобразующая способность и с экономической точки зрения такой пектин дешевле, так как не нужно проводить множественную очистку [10, с. 62].

Содержание полигалактуроновой кислоты в пектине по всем изучаемым сортам в среднем составляет 65%, что дает нам основания считать, что данный пектиновый порошок содержит незначительное количество балластных веществ, что окажет положительное влияние при разработке продуктов здорового питания

Выводы:

1 Исследования свойств пектиновых веществ позволили установить направления использования данного сырья в технологии продуктов здорового питания с различной сорбционной и студнеобразующей способностью.

2. Для разработки технологии продуктов с повышенной сорбционной способностью рекомендуются сорта винограда Эверест, Памяти учителя и Виктор, а для желеобразных продуктов с разной прочностью рекомендуются сорта Ливия и Низина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агеева Н.М., Марковский М.Г., Зайко Г.М. и др. Использование винограда в производстве продуктов питания повышенной биологической ценности. Известия высших учебных заведений. Пищевая промышленность. 2003: 77-79.
2. Влащик Л.Г., Тарасенко А.В. Технология производства напитков, обогащенных натуральными растительными ингредиентами с адаптогенными свойствами. Новые технологии. 2020; 1: 30-39.
3. Cortellino G. Quality and safety of frozen fruits. In Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, 2nd ed.; Sun, D.-W., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, 2012: 435-460.

4. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение: учебник. М.: ДеЛипринт; 2007.
5. Ждамарова А.Г., Влащик Л.Г., Ждамарова О.Е. Виноград сорта Первенец Магарача как объект комплексной переработки. Садоводство и виноградарство. 2003; 2: 20-21.
6. Giovana B., Ghanem A. Su-Ling Brooks M. Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. J. Food Reviews International. 2016; 32(3): 280-304.
7. Кварцхелия В.Н., Родионова Л.Я. Изменение аналитических характеристик пектиновых веществ яблок зимнего срока созревания при длительном влиянии низких температур. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014; 100: 1193-1203.
8. Магамедэминова М.М. Коротких В.М., Осокина М.М. и др. Пектин: свойства и польза для организма. Молодой ученый. 2021;7(349): 41-43.
9. Potter J.D. Functional Food Industry: Market Research Reports, Statistics and Analysis. American Journal of Food Technology. 2015; 2: 87-89.
10. Stam H. Functional Foods: Hopefulness to Good Health. American Journal of Food Technology. 2010; 5(2): 86-99.
11. Тихомирова Н.А. Замороженный десерт повышенной пищевой ценности. Пищевая промышленность. 2013; 6: 62.
12. Чиркова Е.С., Поздняковский В.М. Влияние режимов хранения на биохимический состав и товарное качество ягод смородины сибирских сортов. Пищевая промышленность. 2016; 2: 50-51.

REFERENCES:

1. Ageeva N.M., Markovsky M.G., Zaiko G.M. et al. The use of grapes in the production of food products of increased biological value. News of higher educational institutions. Food industry. 2003: 77-79.
2. Vlashchik L.G., Tarasenko A.V. Technology for the production of drinks enriched with natural plant ingredients with adaptogenic properties. New technologies. 2020; 1: 30-39.
3. Cortellino G. Quality and safety of frozen fruits. In Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, 2nd ed.; Sun, D.-W., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, 2012: 435-460.
4. Donchenko L.V., Firsov G.G. Pectin: basic properties, production and application: textbook. M.: DeLiprint; 2007.
5. Zhdamarova A.G., Vlashchik L.G., Zhdamarova O.E. Grapes of the Pervenets Magarach variety as an object of complex processing. Gardening and viticulture. 2003; 2: 20-21.
6. Giovana B., Ghanem A. Su-Ling Brooks M. Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. J. Food Reviews International. 2016; 32(3): 280-304.
7. Kvartskhelia V.N., Rodionova L.Ya. Changes in the analytical characteristics of pectin substances in winter-ripening apples under prolonged exposure to low temperatures. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014; 100: 1193-1203.
8. Magamedeminova M.M. Korotkikh V.M., Osokina M.M. et al. Pectin: properties and benefits for the body. Young scientist. 2021;7(349): 41-43.
9. Potter J.D. Functional Food Industry: Market Research Reports, Statistics and Analysis. American Journal of Food Technology. 2015; 2: 87-89.
10. Stam H. Functional Foods: Hopefulness to Good Health. American Journal of Food Technology. 2010; 5(2): 86-99.
11. Tikhomirova N.A. Frozen dessert with increased nutritional value. Food industry. 2013; 6:62.
12. Chirkova E.S., Pozdnyakovsky V.M. The effect of storage modes on the biochemical composition and commercial quality of Siberian currant berries. The food industry. 2016; 2: 50-51.

Информация об авторе / Information about the author

Анна Вячеславовна Тарасенко, аспирант факультета пищевых производств и биотехнологий, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
tarasenko_anya1996@mail.ru
тел.: +7 (908) 683 81 36

Anna V. Tarasenko, Post graduate student, the Faculty of Food Production and Biotechnology, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»
tarasenko_anya1996@mail.ru
tel.: +7 (908) 683 81 36

Поступила в редакцию 08.11.2023; поступила после рецензирования 06.12.2023; принята к публикации 07.12.2023

Received 08.11.2023; Revised 06.12.2023; Accepted 07.12.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Влияние способов внесения льняной муки на показатели качества ржаного хлеба

Александр В. Федоров^{1,2*}, Андрей А. Хлопов³, Елена С. Лыбенко³

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров»;
ул. Черняховского, 10, г. Санкт-Петербург, 191119, Российская Федерация

² Университет ИТМО;

Кронверкский пр-кт, 49, литер А, г. Санкт-Петербург, 191119, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»;
Октябрьский пр-кт, 133, г. Киров, 610017, Российская Федерация

Аннотация. Современный россиянин недополучает в питании большого количества полиненасыщенных жирных кислот, а также более половины рекомендуемой нормы пищевых волокон. Одним из источников обогащения рациона человека этими нутриентами может служить льняная мука. Причиной редкого использования льняной муки в хлебопечении является изменение вкуса и аромата готового изделия. Исследования по определению способа внесения льняной муки проведены в лаборатории хлебопекарных и кондитерских производств ФГБОУ ВО «Вятский ГАТУ». Льняную муку вносили в хлеб в виде закваски в смеси с ржаной мукой, опары из льняной муки, и опары из смеси льняной и ржаной муки, а также в сухом виде в тесто. Были изучены органолептические и физико-химические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий. Методики проведения исследований общепринятые. В результате было установлено, что льняная мука в наименьшей степени изменяет вкус и запах ржаного хлеба, в случае ферментации её дрожжами в опаре. Заквашивание льняной муки вместе с ржаной не дает эффекта потери льняного вкуса и аромата. Доказано, что для приготовления опары с использованием льняной муки требуется больше воды, чем для приготовления закваски и теста из ржаной муки. Закваска с добавлением льняной муки быстрее набирает кислотность. Хлеб с внесением льняной муки в виде опары практически не отличается от контрольного варианта. Мякиш такого хлеба имеет кислотность 9,0 град, влажность 49,9% и пористость 49%. Проведение дегустации показало, что хлеб с добавлением льняной опары среди изучаемых образцов набрал наибольшее количество баллов и был максимально приближен к контрольному варианту.

Ключевые слова: ржаной хлеб, ржаное тесто, льняная мука, показатели качества хлеба, опара, закваска, способ приготовления ржаного теста, пищевая ценность, пищевые волокна

Для цитирования: Федоров А.В., Хлопов А.А., Лыбенко Е.С. Влияния способов внесения льняной муки на показатели качества ржаного хлеба. *Новые технологии* / *New Technologies* 2023; 19(4): 168-175. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-168-175>

The influence of methods of adding flaxseed flour on the quality indicators of rye bread

Alexander V. Fedorov^{1,2*}, Andrey A. Khlopov³, Elena S. Lybenko³

¹ FSBSI «All-Russian Research Institute of Fats»;

10 Chernyakhovsky str., St. Petersburg, 191119, the Russian Federation

² ITMO University;
49 Kronverksky prospect, letter A, St. Petersburg, 191119, the Russian Federation

³ FSBEI HE «Vyatka State Technical University»;
133 Oktyabrsky prospect, Kirov, 610017, the Russian Federation

Abstract. Modern Russians do not receive enough polyunsaturated fatty acids in their diet, as well as more than half the recommended dietary fiber intake. One of the sources of enriching the human diet with these nutrients can be flaxseed flour. The reason for the rare use of flaxseed flour in baking is the change in the taste and aroma of the finished product. Research to determine the method of adding flaxseed flour was carried out in the laboratory of baking and confectionery production of Vyatka State Technical University. Flax flour was added to bread in the form of sourdough mixed with rye flour, dough from flax flour, and dough from a mixture of flax and rye flour, as well as in dry form into the dough. Organoleptic and physico-chemical quality indicators of semi-finished and finished products were studied. Generally accepted research methods were used in the research. As a result, it has been found that flaxseed flour changes the taste and smell of rye bread to the least extent when it is fermented with yeast in a dough. Fermenting flaxseed flour together with rye flour does not result in the loss of flaxseed taste and aroma. It has been proved that preparing dough using flaxseed flour requires more water than preparing sourdough and dough from rye flour. Sourdough with the addition of flaxseed flour gains acidity faster. Bread with the addition of flaxseed flour in the form of dough is practically no different from the control variant. The crumb of such bread has an acidity of 9.0 degrees, moisture content of 49.9% and porosity of 49%. The tasting has shown that bread with the addition of flax dough among the studied samples scored the highest number of points and was as close as possible to the control version.

Keywords: rye bread, rye dough, flaxseed flour, bread quality indicators, dough, sourdough, method of preparing rye dough, nutritional value, dietary fiber

For citation: Fedorov A.V., Khlopov A.A., Lybenko E.S. The influence of methods of adding flaxseed flour on the quality indicators of rye bread. *Novye Tehnologii / New Technologies* 2023; 19(4): 168-175. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-168-175>

Введение. Хлеб для многих россиян является одним из основных продуктов питания. Зачастую предпочтение покупателей отдается пшеничным легким хлебам из муки низких выходов. В таком хлебе содержится очень много легкоусвояемых углеводов и совсем мало пищевых волокон.

С увеличением в рационе человека количества нерастворимых пищевых волокон, особенно из ржаного зерна, снижается скорость усвоения быстрых углеводов [1, 2, 3, 4]. Кроме этого, ржаной хлеб снижает уровень общего холестерина и холестерина липопротеидов низкой плотности в сыворотке крови [5]. Изготовление и потребление хлеба из ржаной муки грубого помола с добавлением пищевых волокон будет способствовать увеличению его биологической ценности. Несмотря на всю пользу ржаного хлеба для питания человека в нем содержится крайне незначительное количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), и в частности, омега-3 жирных кислот [6].

Согласно исследованиям человек должен получать 20...30 г пищевых волокон и от 1,5 до 6 г незаменимых ПНЖК ежедневно [7]. По оценкам экспертов современный россиянин потребляет всего 4...6 г пищевых волокон. Четыре человека из пяти испытывают дефицит в омега-3 [8].

Несмотря на то, что Россия окружена морями, рыба для многих граждан является дорогим и не каждодневным продуктом питания. В связи

с этим отмечается недостаток ПНЖК в питании населения.

Недостаток ПНЖК можно компенсировать лекарственными формами рыбьего жира, семенами кунжута, жирной или полужирной рыбой (лосось, сельдь, макрель, тунец, сардины, скумбрия и др.), льняным маслом, грецкими орехами, рапсовым маслом. Омега-3 содержится в шпинате, цветной капусте и масле канолы, в дыне, фасоли, в китайской капусте и брокколи.

Пищевые волокна человек получает с фруктами и овощами, хлебами с отрубями и иными источниками пищевых волокон, хлебами из муки высоких помольных выходов.

Известно, что полуобезжиренная мука из семян масличного льна имеет около 10% жира, богатого ПНЖК, 36% белка, и более 30% пищевых волокон. Но она имеет характерный вкус и запах, который ощущается особенно ярко в продуктах с высокой влажностью, например, в хлебе [9, 10].

Проблему создания привычных хлебобулочных изделий с добавлением льняной муки изучали разные ученые. Исследования проводились в основном на изделиях из пшеничной и смеси пшеничной и ржаной муки [11, 12, 13, 14, 15].

Льняная мука, как и ржаная, содержит значительное количество гидроколлоидов, которые придают хлебу дополнительную липкость [16, 17], поэтому создание ржаного хлеба с льняной мукой позволит сделать не только полезный

продукт, но и обеспечит предпосылки для создания новой технологии производства ржаного хлеба для массового потребления

Введение льняной муки в ржаной хлеб повысит в привычном для россиян продукте содержание белка, пищевых волокон и увеличит уровень потребления ПНЖК в рационе.

При решении проблем здоровья нации следует не только создавать функциональные продукты питания, но и обращать внимание на культуру питания [18, 19].

Цель работы: изучить влияние способов введения льняной муки на качество ржаного хлеба.

Задачи:

– Изучить показатели качества полуфабрикатов, полученных на основе ржаной и льняной муки.

– Оценить качество ржаного хлеба, полученного из полуфабрикатов с использованием льняной муки.

– Определить пищевую и энергетическую ценность ржаного хлеба с добавлением льняной муки.

Материал и методы исследования

Работа выполнена в ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ (г. Киров) в лаборатории хлебопекарных и кондитерских производств.

Объектами исследований являлись полуфабрикаты и ржаной хлеб, приготовленные с добавлением полуобезжиренной льняной муки торговой марки «Компас здоровья».

Для проведения исследований применяли следующее сырье: льняная мука по ГОСТ 10582-76, мука ржаная обдирная по ГОСТ 7045-2017; дрожжи прессованные хлебопекарные по ГОСТ Р 54731-2011; соль поваренная пищевая по ГОСТ Р 51574-2018; вода питьевая по СанПиН 2.1.3684-21; стартовая культуры Livendo® LV4.

Схема вариантов:

Контроль – ржаной хлеб,

B1 – хлеб на закваске из смеси ржаной и льняной муки

B2 – хлеб на ржаной закваске + льняная мука в тесто,

B3 – хлеб на ржаной закваске + опара из льняной муки в тесто,

B4 – хлеб на ржаной закваске + опара из смеси ржаной и льняной муки в тесто.

Органолептические показатели хлеба определяли по методике балльной оценки Н.Л. Султаевой [20]. Из физико-химических показателей качества определяли влажность (ГОСТ 21094-75), титруемую кислотность (ГОСТ 5670-96), пористость (ГОСТ 5669-96).

Для приготовления закваски применяли стартовую заквасочную культуру Livendo® LV 4. Соотношение муки закваска: тесто = 50:50.

Льняную муку брали в количестве 10% взамен ржаной. Замес теста проводили на медленной скорости работы тестомеса в течение 17 мин. Отдых теста 5 мин., разделка на тестовые заготовки по 350 г, окончательная расстойка тестовых заготовок при температуре 38...39°C и влажности

Таблица 1

Показатели качества полуфабрикатов

Quality indicators of semi-finished products			
Полуфабрикаты	Температура, °C	Кислотность, град.	Влажность, %
Закваска из ржаной муки (контроль)	29,2	17,0	59,1
Закваска из смеси льняной и ржаной муки	29,4	18,0	58,8
Опара из льняной муки	28,1	3,4	72,9
Опара из смеси льняной и ржаной муки	27,9	3,4	71,7

Таблица 2

Показатели качества теста

Dough quality indicators			
Варианты	Температура, °C	Кислотность, град	Влажность, %
К	27,5	9,0	53,6
B1	27,6	10,0	53,0
B2	27,4	9,0	53,9
B3	27,5	9,5	56,6
B4	27,6	9,5	56,0

воздуха в расстойной камере 75...80%. Выпечка при 210 °С в течение 20 мин.

Пищевую и энергетическую ценность определяли по методике Н.Н. Типсиной [21].

Результаты исследований. В ходе работы было использовано две закваски и две опары (табл. 1). Закваски заквашивались 24 ч., опары сбраживались 6 ч.

Кислотность закваски из ржаной муки составила 17 град, а закваска из смеси ржаной и льняной муки набрала кислотность 18 град. При замешивании опар из льняной муки и смеси льняной и ржаной муки воды потребовалось больше по сравнению с заквасками на чисто ржаной муке. Они были очень густые. Для того, чтобы получить требуемую консистенцию полуфабрикатов было принято решение повысить их влажность до 71,9 и 72,9% соответственно.

Закваску только из ржаной муки применяли для замеса контрольного теста и вариантов В2, В3, В4. Показатели качества теста этих вариантов представлены в табл. 2.

Температура теста была практически одинаковая у изучаемых вариантов. Кислотность теста

на закваске из льняной муки (В1) составила 10 град и была на 1 град выше, чем у контроля. Кислотность теста остальных вариантов находилась на уровне 9,0 и 9,5 град. Влажность теста у контроля, вариантов В1 и В2 была сопоставимая и находилась в пределах 53,0...53,9%. Влажность теста на опарах значительно превышала контроль. Так, В3 превысил контроль по влажности на 3%, в В4 – на 2,4%.

Показатели качества хлеба – это наиболее значимые для потребителя показатели. Согласно проведенным исследованиям наиболее значимыми для покупателя являются такие показатели качества хлеба как внешний вид, вкус и мягкость хлебобулочных изделий. В таблице 3 представлены органолептические показатели качества выпеченного хлеба.

Верхняя корочка вариантов отличается от стандарта тем, что на ней видны вкрапления льняной муки. С точки зрения экспертов этот признак снизил уровень привлекательности хлеба. В изломе хлеб на закваске из смеси ржаной и льняной муки (В1) отличался наличием катышков, которые образовались при отрезании частей от целого изделия (рис. 1 и 2). Мякиш хлеба этого

Таблица 3

Дегустационная оценка качества хлеба с добавлением льняной муки, баллы

Table 3

Tasting assessment of the quality of bread with the addition of flaxseed flour, points

Вариант	Поверхность	Вид в изломе	Вид на срезе	Вкус	Запах	Цвет	Пористость
Контроль	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
В 1	4,8	4,7	4,3	4,6	4,4	4,3	4,6
В 2	4,9	4,5	4,7	4,5	4,9	4,7	4,4
В 3	4,9	4,9	4,8	5,0	5,0	5,0	4,9
В 4	4,9	4,5	4,8	4,9	5,0	4,9	4,7



Рис. 1. Хлеб с добавлением льняной муки (слева направо: К, В1, В2)

Fig. 1. Bread with flaxseed flour (from left to right: K, B1, B2)



Рис. 2. Хлеб с добавлением опар из льняной муки (слева направо К, В3, В4)

Fig. 2. Bread with the addition of flaxseed flour (from left to right K, B3, B4)

варианта отличался более светлой окраской, он был липкий на ощупь, заминался при надавливании, имел очень кислый вкус. Присутствовал характерный льняной запах и аромат.

Мякиш хлеба с добавлением льняной муки в тесто в сухом виде (В2) отличался равномерной пористостью, был более влажный на ощупь по сравнению с контролем. У этого варианта был сильно выраженный льняной вкус, запах и аромат.

Варианты хлеба на опарах с льняной мукой визуально были похожи на хлеб В2. Мякиш хлеба В3 оказался более влажный на ощупь по сравнению с контролем, а хлеб В4 отличался самым липким и заминающимся среди изучаемых образцов мякишем. Цвет, запах и вкус мякиша образцов хлеба вариантов В3 и В4 находились близки к контролю. Главной отличительной особенностью у этих вариантов стало минимальное проявление льняного запаха и аромата.

Хлеб В3 был очень близким по органолептическим показателям к контролю. В4 отличался более влажным на ощупь мякишем. Это связано с тем, что в опаре присутствовала ржаная мука, в которой за время брожения в условиях недостаточной кислотности полуфабриката не деактивировались амилазы.

На основе данных таблицы 4 составлена профилограмма (рис. 3), которая наглядно отражает ситуацию по показателям органолептической оценки качества хлеба.

На рисунке 3 видно, что профиль, характеризующий качество хлеба В3 находится ближе всего к контрольному варианту. Следовательно, этот вариант самый лучший по совокупности органолептических показателей.

Физико-химические показатели качества хлеба представлены в табл. 4. Мякиш хлеба с

добавлением льняной муки в закваску имеет кислотность 9,5 град, что выше контроля на 1 град. При добавлении льняной муки в тесто кислотность мякиша на уровне контроля. Мякиш хлебов в вариантах В3 и В4 по кислотности выше контроля на 0,5 град.

Влажность хлеба у контрольного образца, вариантов В1 и В2 изменяется в пределах 48,7...49,0%, а у вариантов В3 и В4 – 49,9% и 49,4% соответственно. Лучшей пористостью обладал мякиш хлеба варианта В4. Он превышал контроль на 2%, а минимальные требования ГОСТ – на 4%. Пористость хлеба В1 и В3 ниже контроля на 1% и составляет 49%. Все выпеченные образцы хлеба находились в пределах, допускаемых ГОСТ по влажности, кислотности и пористости мякиша хлеба.

Данные о пищевой и биологической ценности продуктов питания должны быть нанесены на этикетку. В таблице 5 представлены их расчетные значения. У всех изучаемых вариантов хлеба был одинаковый состав, где 10% ржаной муки заменено на льняную. Отличались технологии приготовления хлеба.

Из данных, представленных в таблице, видно, что с добавлением 10% льняной муки увеличилось содержание белков на 29%, жиров – на 85,7%, пищевых волокон – на 95%. Количество углеводов снизилось на 9,5%. Энергетическая ценность снизилась на 0,9%. Количество пищевых волокон в 100 г хлеба повысилось с 2,0 до 3,9 г, что эквивалентно 20% суточной потребности человека в этих нутриентах.

Выводы

1. Закваска из смеси ржаной и льняной муки отличается более высокой кислотностью по сравнению с контролем. Для приготовления опар из

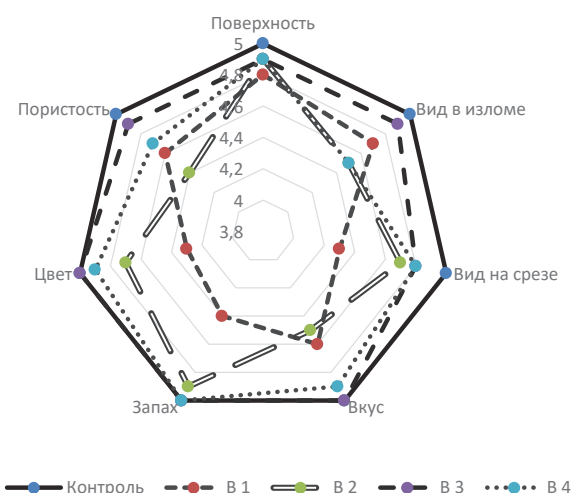


Рис. 3. Профилограмма органолептической оценки качества хлеба с добавлением льняной муки

Fig. 3. Profilogram of organoleptic assessment of the quality of bread with the addition of flaxseed flour

Таблица 4

Физико–химические показатели качества хлеба

Physical and chemical indicators of bread quality			
Варианты	Кислотность, град	Влажность, %	Пористость, %
Требования ГОСТ 2077–84	Не более 12,0	Не более 51,0	Не менее 48
К	8,5	48,7	50
В1	9,5	48,8	49
В2	8,5	49,0	51
В3	9,0	49,9	49
В4	9,0	49,4	52

Таблица 5

Пищевая и энергетическая ценность на 100 г хлеба

Nutritional and energy value per 100 g of bread						
Варианты	Белок, г	Жиры, г	Углеводы, г	Пищевые волокна, г	ккал	кДж
К	5,5	0,7	44,3	2,0	205,9	861,9
В	7,1	1,3	40,1	3,9	204,1	854,5
± к контролю, %	29,1	85,7	–9,5	95,0	–0,9	–0,9

льняной и смеси ржаной и льняной муки требуется повышенное содержание воды. Влажность таких опар должна находиться в пределах 72–73%.

2. По суммарному количеству баллов при проведении дегустационной оценки качества хлеба лучшим из вариантов оказался хлеб, в котором льняная мука была добавлена в тесто в виде опары. Хлеб этого варианта имел прекрасный вид в изломе, отличный вкус, запах и цвет,

близкую к контролю структуру пористости. Физико-химические показатели качества хлеба всех вариантов находились в пределах требований ГОСТ 2077–84.

3. В хлебе с добавлением 10% льняной муки увеличилось содержание белков на 29%, жира – на 85%, а пищевых волокон – почти в два раза. Количество углеводов снизилось на 9,5%, а общая калорийность хлеба осталась практически без изменений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Jonsson K. et al. Rye and health-Where do we stand and where do we go? Trends in Food Science & Technology. 2018; 79: 78–87.
2. Oishi K., Yamamoto S., Itoh N. et al. Wheat alkylresorcinols suppress high-fat, high-sucrose diet-induced obesity and glucose intolerance by increasing insulin sensitivity and cholesterol excretion in male mice. Journal of Nutrition. 2015; 145(2): 199–206.
3. Хлопов А.А., Лыбенко Е.С. Органолептическая оценка булочных изделий с добавлением жмыха пшеничных проростков. Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 нояб. 2022 г.). Чебоксары: ЧГАУ; 2022: 311–314.
4. Гончаренко А.А. Новые направления в селекции озимой ржи на целевое использование. Зернобобовые и крупяные культуры. 2016; 2(18): 25–32.
5. Katri S. Leinonen, Kaisa S. Poutanen, Hannu M. Mykkänen, Rye Bread Decreases Serum Total and LDL Cholesterol in Men with Moderately Elevated Serum Cholesterol. The Journal of Nutrition. 2000; 130(2): 164–170.
6. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Приоритетные направления исследований в решении проблемы multifunctional использования озимой ржи. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014; 6(43): 4–8.
7. Лыбенко Е.С., Хлопов А. А., Сергачева Е. С. Использование льняной муки как функционально-ингредиента в хлебопечении. Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения: сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции. Киров; 2021: 197–200.

9. Миневич И.Э., Цыганова Т.Б. Влияние добавки измельченных семян льна и льняной муки на технологические и потребительские свойства мучных изделий. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020; 2/3(374/375): 88-91.
10. Лыбенко Е.С., Хлопов А.А., Сергачева Е.С. Льняная мука – пищевой ингредиент функциональной направленности. Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения: сборник научных трудов I Национальной научно-практической конференции (Киров, 01-31 янв. 2021 года). Киров: ВГАУ; 2021: 201-204.
11. Шевелева Т.Л. Влияние внесения льняной муки на показатели качества и сроки хранения хлебобулочных изделий. Агропродовольственная политика России. 2020; 6: 25-28.
12. Конева С.И. Особенности использования продуктов переработки семян льна при производстве хлебобулочных изделий. Ползуновский вестник. 2016; 3: 35-38.
13. Жукова Ю.С., Маринина А.Ю., Лыбенко Е.С. Проектирование нового вида ржаного хлеба с добавлением льняной муки на основе методики. ТППП АПК. 2021; 2: 34-42.
14. Астраханцева Я.Д., Усеинова С.М., Евдокимова А.П. Приготовление хлеба с добавлением льняной муки. Молодая инновационная Чувашия: творчество и активность: сборник трудов XIX Международной открытой научной конференции молодежи и студентов (Чебоксары, 18 марта 2022 г.). Вып. 17. Чебоксары; 2022: 97-100.
15. Горохова А.В. Разработка рецептуры пшеничного хлеба с льняной мукой и семенами льна. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции (Тюмень, 29 марта 2019 г.). Ч. 2. Тюмень: Гос. аграрный ун-т Северного Зауралья; 2019: 128-134.
16. Ступина Е.С., Ильтяков А.В., Охохонина Е.Н. Использование муки из семян льна в технологии пшенично-ржаного хлеба. Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Курган, 12 марта 2020 г.). Курган: КГСХА академия им. Т.С. Мальцева; 2020: 189-193.
17. Федоров А.В., Лыбенко Е.С., Хлопов А.А. Изучение влияния льняной необезжиренной муки из семян льна масличного на качество ржаного хлеба. Индустрия питания / Food Industry. 2023; 3: 27-34.
18. Noora Kanerva, Erkki Kronholm, Timo Partonen, Marja-Leena Ovaskainen, Niina E. Kaartinen, Hanna Konttinen, Ulla Broms & Satu Männistö Tendency Toward Eveningness Is Associated With Unhealthy Dietary Habits, Chronobiology International. 2012; 29(7): 920-927.
19. Kanerva N. et al. A diet following Finnish nutrition recommendations does not contribute to the current epidemic of obesity. Public health nutrition. 2013; 16(5): 786-794.
20. Султаева Н.Л., Перминова В.С. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий. Науковедение. 2015; 7(1): 109.
21. Типсина Н.Н., Варфоломеева Т.Ф. Расчет пищевой ценности хлебобулочных и кондитерских изделий: методические указания. Красноярск: КрГАУ; 2016.

REFERENCES:

1. Jonsson K. et al. Rye and health-Where do we stand and where do we go? Trends in Food Science & Technology. 2018; 79: 78-87.
2. Oishi K., Yamamoto S., Itoh N. et al. Wheat alkylresorcinols suppress high-fat, high-sucrose diet-induced obesity and glucose intolerance by increasing insulin sensitivity and cholesterol excretion in male mice. Journal of Nutrition. 2015; 145(2): 199-206.
3. Khlopov A.A., Lybenko E.S. Organoleptic evaluation of bakery products with the addition of wheat sprout cake. Scientific, educational and applied aspects of the production and processing of agricultural products: a collection of materials from the VI International Scientific and Practical Conference (Cheboksary, November 15, 2022). Cheboksary: ChSAU; 2022: 311-314.
4. Goncharenko A.A. New directions in the selection of winter rye for targeted use. Leguminous and cereal crops. 2016; 2(18): 25-32.
5. Katri S. Leinonen, Kaisa S. Poutanen, Hannu M. Mykkänen, Rye Bread Decreases Serum Total and LDL Cholesterol in Men with Moderately Elevated Serum Cholesterol. The Journal of Nutrition. 2000; 130(2): 164-170.
6. Sysuev V.A., Kedrova L.I., Utkina E.I. Priority areas of research in solving the problem of multifunctional use of winter rye. Agricultural science of the Euro-North-East. 2014; 6(43): 4-8.
7. Lybenko E.S., Khlopov A.A., Sergacheva E.S. The use of flaxseed flour as a functional ingredient in bread baking. Economic security of the agro-industrial complex: problems and directions of support: collection of scientific papers of the I National Scientific and Practical Conference. Kirov; 2021: 197-200.
9. Minevich I.E., Tsyganova T.B. The influence of the addition of crushed flax seeds and flax flour on the technological and consumer properties of flour products. News of higher educational institutions. Food technology. 2020; 2/3(374/375): 88-91.

10. Lybenko E.S., Khlopov A.A., Sergacheva E.S. Flaxseed flour is a functional food ingredient. Economic security of the agro-industrial complex: problems and areas of support: collection of scientific papers of the I National Scientific and Practical Conference (Kirov, January 01-31, 2021). Kirov: VSAU; 2021: 201-204.
11. Sheveleva T.L. The influence of adding flaxseed flour on the quality indicators and shelf life of bakery products. Agricultural policy of Russia. 2020; 6:25-28.
12. Koneva S.I. Features of the use of flax seed processing products in the production of bakery products. Polzunovsky Bulletin. 2016; 3: 35-38.
13. Zhukova Yu.S., Marinina A.Yu., Lybenko E.S. Designing a new type of rye bread with the addition of flaxseed flour based on the methodology. TPPP AIC. 2021; 2: 34-42.
14. Astrakhantseva Ya.D., Useinova S.M., Evdokimova A.P. Making bread with flaxseed flour. Young innovative Chuvashia: creativity and activity: collection of proceedings of the XIX International Open Scientific Conference of Youth and Students (Cheboksary, March 18, 2022). Vol. 17. Cheboksary; 2022: 97-100.
15. Gorokhova A.V. Development of a recipe for wheat bread with flaxseed flour and flax seeds. Current issues of science and economy: new challenges and solutions: collection of materials from the LIII International Student Scientific and Practical Conference (Tyumen, March 29, 2019). Part 2. Tyumen: State. Agrarian University of the Northern Trans-Urals; 2019: 128-134.
16. Stupina E.S., Iltaykov A.V., Okhokhonina E.N. The use of flax seed flour in the technology of wheat-rye bread. Scientific and innovative technologies as a factor in the sustainable development of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference (Kurgan, March 12, 2020). Kurgan: KGSFA Academy named after. T.S. Maltseva; 2020: 189-193.
17. Fedorov A.V., Lybenko E.S., Khlopov A.A. Study of the influence of full-fat flaxseed flour from oil flax seeds on the quality of rye bread. Food Industry. 2023; 3:27-34.
18. Noora Kanerva, Erkki Kronholm, Timo Partonen, Marja-Leena Ovaskainen, Niina E. Kaartinen, Hanna Konttinen, Ulla Broms & Satu Männistö Tendency Toward Eveningness Is Associated With Unhealthy Dietary Habits, Chronobiology International. 2012; 29(7): 920-927.
19. Kanerva N. et al. A diet following Finnish nutrition recommendations does not contribute to the current epidemic of obesity. Public health nutrition. 2013; 16(5): 786-794.
20. Sultaeva N.L., Perminova V.S. Study of the properties of flax seeds and development of bakery technology based on them. Scientific studies. 2015; 7(1): 109.
21. Tipsina N.N., Varfolomeeva T.F. Calculation of the nutritional value of bakery and confectionery products: guidelines. Krasnoyarsk: KrSAU; 2016.

Информация об авторах / Information about Authors

Александр Валентинович Федоров, доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт жиров», доцент факультета биотехнологий, Университет ИТМО
afedorov@itmo.ru

тел.: +7 (981) 106 90 78

Андрей Анатольевич Хлопов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»

akhlopov@yandex.ru

тел.: +7 (8332) 57 43 33

Елена Сергеевна Лыбенко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»

elenalybenko@rambler.ru

тел.: +7 (833) 257 43 33

Alexander V. Fedorov, Dr Sci., Associate Professor, Deputy Director for Research, All-Russian Research Institute of Fats; Associate Professor, Faculty of Biotechnology, ITMO University
afedorov@itmo.ru

tel.: +7 (981) 106 90 78

Andrey A. Khlopov, PhD (Agriculture), Associate Professor, the Department of General Agriculture and Plant Growing, FSBEI HE «Vyatka State Technical University»

akhlopov@yandex.ru

tel.: +7 (8332) 57 43 33

Elena S. Lybenko, PhD (Agriculture), Associate Professor, the Department of General Agriculture and Plant Growing, FSBEI HE «Vyatka State Technical University»

elenalybenko@rambler.ru

tel.: +7 (833) 257 43 33

Поступила в редакцию 16.10.2023; поступила после рецензирования 14.11.2023; принята к публикации 15.11.2023

Received 16.10.2023; Revised 14.11.2023; Accepted 15.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

**Исследование показателей качества виноградных выжимок
белых и красных сортов винограда как пектиносодержащего сырья,
используемого при конструировании безалкогольных напитков
функционального назначения**

Зурет Н. Хатко*, Джулета М. Бегеретова, Татьяна А. Белявцева

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

Аннотация. Благодаря уникальному строению, химическому составу, физическим и механическим свойствам виноград является одним из наиболее ценных видов растительного сырья, при переработке которого образуются побочные продукты: виноградные выжимки, виноградные косточки, виноградные грозди, дрожжевые осадки. Количество виноградных выжимок составляет около 20-25% от общей массы, при их неиспользовании это приводит к увеличению себестоимости продукции. Традиционно виноградные выжимки использовались в качестве удобрения или корма для животных, кроме этого исследовали в основном содержание только полифенолов. Виноградные выжимки представляют собой сложную природную композицию различных компонентов: кожицы, гребней, виноградных косточек (семян). Выжимки красного вина – это побочный продукт ферментации, тогда как выжимки белого и розового вина удаляются перед алкогольным брожением, и сбраживаемые сахара остаются в выжимках. Они содержат органические кислоты, витамины, микроэлементы, виноградное масло, выделяемое из семян. Ожидается, что отрасль будет функционировать как естественная экосистема, а отходы одной отрасли станут сырьем для другой отрасли. В целях рационального использования природного сырья основной акцент делается на разработку и внедрение новых конкурентоспособных высокотехнологичных безопасных технологий, а также поиске новых источников получения биологически активных веществ из отходов пищевых предприятий. *Цель работы* – исследование показателей качества виноградных выжимок полученные по белому и красному способам переработки винограда, как сырья для производства безалкогольных напитков функционального назначения. Установлено, что виноградные выжимки представлены в основном кожицей (84,8-87,%). Основными кислотами виноградных выжимок являются винная («Первенец Магарача, «Каберне-Совиньон») и яблочная. Основным катионом является калий («Ркацител»). Богатый химический состав дает огромный потенциал для использования вторичных продуктов переработки винограда для производства безалкогольных напитков функционального назначения.

Ключевые слова: виноградные выжимки, белые и красные сорта винограда, биологические активные вещества, состав выжимок, показатели качества, органические кислоты, катионы металлов

Для цитирования: Хатко З.Н., Бегеретова Д.М., Белявцева Т.А. Исследование показателей качества виноградных выжимок белых и красных сортов винограда как пектиносодержащего сырья, используемого при конструировании безалкогольных напитков функционального назначения. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19(4): 176-182. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-176-182>

**Investigation of quality indicators of grape pomace
of white and red grape varieties as pectin-containing raw materials used
in the design of functional soft drinks**

Zuret N. Khatko*, Juleta M. Begeretova, Tatyana A. Belyavtseva

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

Abstract. Due to its unique structure, chemical composition, physical and mechanical properties, grapes are one of the most valuable types of plant raw materials, the processing of which produces by-products: grape pomace, grape seeds, grape bunches, yeast sediments. The amount of grape pomace is about 20-25% of the total mass; if not used, this leads to an increase in production costs. Traditionally, grape pomace has been used as fertilizer or animal feed, but only the polyphenol content has been studied. Grape pomace is a complex natural composition of various components: skins, stems, grape seeds (seeds). Red wine marc is a by-product of fermentation, while white and rosé wine marc is removed before alcoholic fermentation, leaving the fermentable sugars in the marc. They contain organic acids, vitamins, microelements, and grape oil extracted from the seeds. The industry is expected to function as a natural ecosystem, with waste from one industry becoming the raw material for another. In order to rationally use natural raw materials, the main emphasis is on the development and implementation of new competitive high-tech safe technologies, as well as the search for new sources of biologically active substances from waste from food enterprises. *The purpose of the research* is to study the quality indicators of grape marc obtained using the white and red methods of processing grapes as raw materials for the production of functional soft drinks. It has been established that grape pomace is represented mainly by skins (84.8-87%). The main acids in grape pomace are tartaric («Firstborn of Magarach», «Cabernet Sauvignon») and malic. The main cation is potassium («Rkatsiteli»). The rich chemical composition provides enormous potential for the use of secondary grape processing products for the production of functional soft drinks.

Keywords: grape pomace, white and red grape varieties, biological active substances, composition of pomace, quality indicators, organic acids, metal cations

For citation: Khatko Z.N., Begeretova D.M., Belyavtseva T.A. Investigation of quality indicators of grape pomace of white and red grape varieties as pectin-containing raw materials used in the design of functional soft drinks. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 176-182. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-176-182>.

Введение. Безалкогольные напитки функционального назначения способствуют повышению антиоксидантной и противовоспалительной активности, иммуностимулирующей активности, противовирусными и противовоспалительными свойствами, увеличению защитных свойств организма, оказывает общеукрепляющее действие, также способствует продолжительному хранению напитка.

Создание таких напитков целесообразно из основного и вторичного растительного сырья, что делает их более доступными и натуральными в сравнении с содержащими синтетические компоненты. Напитки, обогащенные различными элементами, включая витамины, минералы, антиоксиданты и прочими биологически активные компоненты, способны оказывать благоприятное воздействие на организм, содействовать укреплению общего здоровья.

Источником биологически активных веществ являются виноградные выжимки, которые являются ценным сырьём при получении виноградного масла, источником белка для животных, производства ферментов, источником токоферола и др. [8].

Цель работы – исследование показателей качества виноградных выжимок полученные по белому и красному способам переработки винограда, как сырья для безалкогольных напитков функционального назначения.

Объекты и методы исследования

В исследовании использовали виноградные выжимки, полученные при переработке винограда с отделением гребней урожай 2021-2022:

– сладкие выжимки белых технических сортов винограда (Шардоне, Ркацители, Подарок Магарача, Первенец Магарача), полученные после отделения сусла;

– сброженные выжимки красных технических сортов винограда (Каберне-Совиньон, Мерло, Молдова).

Перед началом физико-химического анализа образцы виноградных выжимок были высушены. Механический состав высушенного сырья определялся путем взвешивания каждого компонента в отдельности.

Основные компоненты показателей качества винограда и виноградных выжимок определены по стандартным методикам.

Сахаро-кислотный индекс рассчитан по результатам анализа содержания сахаров и кислотности.

Значения pH образцов винограда и выжимок измерены с использованием автоматического титратора Mettler-Toledo (Грайфензее, Швейцария).

Для определения органических кислот и катионов получали водный экстракт из выжимок винограда при следующих условиях: гидромодуль

(выжимки: вода) – 1:2, температура – 30 °С, продолжительность экстрагирования – 45 мин.

Для разделения органических кислот использован метод капиллярного зонного электрофореза с отрицательной полярностью напряжения.

Массовую концентрацию органических кислот и катионов калия, натрия, магния и кальция в экстракте определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капеллы105» («Люмэкс», Россия) по методике, разработанной ООО «Люмэкс-Маркетинг». Этот прибор имеет жидкостную систему охлаждения капилляра, работая в области 190-400 нм со спектрофотометрическим детектором, на основе дейтериевой лампы и монохроматора с дифракционной решеткой [2].

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследовали состав виноградных выжимок.

Количество виноградных выжимок зависит от терруара, сорта винограда, степени зрелости винограда и типа пресса, используемого в производственном процессе [8]. Химический состав заметно различается для каждого сорта винограда, наибольшие различия наблюдаются между красным и белым виноградом.

Исследуемые выжимки состоят из виноградной кожицы, семян, остатков гребней. Влажность виноградных выжимок варьируется от 50% до 72% в зависимости от сорта и степени зрелости винограда [11]. Состав виноградных выжимок представлен в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что виноградные выжимки представлены в основном кожицей (84,8-87,0%). Выход сусла практически одинаков для белых сортов 74,6-76,3%, красных – 72,4-75,6%.

На втором этапе определяли биохимический состав винограда (сусла) за 2021-2022 гг. представлен в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что в ягодах изученных сортов винограда растворимых сухих веществ содержится от 20,6 до 24,2%, наибольшее – у сортов «Шардоне» (23,2%) и «Каберне-Совиньон» (24,2%). В качестве основного показателя вкусовых качеств определялся сахаро-кислотный индекс. Содержание сахаров, в основном глюкоза и фруктоза, практически одинаково, несколько преобладает фруктоза.

Содержание титруемых кислот во всех сортах находилось в пределах нормы и не превышало 10,0 г/дм³, pH колебалась от 3,4 до 3,48.

Таблица 1

Механический состав высушенных виноградных выжимок

Mechanical composition of dried grape pomace				Table
Сорт	Доля,%			Влажность,%
	Кожица	Косточки	Гребни	
Урожай винограда 2021 года				
выжимки белые сладкие	86,6	11,84	1,56	5,6
красные сброженные выжимки	85,6	12,8	1,6	4,4
Урожай винограда 2022 года				
выжимки белые сладкие	87,0	11,62	1,38	6,2
красные сброженные выжимки	84,8	13,94	1,26	4,7

Таблица 2

Биохимические показатели ягод изучаемых сортов винограда (в среднем за 2021-2022 гг.).

Biochemical parameters of berries of the studied grape varieties (average for 2021-2022)					
Сорт	PCB, %	Сахара, %	ТК, г/дм ³	pH	СКИ
Ркацители	21,8	21,2	6,5	3,4	25,1
Шардоне	23,2	22,8	6,8	3,48	25,8
Подарок Магарача	21,0	20,2	6,4	3,42	24,3
Первенец Магарача	21,6	21,0	6,9	3,34	23,4
Каберне-Совиньон	24,2	24,0	7,4	3,36	24,3
Мерло	23,2	22,8	7,2	3,44	24,3
Молдова	20,6	19,8	6,8	3,46	22,4

Примечание: PCB – растворимые сухие вещества; ТК – титруемая кислотность; pH – активная кислотность; СКИ – сахарокислотный индекс

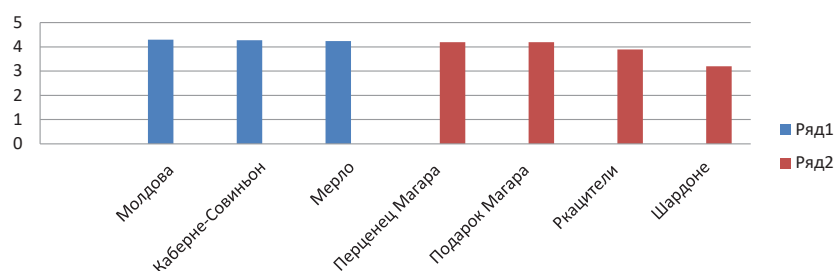


Рис. 1. pH виноградных выжимок(2021-2022 гг.)

Fig. 1. PH of grape pomace (2021-2022)

Сахаро-кислотный индекс значительно варьировался в пределах от 22,0 до 25,8, что согласуется с литературными данными – 22-30 [3, 6].

Далее определяли pH виноградных выжимок (рисунок 1).

Значения pH виноградных выжимок изменяется от 3,87 до 4,27, что согласуется с литературными данными [3]. Эти небольшие различия могут быть связаны со стадией созревания или даже с различиями в окружающей среде (климат, солнечный свет, почва, условия выращивания, наличие воды и т.д.). Значение

pH важно изучать для различных применений. Количество экстрагируемых соединений существенно изменяется в зависимости от pH среды, что облегчает экстракцию и позволяет лучше понять химический состав виноградных выжимок [7].

На третьем этапе определяли содержание органических кислот, большая часть которых переходит из кожицы в сок при переработке винограда, но некоторое количество остается в глубоких слоях клеток кожицы [1], в виноградных выжимках (рисунок 2 и 3).

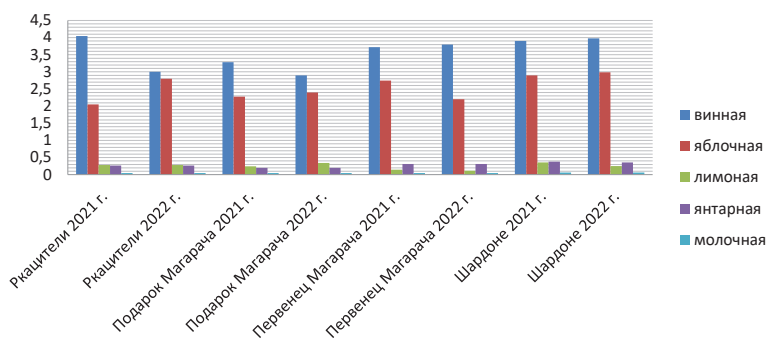


Рис. 2. Содержание массовой концентрации органических кислот в виноградных выжимках из белых сортов (2021-2022 г.)

Fig. 2. Content of mass concentration of organic acids in grape pomace from white varieties (2021-2022)

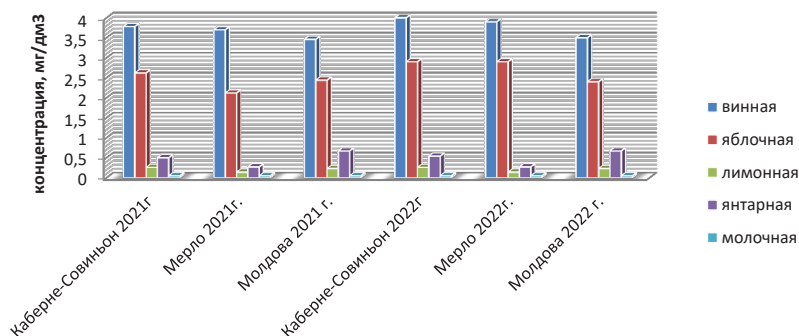


Рис. 3. Содержание массовой концентрации органических кислот в виноградных выжимках из красных сортов (2021-2022 г.)

Fig. 3. Content of mass concentration of organic acids in grape pomace from red varieties (2021-2022)

Таблица 3

Массовая концентрация катионов в виноградных выжимках (2021-2022 гг.)

Table 3

Mass concentration of cations in grape pomace (2021-2022)

№	Сорт винограда	Тип выжимок	Массовая концентрация катионов, г/кг				
			K	Na	Mg	Ca	Сумма
2021 год							
1.	Ркацители	сладкие	11,50	3,80	0,65	0,84	16,79
2.	Подарок Магарача	сладкие	9,50	0,41	0,45	0,78	11,14
3.	Первенец Магарача	сладкие	7,2	0,72	0,35	0,5	8,77
4.	Каберне Совиньон	сброженные	8,95	2,2	0,22	0,84	12,21
5.	Мерло	сброженные	7,8	2,0	0,25	0,65	10,7
6.	Молдова	сброженные	8,5	2,0	0,15	0,78	11,43
2022 год							
7.	Шардоне	сладкие	8,65	0,92	0,33	0,30	10,2
8.	Первенец Магарача	сладкие	7,45	1,32	0,28	0,32	9,37
9.	Подарок Магарача	сладкие	9,35	0,52	0,32	0,15	10,34
10.	Ркацители	сладкие	11,2	1,32	0,22	0,36	13,1
11.	Каберне-Совиньон	сброженные	9,2	1,35	0,18	0,74	11,47
12.	Мерло	сброженные	8,5	2,2	0,23	0,8	11,73
13.	Молдова	сброженные	7,3	1,23	0,24	0,32	9,09

В исследуемых образцах наибольшей суммарной концентрацией органических кислот отличались выжимки из винограда сорта «Первенец Магарача» $6,9 \pm 1,5$ г/дм³ (рисунок 2) и из красных сортов винограда «Каберне-Совиньон» $7,21 \pm 1,5$ (рисунок 3). У красных сортов содержание яблочной кислоты в кожце ниже. Соотношение между винной и яблочной кислотами зависит от степени зрелости ягод. В недозрелых ягодах яблочной кислоты больше, чем винной, а в спелых ягодах соотношение обратное [3]. К числу ценных компонентов виноградной выжимки относится янтарная кислота, которая как и ее соли, обладает антиоксидантным действием [8]. Основными кислотами (более 90% от общего количества кислот) в виноградных выжимках, ягодах винограда и виноградных косточках являются винная и яблочная кислоты. При переработке винограда большая часть органических кислот остается в виноградном сусле [1, 4, 5].

Поэтому исследованные выжимки из красных и белых сортов винограда можно считать экологически безопасным сырьем и рекомендовать их для производства продуктов функционального назначения.

На четвертом этапе определяли содержание катионов металлов в выжимках (таблица 3).

Данные таблицы 3 показывают, что в выжимках содержатся следующие минеральные вещества: калий, кальций, натрий, магний. Их суммарные концентрации составляют – от 8,77 до 16,79

(2021 г.), от 9,09 до 13,1 (2022 г.). Основным катионом является калий. Наибольшее количество катионов кальция и калия выявлено в выжимке из винограда сорта Ркацители (2021-2022 г.).

Выводы:

Изучен механический состав виноградных выжимок. Установлено, что виноградные выжимки представлены в основном кожей (84,8-87,%).

Исследовано содержание органических кислот в экстракте из виноградных выжимок. Определены массовые концентрации винной, яблочной, янтарной и молочной кислот. Выявлено, что основными кислотами виноградных выжимок являются винная и яблочная. Наибольшее количество винной кислоты выявлено в выжимках из винограда сортов «Первенец Магарача и «Каберне-Совиньон».

Исследовано содержание катионов металлов в экстракте из виноградных выжимок. Установлено, что основным катионом является калий. Наибольшее количество выявлено в выжимке винограда из сорта «Ркацители».

Богатый химический состав дает огромный потенциал для использования вторичных продуктов винограда. Виноградные выжимки являются источником получения ценных пищевых компонентов. Использование виноградных выжимок из этих сортов винограда как основы для производства новых пищевых продуктов с повышенной биологической активностью является целесообразным и

перспективным. Перспективным направлением является использование виноградных выжимок в качестве источника пектиновых веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бегеретова Д.М., Хатко З.Н. Исследование показателей качества винограда и виноградных выжимок методом капиллярного электрофореза. Материалы Всероссийской научно-практической конференции аспирантов, докторантов и молодых ученых. Майкоп: МГТУ; 2022: 10-13.
2. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб.: Веда; 2008.
3. Зармаев А.А. Виноградарство с основами технологии первичной переработки винограда. М.: Юрайт; 2021.
4. Хатко З.Н., Цикуниб С.М., Бегеретова Д.М. Технологическая оценка винограда и продуктов его переработки как источников биологически активных веществ. НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ ДЛЯ АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы VI Международной научно-практической онлайн-конференции (25 нояб. 2020 г.). Майкоп: Магарин О.Г.; 2020: 564-567.
5. Хатко З.Н., Бегеретова Д.М., Цикуниб С.М. и др. Исследование показателей качества винограда и виноградных выжимок (урожай 2021 г.) как источника биологически активных веществ. XXXIX Неделя науки МГТУ материалы научно-практической конференции. Майкоп: МГТУ; 2021: 181-184.
6. Скурихина И.Н., Тутельяна. Химический состав российских продуктов питания: справочник. М.: ДеЛипринт; 2002.
7. Чурсина А.О., Ткаченко М.Г., Таран В.А. и др. Оценка отходов виноделия как вторичного сырья для производства пищевых продуктов с повышенной биологической активностью. Виноградарство и виноделие. 2014; 8: 33-36.
8. Carolina Beres, Gislaine N.S. Costa, Ignacio Cabezudo et al. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review, Waste Management. 2017; 68: 581-594.
9. Fontana A.R., Antonioli A., Bottini R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2013; 61: 8987-9003.
10. Ferrari V., Taffarel S.R., Espinosa-Fuentes E. et al. Chemical evaluation of by-products of the grape industry as potential agricultural fertilizers. J. Clean. Prod. 2019; 208: 297-306.
11. Zhao X., Zhu H., Zhang G. et al. Effect of superfine grinding on the physicochemical properties and antioxidant activity of red grape pomace powders. Powder Technology. 2015; 286: 838-844.
12. Mariana Spinei, Mircea Oroian, Structural, functional and physicochemical properties of pectin from grape pomace as affected by different extraction techniques. International Journal of Biological Macromolecules. 2023; 224: 739-753.

REFERENCES:

1. Begeretova D.M., Khatko Z.N. Study of quality indicators of grapes and grape marc using capillary electrophoresis. Materials of the All-Russian scientific and practical conference of graduate students, doctoral students and young scientists. Maikop: MSTU; 2022: 10-13.
2. Komarova N.V., Kamentsev Ya.S. Practical guide to the use of «Kapel» capillary electrophoresis systems. St. Petersburg: Veda; 2008.
3. Zarmaev A.A. Viticulture with the basics of technology for primary grape processing. M.: Yurayt; 2021.
4. Khatko Z.N., Tsikunib S.M., Begeretova D.M. Technological assessment of grapes and their processed products as sources of biologically active substances. SCIENCE, EDUCATION AND INNOVATIONS FOR THE AGRICULTURAL INDUSTRY: state, problems and prospects: materials of the VI International Scientific and Practical Online Conference (November 25, 2020). Maikop: Magarin O.G.; 2020: 564-567.
5. Khatko Z.N., Begeretova D.M., Tsikunib S.M. et al. Study of quality indicators of grapes and grape marc (harvest 2021) as a source of biologically active substances. XXXIX Science Week of MSTU: materials of the scientific and practical conference. Maikop: MSTU; 2021: 181-184.
6. Skurikhina I.N., Tutelyana. Chemical composition of Russian food products: a reference book. M.: DeLiprint; 2002.
7. Chursina A.O., Tkachenko M.G., Taran V.A. et al. Assessment of winemaking waste as a secondary raw material for the production of food products with increased biological activity. Viticulture and winemaking. 2014; 8: 33-36.
8. Carolina Beres, Gislaine N.S. Costa, Ignacio Cabezudo et al. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review, Waste Management. 2017; 68: 581-594.

9. Fontana A.R., Antoniolli A., Bottini R. Grape pomace as a sustainable source of bioactive compounds: Extraction, characterization, and biotechnological applications of phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013; 61: 8987-9003.
10. Ferrari V., Taffarel S.R., Espinosa-Fuentes E. et al. Chemical evaluation of by-products of the grape industry as potential agricultural fertilizers. *J.Clean. Prod.* 2019; 208: 297-306.
11. Zhao X., Zhu H., Zhang G. et al. Effect of superfine grinding on the physicochemical properties and antioxidant activity of red grape pomace powders. *Powder Technology*. 2015; 286:838-844.
12. Mariana Spinei, MirceaOroian, Structural, functional and physicochemical properties of pectin from grape pomace as affected by different extraction techniques. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023; 224: 739-753.

Информация об авторах / Information about the authors

Зурет Нурбиевна Хатко, 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

Джулета Магомедовна Бегеретова, аспирант 4 года обучения, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

dzhuliya_bg@mail.ru

Татьяна Анатольевна Белявцева, старший преподаватель кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

belyavceva.tanya@yandex.ru

Zuret N. Khatko, Dr Sci. (Engineering), 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

Juleta M. Begeretova, 4th year post graduate student, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

dzhuliya_bg@mail.ru

Tatyana A. Belyavtseva, Senior lecturer, the Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

belyavceva.tanya@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.10.2023; поступила после рецензирования 28.11.2023; принята к публикации 29.11.2023

Received 17.10.2023; Revised 28.11.2023; Accepted 29.11.2023

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-183-189>

УДК 635.656: [613.292:612.39:532.1]

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Исследование влияния высокого гидростатического давления на функциональные свойства изолята горохового белка

Ольга В. Чугунова¹, Павел С. Бикбулатов^{1*},
Александр С. Соколов², Наталия В. Заворохина¹

¹ ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»;
ул. 8 Марта, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Институт физики металлов имени М.Н. Михеева»
Уральского отделения Российской академии наук;
ул. Софьи Ковалевской, 18, г. Екатеринбург, 620108, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты влияния высокого гидростатического давления (ННР) на некоторые функциональные свойства изолята горохового белка. ННР сочетали с различными pH-режимами для исследования совокупного влияния условий обработки пищевых продуктов на основе ННР на функциональные свойства изолята горохового белка. Растворы изолята горохового белка, приготовленные при различных условиях pH (5,0, 6,0 и 7,0), подвергали обработке ННР при 200, 400 и 600 мПа при 18°C в течение 5 мин. Определяли водоудерживающую способность (ВУС), растворимость и эмульгирующие свойства образцов горохового изолята. Установлено, что обработка ННР повышает ВУС изолятов горохового белка, в 1,5 раза. Наибольшее увеличение наблюдается у образцов, обработанных давлением 400 мПа, при pH=7. Увеличение растворимости, установлено при увеличении pH с 6 до 7 при использовании давления 400 и 600 мПа, однако у образца соевого изолята при pH 7 и давлении 200 мПа, наоборот зафиксировано снижение растворимости. Показано, что влияние ННР на эмульгирующие свойства горохового белка зависит от условий обработки. В некоторых случаях, ННР может улучшить эмульгирующие свойства, обеспечивая более стабильные эмульсии. Однако повышения воздействия высоким давлением до 600 мПа ведет к снижению эмульгирующей стабильности. Оптимальными параметрами применения ННР для белков горохового изолята является pH в диапазоне 6-7, и давление 400 мПа.

Ключевые слова: изолят горохового белка, гидростатическое давление, растворимость, эмульгирующие свойства белка

Для цитирования: Чугунова О.В., Бикбулатов П.С., Соколов А.С. и др. Исследование влияния высокого гидростатического давления на функциональные свойства изолята горохового белка. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 183-189. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-183-189>

Investigation of the effect of high hydrostatic pressure on functional properties of pea protein isolate

Olga V. Chugunova¹, Pavel S. Bikbulatov^{1*},
Alexandr S. Sokolov², Natalia V. Zavorokhina¹

¹ FSBEI HE «Ural State University of Economics»;
62/45, 8 Marta Str., Ekaterinburg, 620144, the Russian Federation

² FSBEI HE «M.N. Mikheev Institute of Metal Physics», Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;
18 Sofya Kovalevskaya Str., Ekaterinburg, 620108, the Russian Federation

Abstract. The article presents the results of the influence of high hydrostatic pressure (HHP) on some functional properties of pea protein isolate. HHP was combined with different pH conditions to investigate the cumulative effect of HHP-based food processing conditions on the functional properties of pea protein isolate. Pea protein isolate solutions prepared at different pH conditions (5.0, 6.0, and 7.0) were subjected to HHP treatment at 200, 400, and 600 mPa at 18 °C for 5 min. The water resisting capacity (WRC), solubility and emulsifying properties of pea isolate samples were determined. It was found that treatment with NPP increased the VUS of pea protein isolates by 1.5 times. The greatest increase was observed in samples treated with a pressure of 400 mPa, at pH=7. An increase in solubility was found with an increase in pH from 6 to 7 when using a pressure of 400 and 600 mPa, however, for a sample of soybean isolate at pH 7 and a pressure of 200 mPa, on the contrary, a decrease in solubility was recorded. It has been shown that the effect of NPP on the emulsifying properties of pea protein depends on the processing conditions. In some cases, HPP can improve emulsifying properties, providing more stable emulsions. However, increasing exposure to high pressure up to 600 mPa leads to a decrease in emulsifying stability. The optimal parameters for using NPP for pea isolate proteins are a pH in the range of 6-7, and a pressure of 400 mPa.

Keywords: pea protein isolate, hydrostatic pressure, solubility, emulsifying properties of protein

For citation: Chugunova O.V., Bikkulatov P.S., Sokolov A.S. et al. Study of the influence of high hydrostatic pressure on the functional properties of pea protein isolate. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 183-189. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-183-189>

В последние несколько лет наблюдается увеличенное внимание к инновационным технологиям, способствующим наращиванию функциональных характеристик пищевых ингредиентов в целях улучшения качества их питательных и органолептических свойств. Одним из важных направлений в разработке новых продуктов и замене традиционных источников белка является использование растительных белков [1, с. 12]. Среди таких растительных источников выделяется соя, пользующаяся огромным спросом в мировом масштабе благодаря содержанию в ней белка и масла (примерно 35%). Исследования соевых белков активно ведутся, и они нашли применение в производстве пищевых продуктов, благодаря своим уникальным питательным и функциональным характеристикам.

Помимо сои, горох становится все более востребованным как альтернативный источник белка, благодаря своей способности произрастать по всему миру. В горохе содержится около 25% белка, и этот компонент находит разнообразное применение в пищевой промышленности. Он используется для эмульгирования, желирования и улучшения текстуры продуктов, что придает гороховому белку все большую популярность [1, с. 13, 2, с. 16].

Отсутствие информации о функционально-технологических свойствах гороховых белков ограничивают их широкое использование в пищевых продуктах. Следует отметить, что высокое давление (HPP), воздействуя на структуру, строение и физико-химические характеристики белков, представляет собой перспективный метод модификации этих свойств [4]. Такие процессы как разрушение молекулярных полостей в структуре белковой цепи, гидратация и укорачивание водородных связей, являются существенными последствиями высокого давления [5,6]. Эти

эффекты способствуют взаимодействиям между молекулами, приводящим к дестабилизации третичной структуры белка и его последующему разворачиванию [7, с. 182]. После снятия давления структура белков часто отличается от их первоначальных форм, что ведет к изменениям в свойствах, таких как вспенивание, эмульгирование или образование геля [8, с. 98].

С увеличением требований пищевой промышленности к белковому сырью и новым видам пищевых продуктов, исследование белковых систем с целью их изменения для достижения желаемых характеристик становится весьма актуальным.

Цель работы. Оценить влияние различных параметров HPP, на структурные и технологические характеристики белка, такие как, растворимость, ВУС и эмульгирующие свойства.

Растворимость белков оказывает существенное влияние на их функционально-технологические свойства. Растворимость белков определяет, насколько легко они могут растворяться в воде или других растворителях, и это свойство может сильно влиять на их способность формировать гели, эмульсии и стабилизировать дисперсные системы [3, с. 15, 5, с. 206].

Например, белки, хорошо растворимые в воде, могут образовывать стабильные гели, что делает их полезными в пищевой промышленности для создания текстурированных продуктов. Они также могут использоваться для стабилизации эмульсий, таких как «Масло в воде» или «Вода в масле», что важно для производства ряда продуктов.

Исследование функциональных характеристик белков является важной научной областью в создании новых видов пищи, путем разработки рецептур для многокомпонентных пищевых

систем и определения оптимальных методов и условий их превращения в готовые продукты.

Следовательно, понимание растворимости белков и их функциональных свойств является ключевым аспектом в разработке продуктов и технологий в пищевой и фармацевтической промышленности.

Объекты и методы исследования

В Свердловской области горох посевной и полевой являются преобладающей культурой среди зернобобовых культур, в то время как вика яровая и люпин занимают небольшие участки [9, с. 54]. Горох характеризуется быстрым сроком созревания, высоким содержанием белка в зерне и зеленой массе [10, с. 88].

В качестве объектов исследования в работе использовали: Контроль – изоляты горохового белка полученные в соответствии с технологией, представленной в работе [11, с. 28]. Белковые препараты диспергировали в дистиллированной воде с концентрацией 1% (по массе) и интенсивно перемешивались в течение 4 часов при комнатной температуре для обеспечения гидратации. Для регулирования pH значения, использовали 0,1 моль/л лимонную кислоту или 0,01 моль/л NaOH, достигая значений pH в диапазоне 6, 7 или 8. Процесс перемешивания при этом продолжался в течение 40 минут, также при комнатной температуре. Полученные дисперсии объемом примерно 40 мл помещали в бутылки из полиэтилена высокой плотности с широким горлышком, для последующей обработки методом HPP.

Опытные образцы – образцы горохового изолята подвергнутые обработке при различных уровнях давления: 200, 400 и 600 МПа, в течение разных временных интервалов: 5, при стандартной температуре ($18 \pm 3^\circ\text{C}$). Эти эксперименты проводились с использованием гидростатического пресса (Пищевой гидростат, модель 600MPa/30L, предоставленный ООО «РАН Техноложикс Групп»). Данное оборудование HPR (High Pressure Reactor) обладает сосудом высокого давления с внутренним диаметром 200 мм и длиной 2000 мм, способным выдерживать максимальное рабочее давление до 600 МПа. Кроме того, оно подключено к холодильной установке, позволяющей регулировать температуру охлаждающей жидкости, используемой для создания высокого давления в системе.

Для сравнения растворимости исследуемых белковых препаратов использовали:

- образцы сравнения;
- изолят соевого белка (ШАНЬСУН-90 – немодифицированный изолят соевого белка с содержанием белка в сухом веществе не менее 90%, производитель Linyi Shansong Biological Products Co., Ltd., Китай).

Электрофорез в полиакриламидном геле додецилсульфата натрия (SDS-PAGE) – это метод разделения молекул, основанный на разнице их молекулярной массы. При pH, при котором проводят гель-электрофорез, молекулы SDS заряжены отрицательно и связываются с белками в заданном соотношении, примерно по одной молекуле SDS на каждые 2 аминокислоты. Электрофорез проводили в соответствии с ранее описанными методами с использованием 10-15% SDS [5, с. 205, 17, с. 42]. Были приготовлены 10%-ные (по массе) дисперсии образцов с использованием 0,1 М натрийфосфатного буфера, pH 6,8. Затем образцы центрифугировали в течение 10 мин и наносили по 1 мкл супернатанта на каждую полосу. Выделение и проявку геля проводили в установке для электрофореза Phastsystem в соответствии с инструкциями производителя (GE Health Sciences, Монреаль, Южная Каролина, Канада).

Концентрацию растворимого белка определяли в супернатанте по методу [12, с. 252]. В общей сложности 250 мкл реактива Брэдфорда добавляли к аликвоте из 50 мкл белкового раствора (супернатанта), перемешивали в течение 30 с и затем выдерживали в течение 20 мин при комнатной температуре. Поглощение измеряли при 595 нм с помощью спектрофотометра (Спектрофотометр УФ-1200 ЭКОВЬЮ), а концентрацию белка определяли с помощью калибровочной кривой с использованием стандартов BSA (бычий сывороточный альбумин). Растворимость белка рассчитывали, как отношение в надосадочной жидкости к белку в исходном образце в процентах.

Для оценки эмульгирующих свойств были проведены эксперименты как с дисперсиями цельного изолята белка, так и с растворимыми белковыми фракциями, полученными после центрифугирования при 6000 оборотах в минуту в течение 20 минут при 4°C . Эмульсии типа «Масло в воде» были подготовлены путем смешивания 3 мл белкового раствора с концентрацией 8 мг/мл (независимо от центрифугирования) с 1 мл подсолнечного масла. Затем производилась гомогенизация при использовании гомогенизатора HT Machinery (Япония-Тайвань) при скорости вращения 10 000 оборотов в минуту в течение 30 секунд.

Индекс эмульгирующей активности (ЭА) и стабильность эмульсии (ЭС) были определены в соответствии с методикой, описанной в [14]. «Эмульгирование проводят на лабораторном гомогенизаторе при постоянной частоте вращения 3000 об/мин и постоянной скорости добавления масла – 5 мл/мин (примерно 1 капля в секунду). После добавления заданного объема масла перемешивание продолжается ещё 1 мин. Затем эмульсия с помощью шприца разливается в пробирки диаметром 5 мм и высотой 100 мм, термостатируется при температуре 85°C в течение

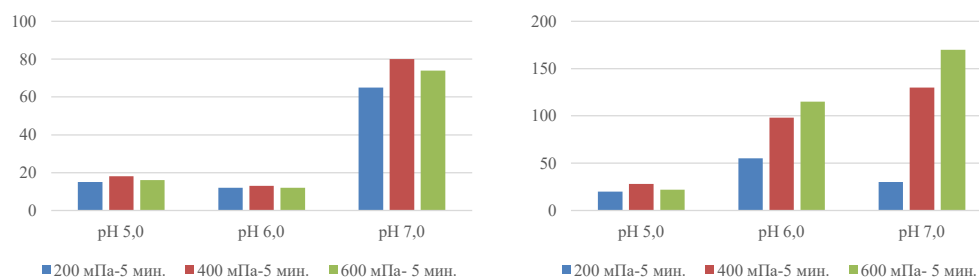


Рис. 1. Растворимость белков горохового и соевого изолята в зависимости от режимов HPP, % (w/w)

Fig. 1. Solubility of pea and soy isolate proteins depending on HPP modes, % (w/w)

20 мин. Пробирки охлаждают проточной водой в течение 15 мин. и центрифугируются при 6000 об/мин в течение 20 мин» [15, с. 35].

Аликвоту объемом 50 мкл из эмульсии извлекали немедленно после приготовления (0 минут) и через 10 минут, разбавляя ее в соотношении 1:500 (объем/объем) в 0,1% (по массе) в растворе додецилсульфата натрия (SDS). Затем измеряли поглощение на спектрофотометре (Спектрофотометр УФ-1200 ЭКОВЬЮ) при длине волны 500 нм.

Критерием стабильности эмульсии при исходном соотношении жировой и водной фаз служит среднее для пробирок отношение высоты эмульсионной слоя, отделившегося после испытания, к общей высоте слоя (в % по объему).

Результаты и их обсуждение

Исследована растворимость обработанных HPP образцов горохового изолята (200, 400 и 600 мПа) при различных значениях pH (5,0, 6,0 и 7,0) и температуре (18 °C). Образцы сравнения – изоляты соевого белка. Результаты приведены отдельно для каждого изученного значения pH (рисунок 1).

В целом растительные белки демонстрируют более низкую растворимость в диапазоне pH от 4 до 6, вблизи изоэлектрической точки, с ожидаемым повышением выше и ниже этого диапазона.

Соевый белковый изолят показал более высокую растворимость белка, чем гороховый изолят, а именно $27,8 \pm 1,2$ и $96,7 \pm 1,6$ при pH 5 и 6,

и давлении 400 мПа. Повышение растворимости белков горохового изолята, установлено при увеличении pH до 7 при использовании давления 400 и 600 мПа, однако у образца горохового изолята при pH 7 и давлении 600 мПа, регистрируется снижение растворимости, по сравнению с образцами, обработанными 200 и 400 мПа. Вероятно, относительно высокая изоэлектрическая точка основной аминокислоты – глицина [13, с. 15] способствует снижению растворимости изолятов при pH 7.

Установлено, что увеличение растворимости белка оказалось значительно выше для образцов соевых изолятов по сравнению с образцами горохового изолята. При значениях pH равных 6 и 7, высокое давление, приводило к более чем 90% растворимости соевых белков. Однако, при pH 5, увеличение растворимости было менее выраженным как для соевых, так и для гороховых белковых изолятов. Важно отметить, что при этом pH значении, увеличение давления приводило к уменьшению уровня растворимости, возможно из-за образования агрегатов белка под воздействием давления [4, с. 26, 18, с. 370]. В целом более существенное увеличение растворимости наблюдалось при pH 7, независимо от типа белкового изолята.

Далее изучена влагоудерживающая способность (ВУС) белков горохового изолята (рисунок 2).

По данным литературных источников, ВУС горохового белка варьируется от 1,18 до 2,70 г воды на г белка, без существенных различий между различными методами экстракции [8, с. 89]. Проведенные исследования показывают, что

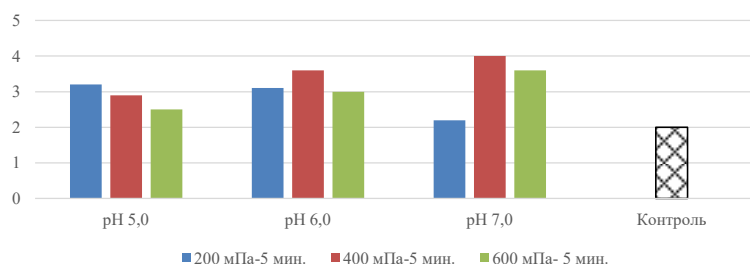


Рис. 2. ВУС белков горохового изолята в зависимости от режимов HPP, г белка/г воды)

Fig. 2. VUS of pea isolate proteins depending on HPP modes, g protein/g water)

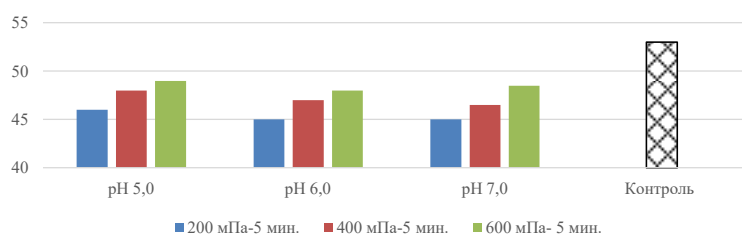


Рис. 3. Индекс эмульгирующей активности белков горохового изолята в зависимости от режимов HPP, %

Fig. 3. Index of emulsifying activity of pea proteins isolate depending on HPP modes, %

обработка HPP повышает ВУС изолятов горохового белка, в 1,3 раза. Наибольшее увеличение наблюдается у образцов, обработанных давлением 400 мПа, при pH=7.

На следующем этапе изучена эмульгирующая активность (ЭА) белков горохового изолята в зависимости от режимов HPP. Установлено, что для контрольного образца индекс ЭА составил 53 ± 2 м²/г и снижается примерно на 8-15% при использовании HPP.

Поскольку HPP может изменять растворимость белков, их конформацию и гидрофобность, это может повлиять на влияние белков на образование и стабильность эмульсий и, следовательно, на значения ЭА и ЭС. Однако воздействие HPP на эмульгирующую активность горохового изолята было незначительным и, в большинстве случаев, не имело статистически значимых различий ни по сравнению с необработанным контрольным образцом, ни по сравнению с различными условиями обработки.



Рис. 4. Эмульгирующая стабильность белков горохового изолята в зависимости от режимов HPP, %

Fig. 4. Emulsifying stability of pea proteins isolate depending on HPP modes, %

Данные рисунка 4 показывают, что наблюдается общая тенденция к увеличению ЭС при обработке HPP. Влияние HPP на эмульгирующие свойства горохового белка зависит от условий обработки. В некоторых случаях, HPP может улучшить эмульгирующие свойства, обеспечивая более стабильные эмульсии. Однако повышения воздействия высоким давлением до 600 мПа ведет к снижению эмульгирующей стабильности (ЭС).

Таким образом, общая тенденция, выявленная в предыдущих исследованиях в отношении воздействия HPP на эмульгирующие свойства растительных белков, заключалась в увеличении

ЭА при повышении давления [14, с. 1548, 19, с. 758]. Эти эффекты объяснялись в основном разворачиванием белка, вызванным HPP, и последующим выставлением наружу гидрофобных групп, что улучшало эмульгирующие свойства [16, с. 231, 20, с. 138]. Результаты собственных исследований указывают на потенциал HPP для улучшения свойств горохового белка и его применения в пищевой промышленности. Оптимальными параметрами применения HPP для белков горохового изолята является pH в диапазоне 6-7, и давление 400 мПа. Однако для полного понимания механизмов и оптимальных условий обработки требуется дальнейшее исследование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Савченко И.В., Медведев А.М., Лукомец В.М. и др. Пути увеличения производства растительного белка в России. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009; 1: 11-13.
2. Степура М.В., Лобанов В.Г. Роль функциональных свойств белков в пищевой промышленности. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2007; 5/6 (300/301): 25-27.
3. Серкл С., Смит А. Функциональные свойства промышленных пищевых белковых продуктов из сои. Белки семян зерновых и масличных культур. М.: Колос; 1983.
4. Tein B., Ereemeev V., Keres I. Effect of different plant production methods on yield and quality of pea cultivar «Madonna». Research for Rural Development. 2011; 17: 24-28.

5. Monteiro S.R., Lopes-da-Silva J.A. Critical Evaluation of the Functionality of Soy Protein Isolates Obtained from Different Raw Materials. *Eur. Food Res. Technol.* 2019; 245: 199-212.
6. Кругликов Н.А., Быструшкин А.Г., Беляев А.Ю. Влияние экстремальных физических факторов на биологические свойства семян солодки уральской. *Известия Российской академии наук. Серия физическая.* 2022; 86(2): 228-232.
7. Dongfang Chao, Stephanie Jung, Rotimi E. Aluko, Physicochemical and functional properties of high pressure-treated isolated pea protein, *Innovative Food Science & Emerging Technologies.* 2018; 45: 179-185.
8. Yanting Chen, Shang Hong, Yonghui Li. Pea protein composition, functionality, modification, and food applications: A review, Editor(s): Jianping Wu, *Advances in Food and Nutrition Research*, Academic Press. 2022; 101: 71-127.
9. Мингалева С.К. Оценка сортов гороха в разных зонах Северной лесостепи Среднего Урала. *Аграрный вестник Урала.* 2016; 11(153): 51-55.
10. Лихачева Л.И., Гималетдинова В.С., Козинова Е.Г. Результаты селекции гороха в «Уральском НИИСХ». *Пермский аграрный вестник.* 2017; 4(20): 87-91.
11. Бикбулатов П.С. Разработка технологии получения изолята горохового белка пищевого назначения. Информационные системы и технологии АПК и ПГС: материалы Международной научно-практической конференции (Курск, 6 окт. 2023 г.). Курск: КГАУ им. И.И. Иванова; 2023: 28-30.
12. Bradford M.M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Anal. Biochem.* 1976; 72: 248-254.
13. Derbyshire E., Wright D.J., Boulter D. Legumin and Vicilin, Storage Proteins of Legume Seeds. *Phytochemistry* 1976; 15: 3-24.
14. Queirós R.P., Saraiva J.A., da Silva J.A.L. Tailoring Structure and Technological Properties of Plant Proteins Using High Hydrostatic Pressure. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2018; 58: 1538-1556.
15. Бердугина А.В., Громов А.С. Методика определения эмульсионных свойств белковых препаратов. *Пищевая промышленность.* 2009; 9: 35-37.
16. Wang C., Yin H., Zhao Y. et al. Optimization of High Hydrostatic Pressure Treatments on Soybean Protein Isolate to Improve Its Functionality and Evaluation of Its Application in Yogurt. *Foods* 2021; 10: 667.
17. Горбачева Д.В. Электрофоретическое исследование белков в лабораторной практике. Гомель: РНПЦ РМиЭЧ; 2020.
18. Vogelsang-O'Dwyer M., Zannini E., Arendt E.K. Production of pulse protein ingredients and their application in plant-based milk alternatives. *Trends in Food Science & Technology.* 2021; 110: 364-374.
19. Arteaga G.V., Schott M., Muranyi I. Screening of Twelve Pea (*Pisum sativum* L.) Cultivars and Their Isolates Focusing on the Protein Characterization, Functionality, and Sensory Profiles. *Foods.* 2021; 10: 758.
20. Klost M., Drusch S. Functionalisation of pea protein by tryptic hydrolysis – Characterisation of interfacial and functional properties. *Food Hydrocolloids.* 2019; 86: 134-140.

REFERENCES:

1. Savchenko I.V., Medvedev A.M., Lukomets B.M. et al. Ways to increase the production of vegetable protein in Russia. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* 2009; 1:11-13.
2. Stepuro M.V., Lobanov V.G. The role of the functional properties of proteins in the food industry. *News of higher educational institutions. Food technology.* 2007; 5/6 (300/301): 25-27.
3. Circle S., Smith A. Functional properties of industrial food protein products from soybeans. *Proteins from grains and oilseeds.* M.: Kolos; 1983.
4. Tein B., Eremeev V., Keres I. Effect of different plant production methods on yield and quality of pea cultivar «Madonna». *Research for Rural Development.* 2011; 17:24-28.
5. Monteiro S.R., Lopes-da-Silva J.A. Critical Evaluation of the Functionality of Soy Protein Isolates Obtained from Different Raw Materials. *Eur. Food Res. Technol.* 2019; 245: 199-212.
6. Kruglikov N.A., Bystrushkin A.G., Belyaev A.Yu. The influence of extreme physical factors on the biological properties of Ural licorice seeds. *News of the Russian Academy of Sciences. Physical series.* 2022; 86(2): 228-232.
7. Dongfang Chao, Stephanie Jung, Rotimi E. Aluko, Physicochemical and functional properties of high pressure-treated isolated pea protein, *Innovative Food Science & Emerging Technologies.* 2018; 45: 179-185.
8. Yanting Chen, Shang Hong, Yonghui Li. Pea protein composition, functionality, modification, and food applications: A review, Editor(s): Jianping Wu, *Advances in Food and Nutrition Research*, Academic Press. 2022; 101: 71-127.
9. Mingaleva S.K. Assessment of pea varieties in different zones of the Northern forest-steppe of the Middle Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2016; 11(153): 51-55.
10. Likhacheva L.I., Gimaletdinova V.S., Kozionova E.G. Results of pea selection at the Ural Research Institute of Agriculture. *Perm Agrarian Bulletin.* 2017; 4(20): 87-91.

11. Bikbulatov P.S. Development of technology for producing pea protein isolate for food use. Information systems and technologies of agro-industrial complex and AGS: materials of the International scientific and practical conference (Kursk, October 6, 2023). Kursk: KSAU named after. I.I. Ivanova; 2023: 28-30.
12. Bradford M.M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. Anal. Biochem. 1976; 72: 248-254.
13. Derbyshire E., Wright D. J., Boulter D. Legumin and Vicilin, Storage Proteins of Legume Seeds. Phytochemistry 1976; 15: 3-24.
14. Queirós R.P., Saraiva J.A., da Silva J.A.L. Tailoring Structure and Technological Properties of Plant Proteins Using High Hydrostatic Pressure. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2018; 58: 1538-1556.
15. Berdutina A.V., Gromov A.S. Methodology for determining the emulsion properties of protein preparations. Food industry. 2009; 9: 35-37.
16. Wang C., Yin H., Zhao Y. et al. Optimization of High Hydrostatic Pressure Treatments on Soybean Protein Isolate to Improve Its Functionality and Evaluation of Its Application in Yogurt. Foods 2021; 10: 667.
17. Gorbacheva D.V. Electrophoretic study of proteins in laboratory practice. Gomel: Republican Scientific and Practical Center RMIEC; 2020.
18. Vogelsang-O'Dwyer M., Zannini E., Arendt E.K. Production of pulse protein ingredients and their application in plant-based milk alternatives. Trends in Food Science & Technology. 2021; 110: 364-374.
19. Arteaga G.V., Schott M., Muranyi I. Screening of Twelve Pea (*Pisum sativum* L.) Cultivars and Their Isolates Focusing on the Protein Characterization, Functionality, and Sensory Profiles. Foods. 2021; 10: 758.
20. Klost M., Drusch S. Functionalization of pea protein by tryptic hydrolysis – Characterization of interfacial and functional properties. Food Hydrocolloids. 2019; 86: 134-140.

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Викторовна Чугунова, заведующий кафедрой Технологии питания, доктор технических наук, профессор, вице-президент Ассоциации кулинаров и рестораторов Свердловской области, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
chugun.ova@yandex.ru

Павел Станиславович Бикбулатов, аспирант кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
bikbulatovpavel@mail.ru

Александр Леонидович Соколов, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Институт физики металлов имени М.Н. Михеева» Уральского отделения Российской академии наук
tp@usue.ru

Наталия Валерьевна Заворохина, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
tp@usue.ru

Olga V. Chugunova, Dr Sci. (Engineering), Head of the Department of Nutrition Technology, Professor, Vice-President of the Association of Culinary Artists and Restaurateurs of the Sverdlovsk Region, FSBEI HE «Ural State Economic University»
chugun.ova@yandex.ru

Pavel S. Bikbulatov, Post graduate student, the Department of Nutrition Technology, FSBEI HE «Ural State Economic University»
bikbulatovpavel@mail.ru

Alexander L. Sokolov, Leading researcher, FSBEI HE «Institute of Metal Physics named after M.N. Mikheev», Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
tp@usue.ru

Natalia V. Zavorokhina, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE «Ural State Economic University»
tp@usue.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 Contributions of Co-authors

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

Поступила в редакцию 12.10.2023; поступила после рецензирования 23.11.2023; принята к публикации 24.11.2023

Received 12.10.2023; Revised 23.11.2023; Accepted 24.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Результаты реализации селекционной программы по груше в условиях Адыгеи

Ирина А. Бандурко, Зара Ш. Дагужиева*

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

Аннотация. В статье описаны результаты работы по созданию слаборослых сортов груши с красной покровной окраской плода, адаптированных к условиям предгорной зоны Северо-Западного Кавказа (Республика Адыгея). Многолетняя работа по сортоизучению и селекции груши проводилась сотрудниками Майкопской опытной станции – филиала ВИР. Селекционной задачей было объединить в генотипе новых сортов ряд ценных признаков: небольшие размеры деревьев, раннее начало плодоношения, высокую урожайность, яркую окраску плодов, их хороший вкус и поздние сроки созревания, а также устойчивость к грибным болезням. Была проведена всесторонняя оценка исходного материала и выделены генотипы, перспективные для селекции. Для получения слаборослых гибридов использовали слаборослые сорта Обильная, Jacques Tellier (Жак Телье), Triomphe de Vienne (Триумф Виенны), Amiral Gervais (Адмирал Жерве), De l'Assomption (Успенка) и другие. Донорами красной покровной окраски плода стали сорт Max Red Bartlett (Макс Ред Бартлетт, Вильямс Красный) и его потомки. Для повышения качества плодов и позднего созревания использовали высококачественные сорта Abbé Fetel (Аббат Фетель), Douenné d'Hiver (Деканка Зимняя), Martin (Мартин) и другие. В результате простых и многоступенчатых скрещиваний был создан гибридный фонд более 100 образцов, из которого были выделены генотипы, обладающие комплексом положительных хозяйственно-ценных признаков перспективные для производства и селекции. Приведена их краткая характеристика.

Ключевые слова: груша, исходный материал, гибридизация, отбор, слаборослость, окраска плодов, качество, сорта

Для цитирования: Бандурко И.А., Дагужиева З.Ш. Результаты реализации селекционной программы по груше в условиях Адыгеи. Новые технологии / New technologies. 2023; 19 (4): 190-196. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-190-196>

The results of the implementation of the pear breeding program in the conditions of Adygea

Irina A. Bandurko, Zara Sh. Daguzhieva*

*FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomaiskaya st., Maykop, 385000, Russian Federation*

Abstract. The article describes the results of work on the creation of low-growing pear varieties with a red outer color of a fruit, adapted to the conditions of the foothill zone of the North-Western Caucasus (the Republic of Adygea). Many years of studying and selection pear variety were carried out by employees of the Maikop Experimental Station, a branch of VIR. The breeding task was to combine a number of valuable traits in the genotype of new varieties: small size of trees, early onset of fruiting, high yield, bright color of fruits, their good taste and late ripening, as well as resistance to fungal diseases. A comprehensive assessment of the source material was carried out and genotypes that were promising for breeding were identified. To obtain weak-growing hybrids, the weak-growing varieties of Obilnaya, Jacques Tellier, Triomphe de Vienne, Amiral Gervais, De l'Assomption and others were used. The variety of Max Red Bartlett (Max Red Bartlett, Williams Red) and its descendants became the donors of the red outer color of the fruit. To improve the quality of fruits and late ripening, high-quality varieties of Abbé Fetel, Doyenné d'Hiver, Martin and others were used. As a result of simple and multi-stage crossings, a hybrid fund of more than 100 samples was created, from which genotypes were isolated that had a complex of positive economically valuable traits that were promising for production and selection. Their brief characteristics are given.

Keywords: pear, source material, hybridization, selection, low growth, fruit color, quality, varieties

For citation: Bandurko I.A., Daguzhieva Z.Sh. The results of the implementation of the pear breeding program in the conditions of Adygea. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (4): 190-196. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-190-196>

Введение. Майкопская опытная станция филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» (далее Майкопская ОС – филиал ВИР), находится в предгорной зоне Республики Адыгея. Здесь сохраняется обширная коллекция груши, которая включает более 1000 сортов, видов, гибридов и форм, что дало возможность активно использовать этот разнообразный материал для гибридизации. Направления гибридизации – устойчивость к грибным болезням, слаборослость и компактность кроны, яркая окраска плодов и поздние сроки их созревания. Работу по селекции и изучению коллекции груши осуществляли в соответствии с методическими указаниями [6; 7].

Основной объем межсортной гибридизации начиная с 60-х годов XX в. был осуществлен А.С. Тузом.

В качестве родительских форм было использовано более 40 сортов, преимущественно западноевропейского происхождения. Анализ гибридного фонда, проведенный по картотеке Майкопской ОС – филиала ВИР, позволил оценить эффективность использования отдельных сортов. Большое количество новых сортов (15) было получено с участием Max Red Bartlett. Высокая эффективность использования отмечена у сортов Amiral Gervais (Адмирал Жерве), Бордовая, Doyenné d'Hiver (Деканка Зимняя), Jacques Tellier (Жак Телье), Marguerite Marillat (Маргарита Марилья), Обильная, Olivier de Serres (Оливье де Серр), Reale Torino (Реале Туринская), Triomphe de Vienne (Триумф Виенны) и других [2].

Результатом реализации данной селекционной программы стало появление в коллекции МОС ВИР более 100 новых сортов груши.

Разработке селекционной программы предшествовало комплексное изучение образцов коллекции и выделение перспективных для селекции генотипов.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенная нами оценка коллекции груши [1] позволила выделить довольно большую (более 60) группу сортов, детерминантных по силе роста и таким образом расширить возможности создания новых генотипов, пригодных для возделывания по интенсивным технологиям.

В наибольшей степени свойство компактности кроны и слабого роста дерева проявилось у сортов Обильная (Bergamotte Esperen x Barillet des Champs) и Жак Телье (происхождение неизвестно), которые и стали основными исходными формами в селекции на слаборослость. Впоследствии эти сорта на основании гибридологического анализа были выделены нами в качестве доноров слаборослости [2].

Анализ гибридного потомства, проведенный нами, показал, что сорт Жак Телье также устойчиво передает потомству признаки оржавленности кожицы плодов и их позднее созревание, а также такие нежелательные свойства как мужская стерильность цветков и раннее начало цветения.

Сорт Обильная, кроме слабого роста дерева, передает потомству поздние сроки созревания плодов, их грушевидную форму и малую величину, отсутствие оржавленности кожицы, а также скороплодность и высокую продуктивность,

По-видимому, сорт Макс Ред Бартлетт также оказал влияние на получение слаборослых

сортов, поскольку, по данным С.П. Яковлева [11], является донором слаборослости.

Эффективными источниками слабого роста дерева и компактности кроны стали сорта Адмирал Жерве, Colette (Колетт), Маргарита Марилья, Martine (Мартине), Реале Туринская, Триумф Виенны, de l'Assomption (Успенка).

Указанные сорта являются источниками и других ценных признаков: скороплодность, высокая продуктивность, крупноплодность.

Как показал анализ происхождения слаборослых сортов, полученных на Майкопской ОС – филиале ВИР, большинство из них являются результатом простых скрещиваний. Это свидетельствует о возможности уже в первом поколении получить генотип с компактной слаборослой кроной. Однако многие новые слаборослые сорта имеют ряд особенностей – острый угол отхождения ветвей, излишнюю загущенность кроны, быстрое затухание ростовых процессов – и, чаще всего, могут служить лишь промежуточным звеном в селекции.

Использование выделенных и созданных на Майкопской ОС – филиале ВИР доноров и источников слаборослости может значительно повысить эффективность селекции на этот признак. Большую помощь в этом окажет установление генетических особенностей слаборослых сортов [2].

Создание груш с яркой окраской кожицы плодов, стало приоритетным направлением селекции на привлекательный внешний вид плодов, проводимой А.С. Тузом.

Плоды груши обладают большим разнообразием морфологических признаков, в том числе, окраски. Помологическое описание включает основную и покровную окраску кожицы плода. Основная окраска обычно зеленая или желтая различных оттенков.

Покровная окраска плодов встречается не у всех сортов груши; может и полностью отсутствовать. Она чаще всего красная различных оттенков и интенсивности, может быть слабой или очень сильной, в виде полос, крапин, румянца или сплошная [5].

У видов груши покровная окраска плодов встречается очень редко, тем не менее, у груши кавказской отмечен ряд форм, имеющих покровную окраску кожицы [4]. Небольшой румянец имеется и у некоторых форм груши Бретшнейдера, груши яйцевидной и груши уссурийской [2].

Красная покровная окраска придает плодам груши привлекательный вид. Она обусловлена наличием пигментов (антоцианов) в верхних слоях кожицы. У некоторых сортов этот признак контролируется моногенно, у ряда других – предположительно полигенно [9]. Среди коллекционных образцов груши Майкопской ОС – филиала

ВИР выявлены различные группы сортов с проявлением признака окраски плодов (подчеркнуты сорта-доноры):

а) с красной покровной окраской плодов, которая контролируется геном «С»: сорт Макс Ред Бартлет и его производные: Бирюзовая, Деканка Майкопская, Карминовая, Малиновая, Мальвина, Майкопский Сувенир, Незабудка, Румянка;

б) с красной покровной окраской, которая контролируется полигенно: Clapps Favorite (Любимица Клаппа), Аврора, Азад, Anne de Bretagne (Анна Бретанская), Бере Ляде, Borup (Боруп), Beaute de Flandres (Лесная Красавица), Нарт, Нарядная Ефимова, Sekl Stark (Секл Старк), Starkrimson (Старкримсон), Талгарская Красавица, Ядигар и другие;

в) с оранжево-желтой покровной окраской, которая контролируется полигенно: Annenstein (Анненштейн), Cook, Maxine, Stark Bro's New;

г) с красной мякотью плодов: Червономякушка и Verbelen,

Анализ описаний плодов 195 сортов груши, представленных в Помологии [5], показал, что 37 (18,4%) из них имеет покровную окраску сильной интенсивности. Отсутствие окраски некоторые авторы считают недостатком сорта.

Для создания сортов с яркой покровной окраской плодов селекционерами чаще всего используются сорта Любимица Клаппа и Лесная Красавица. С участием сорта Любимица Клаппа получены Бергамот Самарский, Лебедушка, Люберская, Нальчикская Костыка, Нарядная Ефимова, Россошанская Красивая, Румяная Кедрина, Татьяна, Тихий Дон, Эсмеральда; с участием сорта Лесная Красавица – Долгожданная, Кавказ, Красный Кавказ, Мраморная, Селянка, Муратовская, Талгарская Красавица и другие [5].

Очень часто для получения гибридов с полностью окрашенными ярко-красными плодами используют сорт Макс Ред Бартлет (Вильямс Красный). Он является красноплодным мутантом сорта Вильямс. Признак окраски плодов этого сорта находится под контролем доминантного гена С и наследуется по схеме 1:1 [2; 8].

С участием этого сорта в Европе и США получены многие красноплодные сорта: California, Canal Red, Cascade, Delbard Precocoe, Dellwillsap, Hartmann, Oregon Rouge Red, Red Spot, Reimer Red, Rote Kuhel, Super Comice Delbard [2; 3; 11-15].

В России с участием Макс Ред Бартлет получены сорта Бирюзовая, Кармен*, Красавица Тавриды*, Малиновая, Незабудка, Соната, Яхонтовая* (знаком * отмечены сорта, которые проходят Госсортоиспытание) [2; 3; 5].

У сорта Вильямс кроме Макс Ред выделены и другие антоциановые мутанты: Homored, Johnson, Rosired, Sensation Red [2; 3; 11-15].

Антоциановые мутанты имеются и у других коммерческих сортов: Любимица Клаппа (Старкримсон); Деканка до Комис (Red Comice, Boulmice, Crimsongem, Noblesse Doyene); Бере Гарди (Red Hardy); Бере Анжу (Red Angou, Columbia, Gebhard); Пасс Крассан (Pass Crassane Rouge) [2; 3; 11-15].

В России большинство антоциановых мутантов груши не имеют распространения, за исключением сорта Старкримсон. Однако при использовании его в гибридизации он ведет себя как исходный сорт Любимица Клаппа.

Интенсивность покровной окраски антоциановых клонов груши нестабильна и зависит многих факторов: места произрастания, уровня освещенности, возраста дерева и других [2]. В 1991 и 1992 годах в Медфорде, штат Орегон, было проведено описательное исследование цвета плодов сортов красных груш «Мах» и «Sensation» Red Bartlett, «Columbia» и «Gebhard» Red Anjou, «Rogue Red», «Rosired», «Red Clapp» и «Cascade». В ходе исследования по сравнению сортов были обнаружены различные взаимодействия между основными факторами: местом произрастания, сортом, поверхностью плода и стадиями зрелости [12].

В селекционной программе Майкопской ОС – филиала ВИР в качестве донора антоциановой окраски плодов использовали единственный тогда в коллекции сорт такого типа – Макс Ред Бартлет. Были проведены простые скрещивания этого сорта с сортами Аббат Фетель, Деканка Зимняя, Адмирал Жерве. Как показал анализ потомства, наибольшее количество сортов, объединяющих несколько приоритетных признаков, было выделено при скрещивании сортов Деканка Зимняя и Макс Ред Бартлет; так были получены красноплодные сорта Деканка Майкопская, Карминовая, Красная Шапочка, Мальвина, Рубиновая и другие. Эти сорта обладают ярко окрашенными

плодами хорошего вкуса. Их недостатком является кубаревидная или округлая форма плодов и небольшой их размер. Лучший сорт этой серии – Деканка Майкопская (табл. 1). Дальнейшие межгибридные ступенчатые скрещивания с участием этого сорта были малоэффективны.

Скрещивания сортов Аббат Фетель и Макс Ред Бартлет позволили выделить сорт Соната, обладающий крупными, ярко окрашенными плодами удлиненно-грушевидной формы, отличного вкуса. Дальнейшие межгибридные ступенчатые скрещивания с участием этого сорта не привели к желаемым результатам.

Скрещивания серии Адмирал Жерве х Макс Ред Бартлет позволили выделить из гибридного фонда новые сорта с окрашенными плодами грушевидной формы, лучшими из которых по качеству плодов оказались сорта Бордовая и Виола.

При гибридизации сортов Талгарская Красавица и Виола был получен сорт Зарница, обладающий крупными ярко-красными удлиненно-грушевидными плодами, полным отсутствием семян и стерильной пылью, который по этой причине нельзя было использовать в селекции.

Наиболее эффективным в селекции себя показал сорт Бордовая. Дальнейшие межгибридные ступенчатые скрещивания с участием этого сорта позволили получить сорта Бирюзовая [(Триумф Виенны х Оливье де Серр) х Бордовая] и Незабудка (Русалка х Бирюзовая), обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Следует иметь в виду, что сорт Макс Ред Бартлет является нестабильным мутантом [8]. Это явление внешне проявляется в появлении неокрашенных или частично окрашенных плодов на отдельных ветках, что снижает селекционную ценность сорта. Использование в селекции новых красноплодных сортов, полученных с участием Макс Ред Бартлет, более перспективно,

Таблица 1

Исходные формы и комбинации скрещивания при создании красноплодных сортов груши на Майкопской ОС – филиала ВИР

Table 1			
Initial forms and combinations of crossing when creating red-fruited pear varieties at the Maikop ES – a branch of VIR			
Комбинация скрещивания	F ₁	F ₂	F ₃
Doyenné d'Hiver x Max Red Bartlett	Деканка Майкопская		
Abbé Fetel x Max Red Bartlett	Соната		
Amiral Gervais x Max Red Bartlett	Виола	Зарница (Талгарская красавица х Виола)	
Amiral Gervais x Max Red Bartlett	Бордовая	Бирюзовая [(Triomphe de Vienne x Olivier de Serres) х Бордовая]	Незабудка (Русалка х Бирюзовая)

поскольку они не имеют такого недостатка. Опытные скрещивания подтверждают наличие в потомстве сортов Бирюзовая и Незабудка не менее 50% сеянцев с красными листьями. Этот признак находится в прямой корреляции с наличием красной покровной окраски плодов [2]. Кроме того, указанные сорта передают около трети гибридных сеянцев слабый рост и относительную устойчивость к болезням. Таким образом, они представляют значительную ценность как комплексные доноры в селекции груши.

Новые сорта груши, выведенные на Майкопской ОС – филиале ВИР, в свое время активно использовались в программах селекционеров и других научных учреждений, некоторые получили распространение как коммерческие сорта. Приводим описание наиболее интересных на наш взгляд сортов.

Бирюзовая. Автор А.С. Туз.

Сорт отличается слаборослостью, скороплодностью, высокой регулярной урожайностью. Крона широкоовальная, с обвисающими ветвями. Зацветает в средне-поздние сроки. Плоды формируются на кольчатках и в верхней части однолетних побегов. Зимостойкость для юга России неплохая. Дерево и плоды устойчивы к грибным болезням.

Плоды грушевидные, крупные, красивые, с гладкой поверхностью и короткой толстой плодоножкой. Покровная окраска интенсивная, бордово-красная с сизым налетом, при созревании плодов – ярко-красная. Мякоть имеет кремовый оттенок, она сочная, с приятным ароматом. средней плотности, кисло-сладкого вкуса. Дегустационная оценка 4,5 балла. Съемная спелость наступает в конце сентября, потребительская зрелость – в ноябре-декабре. Плоды хорошо сохраняют товарный вид при транспортировке и хранении [2].

Сорт был передан в Госсортиспытание, получил распространение в некоторых регионах Краснодарского края. В результате многолетнего изучения на Крымской ОСС – филиале ВИР выделен как один из наиболее адаптивных к природным био- и абиотическим стрессфакторам [10].

Веснянка. Получен при скрещивании сортов Триумф Виенны и Деканка Зимняя. Автор А.С. Туз.

Слаборослый, скороплодный, урожайный зимний сорт с регулярным плодоношением. Крона овальная, разветвленная, с пониклыми ветвями. Зацветает довольно рано. В отдельные годы отмечается поражение паршой. Зимостойкость для юга России хорошая.

Плоды небольшие, короткогрушевидные, с плодоножкой средней величины. Кожица гладкая, с небольшой оржавленностью и мелкими подкожными точками. Основная окраска

зеленовато-желтая, покровная – в виде небольшого румянца на освещенных плодах. Мякоть при созревании отличного вкуса (4,5 балла), белая, сочная, средней плотности, сладкая, с сильным ароматом. Съемная спелость наступает в середине октября, потребительская зрелость – в декабре-январе. Иногда в подвальном хранилище плоды сохраняются до апреля [2].

Сорт находился в Государственном реестре селекционных достижений по Северо-Кавказскому региону. Может возделываться в садах интенсивного типа, перспективен для селекции как источник комплекса ценных признаков: слаборослости, высокой урожайности, позднего созревания, длительного хранения и отличного вкуса плодов. В результате многолетнего изучения на Крымской ОСС – филиале ВИР выделен как один из наиболее адаптивных к природным био- и абиотическим стрессфакторам и урожайных сортов [10].

Незабудка. Автор И.А. Бандурко.

Слаборослый, скороплодный, урожайный зимний сорт. Крона пирамидальной формы, довольно густая. Молодые побеги и листья имеют бордово-красный оттенок. Цветение начинается в средние сроки. Плоды формируются на кольчатках и однолетних побегах. Начало плодоношения раннее, на 3 год. Урожайность высокая и регулярная. Зимостойкость средняя. Сорт устойчив к парше, в отдельные годы слабо поражается бурой пятнистостью. Совместим с подвоем айвы ВА-29 [2].

Плоды грушевидной формы, крупные, с короткой толстой плодоножкой. Покровная окраска кожицы при съеме темно-бордовая с хорошо заметным сизым налетом; при созревании плодов становится ярко-красной. Мякоть довольно плотная, белая, сладко-кислая, полумасляной консистенции, с легким ароматом, хорошего вкуса (4,2 балла).

Съемная спелость наступает в начале октября, плоды начинают созревать в декабре. Хорошо хранятся и переносят транспортировку. В результате многолетнего изучения на Крымской ОСС – филиале ВИР выделен как один из наиболее урожайных сортов [10]. При недостатке влаги в отдельные годы наступает преждевременное осыпание плодов.

Сорт перспективен для производственного испытания и использования в селекции как донор комплекса ценных признаков: яркой окраски плодов, ограниченной силы роста дерева, скороплодности, высокой продуктивности.

Соната. Авторы А.С. Туз и И.А. Бандурко.

Высококачественный осенний сорт. Дерево средней силы роста, крона пирамидальной формы, густая. Побеги и листья в молодом возрасте имеют розово-красную окраску. Цветение начинается в средние сроки. В плодоношение

вступает на 4 год. Сорт урожайный, устойчивый к грибным болезням. Дерево зимостойкое, обладает хорошей восстановительной способностью.

Плоды удлиненно-грушевидной формы, крупные, выровненные, с короткой плодоножкой. Основная окраска плодов желтая, с серыми подкожными точками; покровная – ярко-красная в виде румянца средней интенсивности. Мякоть плода отличного кисло-сладкого вкуса, 4,5-4,8 баллов, имеет кремовый цвет, нежную тающую консистенцию; сочная, с приятным мускатным ароматом,

Съемная спелость наступает в конце августа, потребление плодов в течение сентября.

Сорт перспективен для производства и селекции как источник комплекса ценных признаков: ограниченные размеры дерева, продуктивность, высокие товарные и вкусовые качества плодов, устойчивость к грибным болезням. Был передан в Госсортоиспытание по Северо-Кавказскому

региону. В результате многолетнего изучения на Крымской ОСС – филиале ВИР выделен как один из наиболее урожайных [10]. По сведениям садоводов-любителей хорошо удаётся в ЦЧЗ России и на Украине.

Закключение. Проведенный нами анализ работы по селекции и сортоизучению груши на Майкопской ОС – филиале ВИР доказывает успешную реализацию селекционной программы. В результате изучения сортового разнообразия мировой коллекции выделен ряд доноров и источников отдельных признаков и их комплекса. С их использованием проведены широкие рекогносцировочные скрещивания, в результате которых созданы сорта, перспективные для селекции и производства, которые сочетают такие приоритетные признаки как яркая окраска и высокое качество плодов, ограниченный рост дерева, раннее начало плодоношения, высокая продуктивность, устойчивость к грибным болезням.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бандурко И.А. Особенности биологии и хозяйственная ценность слаборослых сортов груши в условиях Северного Кавказа: автореферат диссертации... канд. с. х. наук. Ленинград; 1986.
2. Бандурко И.А. Сортоизучение и селекция груши: учебное пособие. Майкоп: МГТУ; 2016.
3. Бандурко И.А., Туз А.С. Красноплодные груши. Садоводство и виноградарство. 1993; 9/10: 21-22.
4. Дагужиева З.Ш., Бандурко И.А. Селекционно-биологическая оценка форм груши кавказской (*Pyrus caucasica* Fed.). Майкоп: Магарин О.Г.; 2022.
5. Помология: в 5-ти томах. Т. II. Груша. Айва / под ред. Е.Н. Седова, Е.А. Долматова. М.: РАН; 2022.
6. Программа и методика изучения сортов коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда. Л.; 1970.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС; 1980.
8. Туз А. С. Некоторые вопросы наследования антоциановой окраски плодов у груши домашней (*P. domestica* Medic.). Генетика. 1978; 14(2): 223-229.
9. Туз А.С., Яковлев С.П. Груша. Достижения селекции плодовых культур и винограда. М.; 1983: 53-71.
10. Чепинога И.С., Приоритетные направления и источники хозяйственно-ценных признаков в селекции груши (*Pyrus* L.). Труды КубГАУ. 2022; 98: 126-131.
11. Яковлев С.П. Селекция и новые сорта груши. М.; 1992.
12. Dussi C., Sugar D., Powers K. et al. Differences in fruit color change with maturity and growing location in red pears. *Acta Hort.* 1994; 367: 100-100.
13. Le Lezec M., Belouin A. Le varieta di pero coltivate in Francia e la loro resistenza al «fuoco batterico». *Rivista de Frutticoltura*. 1991; 11: 35-42.
14. Reimer F. C. Genetic bud mutation of the pear. *J. Hered.* 1951; 42(2): 93.
15. Sansavini S. La coltura del pero in Italia. *Riv. Fruttic. Ortofloric.* 1987; 49(3): 19-24.

REFERENCES:

1. Bandurko I.A. Peculiarities of Biology and economic value of low-growing pear varieties in the conditions of the North Caucasus: Abstract of the dissertation ... PhD (Agr.). Leningrad, 1986: 20.
2. Bandurko I.A. Varietal study and selection of pears. A textbook for postgraduate students in Agriculture. Maikop: MSTU publishing house, 2016: 132.
3. Bandurko I.A., Tuz A.S. Red-fruited pears. *Gardening and viticulture*. 1993; 9-10: 21-22.
4. Daguzhieva Z.Sh., Bandurko I.A. Selection and biological assessment of the forms of the Caucasian pear (*Pyrus caucasica* Fed.). Maikop: publishing house «Magarin O.G.», 2022: 168.
5. Pomology: In 5 volumes. V. II. Pear. Quince / ed. by E.N. Sedov, E.A. Dolmatov. M.: RAS; 2022.

6. Program and methodology for studying varieties of a collection of fruit, berry, nut and grape crops. L., 1970; 526. NIISPK; 1999.
7. Program and methodology for breeding fruit, berry and nut crops. Michurinsk: VNIIS; 1980.
8. Tuz A.S. Some issues of inheritance of anthocyanin color of fruits in domestic pear (*P. domestica* Medic.). Genetics. 1978; 14 (2): 223-229.
9. Tuz A.S., Yakovlev S.P. Pear Achievements in the selection of fruit crops and grapes. M.; 1983: 53-71.
10. Chepinoga I.S., Priority directions and sources of economically valuable traits in the selection of pear (*Pyrus L.*) Proceedings of KubSAU; 2022; 98: 126-131.
11. Yakovlev S.P. Selection and new varieties of pears. M.; 1992.
12. Dussi C., Sugar D., Powers K. et al. Differences in fruit color change with maturity and growing location in red pears. Acta Hort. 1994; 367: 100-100.
13. Le Lezec M., Belouin A. Le varieta di pero coltivate in Francia e la loro resistenza al «fuoco batterioco». Rivista de Frutticoltura. 1991; 11: 35-42.
14. Reimer F.C. Genetic bud mutation of the pear. J. Hered. 1951; 42 (2): 93.
15. Sansavini S. La coltura del pero in Italy. Riv. Fruttic. Ortofloric. 1987; 49(3): 19-24.

Информация об авторах / Information about the authors

Ирина Анатольевна Бандурко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

55irina@bk.ru

тел.: +7 (928) 463 29 70

Зара Шахмардановна Дагужиева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

zaradaguzhiy@mail.ru

тел.: +7 (903) 466 80 38

Irina A. Bandurko, Dr Sci. (Agriculture), Professor, Leading Researcher, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

55irina@bk.ru

tel.: +7 (928) 463 29 70

Zara Sh. Daguzhieva, PhD (Agriculture), Associate Professor, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

zaradaguzhiy@mail.ru

tel.: +7 (903) 466 80 38

Поступила в редакцию 20.10.2023; поступила после рецензирования 28.11.2023; принята к публикации 29.11.2023

Received 20.10.2023; Revised 28.11.2023; Accepted 29.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Селекция картофеля в Горском ГАУ

Солтан С. Басиев*, Элеанора А. Цагарева,
Георгий Т. Газзаев, Заурбек А. Царикаев

ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»;
ул. Кирова, д. 37, г. Владикавказ, 362040, Российская Федерация

Аннотация. В работе освещены вопросы селекционной работы в Горском государственном аграрном университете за 2022 год. Получение урожайных и иммунных к различным патогенам сортов картофеля для условий горных предгорных районов Северного Кавказа является целью нашей работы. Основными задачами были: – выделить доминантные признаки исследуемых сортов для дальнейшего применения их в качестве родительских форм, оценить по основным хозяйственно-ценным признакам гибридные потомства, отобрать наиболее ценные генотипы согласно моделям сортов для данного региона (6). В коллекционном питомнике определены родительские пары для дальнейшего использования в селекционном процессе. Исследования проводились на горно-луговых и выщелоченных черноземах РСО-Алания. Опыты закладывались согласно методике селекции и семеноводства, разработанными ВИР, ВИЗР и ВНИКХ им. А.Г. Лорха. В различных питомниках селекционного процесса выделялись перспективные гибридные потомства. В материнском питомнике в результате беккроссных скрещиваний по 7 комбинациям получено более 6,5 тысяч семян. В питомнике сеянцев первого года было выбраковано по морфологическим признакам 15% генотипов. При уборке выбраковано 42% генотипов и отобранность составила 58%. В питомнике сеянцев второго года средняя отобранность среди высаженных генотипов в среднем составила 79,2%. В питомнике сеянцев третьего года испытывались гибриды четырех комбинаций, из которых 3 были выбракованы, потомство было получено только по 133 комбинации при этом отобранность составила 11,1%. Выделившиеся гибридные потомства 12.64/368, 12.40/1 и 12.64/394 с урожайностью 51,7 т/га, 48,7 т/га и 48,1 т/га, и товарностью 82,3%, 80,0% и 84,0%, соответственно будут переведены в питомник размножения для дальнейших исследований и подачи в ГСУ РФ.

Ключевые слова: картофель, сорт, гибрид, гибридизация, иммунитет, гибриды картофеля, селекция, товарность, урожайность, питомник, отобранность, витамины

Для цитирования: Басиев С.С., Цагарева Э.А., Газзаев Г.Т. и др. Селекция картофеля в Горском ГАУ. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 197-204. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-197-204>

Potato breeding at Gorsk State Agrarian University

Soltan S. Basiev*, Eleanora A. Tsagareva,
Georgy T. Gazzaev, Zaurbek A. Tsarikaev

FSBEI HE «Gorsk State Agrarian University»;
37 Kirov str., Vladikavkaz, 362040, the Russian Federation

Abstract. The article highlights issues of breeding work at Gorsk State Agrarian University in 2022. Obtaining productive potato varieties that resistant to various pathogens in the conditions of the mountain

foothills of the North Caucasus is the goal of the research. The main objectives are to identify dominant characteristics of the studied varieties for their further use as parent forms, to evaluate hybrid offspring based on the main economically valuable characteristics, to select the most valuable genotypes according to variety models for a given region (6). In the collection nursery parental pairs were identified for further use in the breeding process. The studies were carried out on mountain meadow and leached chernozems of the North Ossetia-Alania. The experiments were carried out according to the methods of selection and seed production developed by VIR, VIZR and VNIKH named after A.G. Lorja. In various nurseries of the breeding process promising hybrid offspring were identified. In the maternal nursery more than 6.5 thousand seeds were obtained as a result of backcrossings in 7 combinations. In the nursery of first-year seedlings 15% of genotypes were rejected according to morphological characteristics. During harvesting 42% of genotypes were rejected and the selection rate was 58%. In the nursery of second-year seedlings the average selection among planted genotypes averaged 79.2%. In the nursery of seedlings of the third year hybrids of four combinations were tested, 3 of which were rejected, only 133 combinations of offspring were obtained, and the selection rate was 11.1%. The isolated hybrid progenies, namely, 12.64/368, 12.40/1 and 12.64/394 with a yield of 51.7 t/ha, 48.7 t/ha and 48.1 t/ha, and marketability of 82.3%, 80.0% and 84.0% will accordingly be transferred to a breeding nursery for further research and submission to the State Crop Testing Site of the Russian Federation.

Keywords: potato, variety, hybrid, hybridization, immunity, potato hybrids, selection, marketability, yield, nursery, selection, vitamins

For citation: Basiev S.S., Tsagareva E.A., Gazzaev G.T. et al. Potato selection at Gorsk State Agrarian University. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 197-204. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-197-204>

Введение. Экономическое значение картофеля огромно, так он занимает второе место по объему производства после зерновых культур и является любимым продуктом питания населения. Клубни картофеля содержат в среднем 15-16% крахмала, 2% белка и 1% минеральных солей, а также богаты витаминами А, В1, В2, В6, С, Н, К и РР [2, 3].

Суточная норма витамина С содержится в 300 г вареного картофеля для взрослого человека, а по содержанию витамина В1 и витамина РР он превосходит многие овощи, в том числе капусту, морковь и томаты [1].

Картофель имеет большое агрономическое значение и является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур, а ранний картофель – отличная парозанимающая культура [7].

Рентабельность является определяющим показателем при возделывании любой культуры. Наиболее эффективным фактором повышения рентабельности в растениеводстве является правильный подбор сортов – один из основных элементов технологии, который позволяет снизить затраты на защиту урожая от болезней и вредителей и получить более высокую урожайность в зависимости от особенностей сорта [5, 6].

Пластичность адаптации и высокий потенциал сортов позволяют более рационально использовать местные экологические условия, обеспечивая тем самым максимальный экономический эффект [4].

Целью исследований является получение высокоурожайных сортов картофеля для столового и технического использования, обладающих

высоким иммунитетом к основным вредителям и болезням, пригодных для промышленной переработки и адаптированных к агроэкологическим условиям Северо-Кавказского региона.

Материал и методы исследования.

В 2022 году скрещивание сортов картофеля проводилось с использованием родительских пар в материнском питомнике в ходе селекционного процесса с целью получения гибридных семян как носителей новых генотипов в культуре картофеля. Посев проводился семенами, полученными от скрещиваний в предыдущие годы, и в результате были получены клубни F1 – первое полевое поколение, которое будет являться источником новых генотипов в последующих исследованиях в питомниках селекционного процесса.

Материалом для реализации селекционной работы с целью достижения поставленных научных целей послужили большое количество генотипов картофеля зарубежных, отечественных и собственных сортов и гибридов, культивируемых на горно-луговых почвах селекционного участка Горского ГАУ, расположенного в горах на высоте 1400 м над уровнем моря. Структура селекционного участка включала все отделы, необходимые для осуществления полноценного селекционного процесса в соответствии с общепринятыми требованиями и методиками. В период вегетации уход за посадками был общепринятым для горной зоны РСО – Алания.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований было установлено, что предел варьирования урожайности сортов и гибридов был от 5,6 до 53,5 т/га. Наиболее высокую урожайность продемонстрировали сорта

Гала (32,9 т/га), Импала (28,2 т/га), Ресурс (28,2 т/га), Колобок (26,8 т/га), Спринтер (53,5 т/га), Воларе (25,3 т/га), Скарб (25,1 т/га), Самба (24,9 т/га), Андра (24,9 т/га).

Средний уровень урожайности продемонстрировали сорта: Дубрава Полесский, Голубой Дунай, Бородинский розовый, Радонежский, Беллароза, Розара, Ручеек, Никулинский, Скарб, Рябинушка, Гарт. Остальные сорта сформировали урожай в пределах от 7,5 до 20,0 т/га.

Индекс товарности сформированных клубней был высок, а превышение больше 90% показали сорта Дубрава, Бабушка, Агути, Инноватор, Ручеек, Горянка, Гарт и Фальварак. Самый низкий индекс товарности был отмечен у сорта Щербининский – 63%. Товарность клубней остальных сортов колебался в пределах от 74 до 89%.

По фенотипу сорта коллекционного питомника соответствовали описанным параметрам. В период вегетации в коллекционном питомнике проводились агротехнические мероприятия по защите растений от грибных заболеваний и вредителей (в том числе сосущих насекомых), очистке посадок от сорняков и обеспечению хороших водно-физических свойств почвы. Все необходимые агротехнические мероприятия осуществляли с целью удовлетворения требованиям биологии растений.

Для поддержания и продолжения селекционного процесса необходим ежегодный подбор родительских пар для скрещивания и получения семян F1.

В 2021-2022 гг. в схему селекционного процесса было включено 12 родительских пар с

комбинационными номерами 225 и выше, из 25 которых результативными оказались только 7 (таблица 1).

Всего по комбинациям было опылено более 6 тысяч цветков, но по различным причинам, многие цветки опали, некоторые не дали завязь. Большую роль при формировании ягод сыграли погодные условия. Из-за низких ночных температур, соцветия у некоторых сортов опадали. Хорошие результаты получены по комбинациям 231 и 236, обеспечившие по 2090 и 2630 штук семян, минимальное количество семян сформировали родительские пары комбинации 228 и 237 – менее 300 шт. семян.

В питомнике сеянцев 1-го года было высажено 3367 шт. клубней со всхожестью 97,3%. Максимальное количество генотипов высадили по комбинации 201 (Early Rose x Белларозу), где всхожесть составила 98,5%. Генотипы остальных комбинаций по отобранности ему уступали в разы (табл. 2).

В питомнике сеянцев первого года при уборке по разным признакам было выбраковано 1172 генотипа и отобрано 1618 генотипов, из которых абсолютное большинство (1251 генотипов) были отобраны по комбинации 201 – Early Rose x Беллароза. Выбракованность по многочисленным признакам в этой комбинации, также была отмечена высокая, например, по морфологическим признакам, выбракованность составила 23% (таблица 3).

Данные этой же таблицы свидетельствуют о том, что генотипы по комбинациям 192 (Early Rose x 87.759/3) и 194 (11.26/470 x 12.58/213)

Таблица 1

Скрещивания, проведенные в 2022 году

Crossbreedings carried out in 2022						
№	Комб.	Проведены скрещивания		Опылено цветков, шт.	Количество продуктивных ягод, шт.	Получено семян F-1, шт.
		♀	♂			
1	231	Никулинский x 12.58/208	20.108/53	60	34	2090
2	236	Крепыш x Щербининский	20.106/215	50	30	2630
3	241	Крепыш x Щербининский	20.106/247	32	13	580
4	242	Крепыш x Щербининский	20.106/191	17	15	340
5	249	Крепыш x Щербининский	20.106/4	47	12	420
6	228	Никулинский x 12.58/208	20.108/65	34	1	133
7	237	Крепыш x Щербининский	20.106/80	30	16	290

Table 1

Таблица 2

Результаты отбора генотипов по морфологическим признакам в питомнике сеянцев первого года 2022 года

Table 2

Results of selection of genotypes based on morphological characteristics in the nursery of the first year seedlings in 2022

№ комбинации	Происхождение		Число, высаженных генотипов, шт.	Число, взошедших генотипов, оставшихся к уборке, шт.	Отбраковано при прочистках по болезням, шт.	Устойчивость к фитофторе, балл.
	♀	♂				
190	13.62/24	Инноватор	520	493	89	9
192	Early Rose	87.759/3	62	60	28	9
194	11.26/470	12.58/213	230	218	51	9
197	Мусинский	10.11/1985	315	300	30	9
201	Early Rose	Беллароза	2240	2206	289	9
Всего			3367	3277	487	9

Таблица 3

Результаты исследований популяций генотипов в питомнике сеянцев 1-го года по клубням за 2022 год

Table 3

Results of studies of genotype populations in the nursery of 1st year seedlings for tubers for 2022

№ комбинации	Происхождение		Забраковано при уборке генотипов, шт.		Отобрано при уборке		Общая оценка по ботве, балл.	Отобрано генотипов, шт.
	♀	♂	по болезням	по морфологическим признакам	количество, шт.	%		
190	13.62/24	Инноватор	112	201	117	22	7	117
192	Early Rose	87.759/3	3	31	0	0	7	0
194	11.26/470	12.58/213	64	115	0	0	7	0
197	Мусинский	10.11/1985	2	32	250	79	7	250
201	Early Rose	Беллароза	205	494	1251	55	7	1251
Всего			386	873	1618	31,2	7	1618

полностью выбракованы из-за не соответствия многочисленных параметров из 52 позиции учитываемых в селекционном процессе согласно моделям сортов по картофелю для данного региона.

В питомнике сеянцев 2-го года были высажены потомства двух комбинации под номерами 144 (Латона х Early Rose) и 43 (Крепыш х Реванш), где отобранность составила (по комбинации 144) – 95,9% или 522 генотипа и (по комбинации 43) – 62,5% (таблица 4).

В питомнике сеянцев третьего года изучались четыре комбинации: из 4040 генотипов до уборки сохранились 3300 генотипов, из которых было отобрано 123 генотипа. По болезням было отбраковано 840 генотипов, а по морфологическим признакам – 1320 генотипов. Наибольшая

доля отобранных генотипов приходится на комбинации:

– 133 (Ладожский х Голубой Дунай) – 11,1%, или 123 генотипа с общей оценкой пригодности 9 баллов;

– 129 (Нальчикский х Предгорный), 130 (Лиля х Каменский) и 144 (Латона х Early Rose) по данным комбинациям число высаженных клубней и взошедших растений было высоким, но из-за ранних заморозков были забракованы (таблица 5).

Питомник предварительного испытания включал 26 гибридов, урожайность по которым колебалась от 17,8 до 68,6 т/га, а индекс товарности от 76 до 96%. Средняя масса 1 товарного клубня варьировала в пределах от 49 до 152 г.

Таблица 4
Отбор генотипов в питомнике сеянцев 2-го селекционного участка Горского ГАУ в 2022 году

Selection of genotypes in the seedling nursery of the 2nd selection site of Gorsky State Agrarian University in 2022								
№ комб.	Происхождение	Число высаженных генотипов, шт.	Число взошедших генотипов, шт.	Фитотро-устойчивость, балл	Отобрано		Общая оценка по ботве, балл.	Отобрано генотипов, шт.
					количество, шт.	%		
144	Латона х Early Rose	544	544	9	522	95,9	7	522
43	Крепыш х Реванш	8	8	9	5	62,5	7	5
Всего		552	552	9	527	79,2	7	527

Таблица 5
Результаты отбора генотипов в питомнике сеянцев 3-го года в 2022 году

Results of genotype selection in the 3rd year seedling nursery in 2022								
№ комбинации	Происхождение / Origin		Число высаженных генотипов, шт.	Число взошедших генотипов, шт.	Фитотро-устойчивость, балл	Отобрано при уборке		Общая оценка по ботве, балл.
	♀	♂				Количество	%	
133	Голубой Дунай	Ладожский	1300	1105	9	123	11,1	9
129	Предгорный	Нальчикский	1200	1020	6	0	—	—
130	Каменский	Лиля	860	748	5	0	—	—
144	Early Rose	Латона	680	605	5	0	—	—
Всего			4040	3478		123	3,5	

Форма исследованных клубней была круглой, овальной, удлиненной, круглой плоской и овальной плоской, а цвет мякоти был белым, кремовым и редко желтым. Цвет клубней был в основном розовым, редко красным или белым, а глубина глазков была от мелкой до средней. Глубина столонов поверхностная и мелкая, редко средней глубины.

В питомнике предварительного испытания не было признаков скручивания листьев, курчавости, столбчатости, ведьминой метлы, макроспороза, *Alternaria* или морщинистой мозаики. Следовательно, испытываемые генотипы показали высокую (<10% поражений) и очень высокую (без поражений) устойчивость к вирусным заболеваниям, макроспорозу и *Alternaria*. Устойчивость большей половины гибридов к фитофторе в полевых условиях высокая – 75% и на таком же уровне по клубням.

По показателям урожайности и товарности результаты стандартного сорта Волжанин (урожайность – 29,1 т/га, товарность – 81%) превысили гибриды: 15.160/133 (урожайность 68,6 т/га, товарность 87%), 15.160/23 (урожайность 40,4 т/га, товарность 93%), 15.160/398 (урожайность 68,6 т/га, товарность 89,2%), 15.160/247 (урожайность 60,1 т/га, товарность 96%).

В питомнике основного испытания было изучено девять гибридных потомств, урожайность которых варьировала от 8,2 т/га до 46,1 т/га, а товарность – от 59,7 до 85,0%. И только два из испытываемых гибридов, 10.2/153 и 12.157/23 превысили стандарт по урожайности, сформировав 46,1 и 39,1 т/га, соответственно.

По морфологическим признакам (цвет мякоти, форма клубня, глубина столонного следа и глазков) отобранные гибридные потомства соответствовали разработанным моделям сортов.

В исследуемом питомнике фитофтороз клубней по данным 2022 года практический отсутствовал.

В первый год конкурсного испытания было изучено пять гибридов в сравнении со стандартным сортом Волжанин. Урожайность клубней была довольно высокой и варьировала от 79 (14,76/82) до 92% (14,73/246). Гибриды формировали средние и крупные клубни (72,0-108,0 г). Урожайность была отмечена в пределах от 28,5 т/га (14,73/228) до 34,4 т/га (14,73/112). Гибриды проявляли слабую устойчивость к клубневой фитофторе. Форма клубня различная, кожура белая, мякоть от белой до кремовой, глубина глазка мелкая и средняя, столонный след мелкий и поверхностный.

В данном питомнике отобрано два гибридных потомства 14.73/112 с урожайностью 34,4 т/га, товарностью 84% и средней массой товарных клубней 108,0 гр. и гибрид 14.76/82 с урожайностью 33,9 т/га, товарностью 79% и массой 1 товарного клубня 72 гр.

Очень высокая устойчивость гибридов к вирусным заболеваниям, макроспорозу и *Alternaria alternans* наблюдалась в питомнике конкурсного испытания II года. Полевая устойчивость к фитофторе ботвы умеренная или очень высокая, а на клубнях – высокая или очень высокая. Гибрид 11.26/28 умеренно устойчив как к фитофторе ботвы, так и к фитофторе клубней.

Исследования, проведенные во второй год конкурсных испытаний, показали, что изменчивость товарности урожайных гибридов находилась в пределах 67,7-86,7%. Испытываемые гибриды уступали контрольному сорту по урожайности – основному показателю. Исключение составляет гибрид 11.26/28. Несмотря на то, что товарность клубней этого гибрида несколько уступает контрольному образцу (86,7% против 92,0%), он на 8,2 т/га превышает урожайность контрольного образца – сорта Волжанин (32,6 т/га), формируя урожайность 40,8 т/га. Размер клубней средний (средняя масса 1 клубня 83 г), как и у сорта Волжанин.

Было проведено конкурсное испытание III года четырех гибридов в сравнении со стандартным. Товарность колебалась от 65,6 до 84,3%, средняя масса одного товарного клубня – от 65,0 до 117,0 г, а урожайность – от 32,2 (12,58/121) до 51,7 т/га (12,64/368).

Изучая морфологические характеристики гибридов этого питомника, можно сделать вывод, что основная форма клубня – округло-овальная, окраска кожуры – белая, мякоти – белая, а глазков – белая и розовая.

Гибридами 12.64/394 и 12.64/368 сформированы клубни приплюснутой и округлой формы. На клубнях присутствовали как белые,

так и розовые глазки. Урожайность 48,1 т/га и 51,7 т/га, соответственно, была выше, чем у стандарта на 13,6 и 17,2 т/га.

Гибриды 12.58/121 и 12.40/1 сформировали овальные клубни с белыми глазками; урожайность гибрида 12.40/1 составила 48,7 т/га, что на 14,2 т/га выше, чем у контроля (сорт Волжанин).

Исследованиями установлено, что гибриды 12.64/368, 12.40/1 и 12.64/394 с урожайностью 51,7 т/га, 48,7 т/га, 48,1 т/га, и товарностью 82,3%, 80,0%, 84,0%, соответственно будут отобраны по морфологическим и хозяйственно – ценным признакам.

Гибриды показали сильную устойчивость к вирусным и грибковым заболеваниям в питомниках конкурсных испытаний II и III годов. Устойчивость к фитофторе ботвы гибридов в III-м году конкурсного испытания – умеренная.

Содержание крахмала и сухого вещества – важные потребительские показатели картофеля: клубни, содержащие более 18% сухого вещества, легко повреждаются, но при этом легко развариваются.

В настоящей работе содержание крахмала в гибридах картофеля варьировало от 13,5 до 26,7%, а содержание сухого вещества – от 19,5 до 32,7%.

Лидерами в исследуемых питомниках по формированию биохимических показателей были гибриды 14.76/8, 12.64/394, 12.64/368, 12.41/7, 12.65/5 с содержанием крахмала от 24,0 до 26,7% в клубнях. Не на много им уступали гибриды: 14.74/30, 12.66/10, 12.40/1, 12.40/52, 12.41/66 и 11.35/12 – 20,1-22,7%.

Заключение

В питомниках сеянцев 2-го и 3-го года процент отобранности генотипов по комбинациям составило: К – 133 – 35,6%, К – 37 – 23,2%, К – 119 – 22,0%.

Выделившиеся гибридные потомства по хозяйственно-ценным признакам в питомниках конкурсного испытания I и последующих годов 14.73/246; 14.73/228; 11.26/28; 12.64/368; 12.40/1 и т.д. будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Предел варьирования урожайности сортов и гибридов составил от 5,6 т/га до 53,5 т/га. Наиболее высокую урожайность продемонстрировали сорта Гала (32,9 т/га), Импала (28,2 т/га), Ресурс (28,2 т/га), Ресурс (28,2 т/га), Колобок (26,8 т/га), Спринтер (53,5 т/га), Воларе (25,3 т/га), Скарб (25,1 т/га), Самба (24,9 т/га), Андра (24,9 т/га).

В питомнике сеянцев I-го года было высажено 3367 шт. клубней. Максимальное количество генотипов высадили по комбинации 201. В питомнике сеянцев первого года всего отобрано 1618 генотипов, из которых абсолютное большинство 1251 генотипов было отобрано по

комбинации 201. Выбракованность в этой комбинации также была отмечена высокая.

В питомнике сеянцев 2-го года отобранность составила (по комбинации 144) – 95,9% или 522 генотипа и (по комбинации 43) – 62,5%. В питомнике сеянцев 3-го года из 4040 высаженных генотипов к уборке сохранилось 3300, из которых было отобрано 123 генотипа, то есть 3,5%. Наибольший процент отобранных генотипов зафиксирован по комбинациям: 133 и 129.

Питомник предварительного испытания включал 26 гибридов, урожайность по которым

колебалась от 17,8 до 68,6 т/га, товарность от 76 до 96%, средняя масса 1 товарного клубня находилась в пределах от 49 до 152 г. В питомнике основного испытания было изучено девять гибридных потомств, урожайность которых варьировала от 8,2 до 46,1 т/га, а товарность – от 59,7 до 85,0%. В первый год конкурсного испытания было изучено пять гибридов. Урожайность колебалась в пределах от 28,5 до 34,4 т/га. Во второй и третий года было испытано 4 гибрида. Содержание крахмала и сухого вещества было равно: 13,5 – 26,7% и 19,5 – 32,7% соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Басиев С.С., Джисоева Ц.Г., Болиева З.А. и др. Формирование потребительских показателей качества картофеля в зависимости от зоны возделывания. Известия Горского государственного аграрного университета. 2015; 52(1): 14-20.
2. Болиева З.А. и др. Экологически безопасная технология выращивания картофеля в предгорных и горных условиях РСО-Алания: рекомендации для с.-х. производителя. Владикавказ; 2011.
3. Гериева Ф.Т. и др. Основные положения технологического регламента выращивания оригинальных семян картофеля в горных условиях Северного Кавказа. Известия Горского государственного аграрного университета. 2014; 51(3): 29-33.
4. Гериева Ф.Т., Басиев С.С., Абаев А.А. Способы ускоренного размножения клубневого материала картофеля в условиях РСО-Алания. Вестник АПК Ставрополя. 2015; 3(19): 142-145.
5. Basiev S.S., Adinyaev N.L., Adaev I.M. et al. Peculiarities of original potato seed breeding in high mountain conditions. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018; 10(2): 365-368.
6. Burt R.L. Some effect of temperature on the growth and development of the potato. Ph. D. Thesis Unif of Nottingham; 1961.
7. Buschnell J. The relation of temperature to growth and transpiration in the potato plants. Technical Bull. December; 1925.
8. Яшина И.М. Результаты исследований по генетике количественных признаков картофеля и их использованию в современных направлениях селекции: сборник научных трудов ВНИИКС. М.: Картофелеводство; 2012: 36-44.
9. Симаков Е.А., Яшина И.М. Использование межвидовых гибридов-беккроссов в селекции картофеля на устойчивость к патогенам: сборник научных трудов ВНИИКС. М.: Картофелеводство; 2012: 52-60.
10. Шанина Е.П., Ключкина Е.М., Кокшаров В.П. и др. Создание нематодоустойчивых сортов картофеля – приоритетное направления в селекции картофеля на Среднем Урале. Аграрный вестник Урала. 2011; 2: 59-61.
11. Коршунов А.В. Картофель России. Т. II. М.: Достижения науки и техники АПК; 2003.

REFERENCES:

1. Basiev S.S., Dzhiyeva Ts.G., Bolieva Z.A. et al. Formation of consumer indicators of potato quality depending on the cultivation zone. News of the Gorsk State Agrarian University. 2015; 52(1): 14-20.
2. Bolieva Z.A. et al. Environmentally safe technology for growing potatoes in the foothills and mountain conditions of the North Ossetia-Alania: recommendations for Agriculture. manufacturer. Vladikavkaz; 2011.
3. Gerieva F.T. et al. Basic provisions of the technological regulations for growing original potato seeds in the mountainous conditions of the North Caucasus. News of the Mountain State Agrarian University. 2014; 51(3): 29-33.
4. Gerieva F.T., Basiev S.S., Abaev A.A. Methods for accelerated propagation of potato tuber material in the conditions of the North Ossetia-Alania. Bulletin of the agrarian and industrial complex of the Stavropol region. 2015; 3(19): 142-145.
5. Basiev S.S., Adinyaev N.L., Adaev I.M. et al. Peculiarities of original potato seed breeding in high mountain conditions. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018; 10(2): 365-368.
6. Burt R.L. Some effect of temperature on the growth and development of the potato. Ph. D. Thesis Unif. of Nottingham; 1961.
7. Buschnell J. The relation of temperature to growth and transpiration in the potato plants. Technical Bull. December; 1925.

8. Yashina I.M. Results of the research on the genetics of quantitative traits of potatoes and their use in modern areas of breeding: collection of scientific works of VNIKH. M.: Potato growing; 2012: 36-44.
9. Simakov E.A., Yashina I.M. The use of interspecific backcross hybrids in potato breeding for resistance to pathogens: a collection of scientific papers of VNIKH. M.: Potato growing; 2012: 52-60.
10. Shanina E.P., Klyukina E.M., Koksharov V.P. etc. The creation of nematode-resistant potato varieties is a priority direction in potato breeding in the Middle Urals. Agrarian Bulletin of the Urals. 2011; 2: 59-61.
11. Korshunov A.V. Potatoes of Russia. V. II. M.: Achievements of science and technology of the agro-industrial complex; 2003.

Информация об авторах / Information about the authors

Басиев Солтан Сосланбекович, д.с.-х.н., профессор, зав. кафедры агрономии, селекции и семеноводства, руководитель селекционно-семеноводческого центра Горского ГАУ, ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»

Цагарева Элеанора Александровна, д.б.н., доцент кафедры естественнонаучных дисциплин межфакультетского центра, ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»

Газзаев Георгий Тариелович, младший научный сотрудник селекционно-семеноводческого центра Горского ГАУ, ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»

Царикаев Заурбек Ахсарбекович, младший научный сотрудник селекционно-семеноводческого центра Горского ГАУ, ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»

Soltan S. Basiev, Dr Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department of Agronomy, Selection and Seed Production, Head of the Selection and Seed Center of Gorsk State Agrarian University, FSBEI HE «Gorsk State Agrarian University»

Eleanor A. Tsagareva, Dr Sci. (Biology), Associate Professor, the Department of Natural Sciences, the Interfaculty Center, FSBEI HE «Gorsk State Agrarian University»

Georgy T. Gazzaev, Junior researcher, Selection and seed production center of Gorsk State Agrarian University, FSBEI HE «Gorsk State Agrarian University»

Zaurbek A. Tsarikaev, Junior researcher, Selection and seed production center Gorsk State Agrarian University, FSBEI HE «Gorsk State Agrarian 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 Contributions of Co-authors

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

Поступила в редакцию 23.10.2023; поступила после рецензирования 29.11.2023; принята к публикации 30.11.2023

Received 23.10.2023; Revised 29.11.2023; Accepted 30.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Пути повышения урожайности твердой пшеницы на Юге России

Александр И. Беляев¹, Николай Ю. Петров^{1*}, Галина Н. Зверева², Елена А. Кузнецова²

¹Федеральный научный центр «Агроэкология, комплексная мелиорация и защитное лесоразведение»;
пр. Университетский, д. 97, Волгоград, 400002, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»;
пр. Университетский, д. 26, Волгоград, 400002, Российская Федерация

Аннотация. Проведенный опыт показал, что в зоне рискованного земледелия, где проводился эксперимент, внесение минерального питания на черноземе южном, существенным образом влияло на содержание элементов питания в почве. Экспериментальные исследования осуществлялись в 2018...2021 гг. на черноземе южном Волгоградского региона, на полях КФХ «Елисейев А.Н.», расположенного (Михайловский район). Сравнивались сорта яровой твердой пшеницы: Донская элегия, Краснокутка 13 и озимой твердой пшеницы: Аксинит и Агат Донской с внесением расчетного количества минерального питания под заданные уровни урожайности. Опыт показал, что на вариантах без внесения минерального питания накапливалось в ранне-весенний период (это было максимальное накопление) от 5,02 (Донская элегия) до 5,07 (Аксинит) мг на 100 г почвы. Внесение $N_{147}P_{5}K_{90}$ на всех сортах отмечалось максимальным накоплением количества нитратного азота, и оно варьировало между сортами от 7,01 (сорт Аксинит) до 7,57 (сорт Краснокутка 13) мг на 100 г почвы. К окончанию вегетации меньше всего сохранялось нитратного азота на сорте Аксинит – 4,11 мг на 100 г почвы. В то время как у сорта Краснокутка 13 его сохранилось – 4,71 мг на 100 г почвы. Аналогичная зависимость наблюдалось по накоплению и потреблению подвижного фосфора. В результате на сортах без применения минерального питания урожайность колебалась в интервалах от 1,34 т/га (Краснокутка 13) до 3,41 т/га (Аксинит). Максимальные значения урожайности были получены от внесения $N_{74}P_{27}K_{45}$ и она колебалась от 2,41 т/га (сорт Краснокутка 13) до 4,02 т/га (сорт Аксинит).

Ключевые слова: сорт яровой пшеницы Краснокутка 13, сорт яровой пшеницы Донская элегия, сорт озимой пшеницы Агат Донской, сорт озимой пшеницы Аксинит, твердая пшеница, нитратный азот, подвижный фосфор, урожайность

Для цитирования: Беляев А.И., Петров Н.Ю., Зверева Г.Н. Пути повышения урожайности твердой пшеницы на юге России. Новые технологии. 2023; 19(4): 205-211. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-205-211>

Ways to increase durum wheat yield in the south of Russia

Alexander I. Belyaev¹, Nikolay Y. Petrov^{1*}, Galina N. Zvereva², Elena A. Kuznetsova²

¹Federal Scientific Center «Agroecology, integrated reclamation and protective afforestation»;
97 Universitetskiy Ave, 400002, Volgograd, the Russian Federation

²FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»;
26 Universitetskiy Ave, 400002, Volgograd, the Russian Federation

Abstract. The experiment showed that in the risky farming zone where the experiment was carried out, the introduction of mineral nutrition into southern chernozem significantly influenced the content of nutrients in the

soil. Experimental studies were carried out in 2018-2021 on the southern chernozem of the Volgograd region, on the fields of the «Eliseev A.N.» peasant farm, located in the Mikhailovsky district. The varieties of spring durum wheat Donskaya Elegiya, Krasnokutka 13 and winter durum wheat Aksinit and Agat Donskoy were compared with the addition of the calculated amount of mineral nutrition for given yield levels. The experience showed that in variants without the addition of mineral nutrition, it accumulated in the early spring (this was the maximum accumulation) from 5.02 (Don Elegy) to 5.07 (Aksinit) mg per 100 g of soil. The application of $N_{147}P_{59}K_{90}$ to all varieties was marked by the maximum accumulation of the amount of nitrate nitrogen, and it varied between varieties from 7.01 (Aksinit variety) to 7.57 (Krasnokutka 13 variety) mg per 100 g of soil. By the end of the growing season the least amount of nitrate nitrogen was retained on the Aksinit variety – 4.11 mg per 100 g of soil. While the Krasnokutka 13 variety retained the level of 4.71 mg per 100 g of soil. A similar dependence was observed for the accumulation and consumption of mobile phosphorus. As a result, in varieties without the use of mineral nutrition, the yield ranged from 1.34 t/ha (Krasnokutka 13) to 3.41 t/ha (Aksinit). The maximum yield values were obtained from the application of $N_{74}P_{27}K_{45}$ and it ranged from 2.41 t/ha (variety Krasnokutka 13) to 4.02 t/ha (variety Aksinit).

Keywords: Krasnokutka 13 spring wheat variety, spring Donskaya Elegiya wheat variety, Agat Donskoy winter wheat variety, Aksinit winter wheat variety, durum wheat, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, productivity

For citation: Belyaev A.I., Petrov N.Yu., Zvereva G.N. Ways to increase durum wheat yield in the south of Russia. *New technologies*. 2023; 19(4): 205-211. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-205-211>

Введение. комплексе мероприятий, который способствует росту урожайности твердых сортов пшеницы и обеспечению бездефицитного наличия элементов питания в почвенном горизонте, ведущее место отводится использованию минеральных удобрений.

Главным составляющим в получении высоких урожаев твердой пшеницы – есть бесперебойное снабжение молодых растений потребным количеством легкодоступных питательных элементов и правильное питание, что, несомненно, достигается размещением ее посевов на более приспособленных почвах, используя лучших предшественников и внесение удобрений. Удобрение – это одно из основных причин влияния, как на величину, так и на качественные показатели зерна. Недостаточная обеспеченность азотом приводит к нарушению процессов жизнедеятельности, слабо кустятся, формируют небольшую листовую поверхность [1, 9].

Экспериментально было установлено, что более высокая урожайность твердой пшеницы обеспечивается с внесением удобрений на глубину 0,05...0,10 м и лучше ее перемешивать с этим горизонтом. Внесение минерального питания на глубину 0,20 м, не оказывает существенного воздействия на урожайность [3, 11].

Требуемое наличие элементов питания во время всего вегетационного периода способствует формированию высоких и устойчивых урожаи. Главным элементом питания растений – азот. Он оказывает существенное воздействие на ростовые процессы, даты происхождения этапов развития, значения, структуру и качество получаемого урожая. Недостаточное количество азота становится причиной снижения роста растений, уменьшению протекания

фотосинтеза и, как результат, раннее пожелтение и досрочное отмирание листьев, что отрицательно отражается на продуктивности растений. Наоборот, при наличии избыточного количества азота наблюдается запаздывание всходов, происходит усиленное нарастание вегетативной массы, снижается устойчивость растений к полеганию. Азот более активно усваивается растениями в первоначальные фазы роста и до фазы цветения, потом поступление его значительно снижается [2, 6].

Фосфорное питание благоприятно влияет на развитие корневой массы и ее более активному росту [4]. Он требуется растениям, практически, на протяжении всего периода жизнедеятельности растений и способствует улучшению азотного обмена. Оптимальная обеспеченность молодых растений фосфором благоприятствует заложению более крупного и полноценного колоса. Фосфор повышает устойчивость растений к болезням и засухе [8].

Целесообразность фосфорного питания приобретает более стабильное начало в посевах твердой пшеницы при рядковом внесении в виде гранулята. Эффект такого удобрения, вносимого в рядки при посеве, основывается на повышенной потребности растений в усвояемом фосфоре в первоначальном этапе развития. Кроме того, местонахождение фосфорного удобрения в почвенном горизонте вблизи семян, способствует более быстрому развитию корневой массы растений и, особенно, узловых корней, а также уменьшает ретроградацию водорастворимых фосфорных соединений в удобрениях [6, 7].

Целью исследования являлось изучение влияния минерального питания на повышение урожайности озимой и яровой твердой пшеницы

в зоне чернозема южного. Для выполнения поставленной цели ставились задачи:

- установить влияние минерального питания на динамику питательных веществ в почве;
- определить закономерности изучаемого агроприема на урожайные показатели пшеницы.

Методы исследования. Эксперимент проводился в 2018...2021 гг. на полях КФХ «Елисеев А.Н», расположенного в зоне чернозема южного Волгоградского региона. Изучались сорта: твердой яровой пшеницы: Краснокутка 13 (контроль) и Донская элегия, озимой твердой пшеницы – Аксинит и Агат Донской с применением расчетного количества минерального питания под заданные пороги урожайности. Нами была принята рекомендованная агротехника для данного региона. Повторность в опыте – 4 – х кратная. Расположение делянок – систематическое. Площадь экспериментальной делянки составляла: $25,0 \times 3,6 = 90 \text{ м}^2$, учетной 36 м^2 . Норма высева

– 4 млн. всхожих семян на гектар. Была рассчитана программа на получение 2,0 т/га (азота – 74, фосфора – 27, калия – 45); 4,0 т/га (азота – 147, фосфора – 55, калия – 90).

Результаты. При производстве твердой пшеницы в зоне чернозема южного Волгоградской области, одним из лимитирующих условий (помимо водного баланса) является наличие питательных веществ в корнеобитаемом горизонте. Об этом свидетельствует довольно высокая отзывчивость культуры на внесение азотных удобрений. Находящийся в почве нитратный почвой не усваивается и при содержании необходимого увлажнения почвы скапливается в почвенном растворе, а из него он легко усваивается растениями.

Однако при завышенном увлажнении, нитраты быстро вымываются из верхнего корнеобитаемого горизонта в более глубокие слои и даже достигают грунтовых вод. Поэтому для

Таблица 1
Динамические изменения нитратного азота в почве в посевах твердой пшеницы, среднее за 2018...2021 гг.

Table 1

Dynamic changes in nitrate nitrogen in the soil under durum wheat crops, average for 2018- 2021						
Дата отбора	Нитратный азот, мг на 100 г почвы					
	Горизонт 0,0...0,3 м			Горизонт 0,3...0,5 м		
	Вариант опыта					
	б/у	N ₇₄ P ₂₈ K ₄₅	N ₁₄₇ P ₅₅ K ₉₀	б/у	N ₇₄ P ₂₈ K ₄₅	N ₁₄₇ P ₅₅ K ₉₀
Донская элегия						
4 апреля – перед посевом	5,02	6,71	7,19	2,79	3,02	4,12
15 июня цветение	2,96	5,18	6,47	1,29	2,04	3,13
5 августа после уборки	1,45	3,26	4,57	0,92	1,50	2,15
Краснокутка 13						
4 апреля – перед посевом	5,06	6,78	7,57	3,01	3,30	4,41
15 июня цветение	3,05	5,49	6,66	1,40	2,14	3,48
5 августа после уборки	1,53	3,47	4,71	1,02	1,65	2,19
Аксинит						
4 апреля – перед посевом	5,07	5,92	7,01	2,94	2,87	3,79
15 июня цветение	2,63	4,90	5,61	1,12	1,95	2,97
5 августа после уборки	1,28	3,03	4,11	0,83	1,26	1,97
Агат донской						
4 апреля – перед посевом	5,05	6,70	7,46	2,91	3,12	4,23
15 июня цветение	3,04	5,29	6,61	1,37	2,08	3,26
5 августа после уборки	1,49	3,08	4,61	1,03	1,60	2,21

восстановления утраты азота и оптимизации питательного режима необходимо подпитывать минеральными удобрениями. Используемое нами минерального питания в эксперименте предусматривало наблюдение за изменением динамики питательного режима, тем самым создавать благоприятные условия роста и развития растений пшеницы. Анализ наличия нитратного азота, после внесения удобрений в пахотном (0,0...0,3 м) и подпахотном горизонтах (0,3...0,5 м), представлено в таблице 1.

Было установлено, что максимальное количество нитратного азота наблюдалось в первой декаде апреля, когда устанавливалась стабильно положительная температура в почве и отмечалось достаточное наличие влаги.

Аналитический обзор представленного материала свидетельствует, что максимальные

накопления нитратного азота наблюдалось по всем сортам в первой декаде апреля. Существенной разницы между яровыми и озимыми сортами не отмечалось, несмотря на то, что у озимых сортов протекала осенняя вегетация. Наличие нитратного азота на вариантах без применения минерального питания варьировало в пределах от 5,02 мг на 100 г почвы (сорт Донская элегия) до 5,07 мг на 100 г почвы (сорт Аксинит). Максимальные показатели содержания нитратного азота отмечались на вариантах с внесением $N_{147}P_{55}K_{90}$ и они находились в интервале от 7,01 мг на 100 г почвы (сорт Аксинит) до 7,57 мг на 100 г почвы (сорт Краснокутка 13). То есть, можно констатировать, что озимые формы потребляли больше нитратного азота на формирование урожая.

Аналогичная зависимость отмечалась и по содержанию подвижного фосфора (таблица 2).

Таблица 2

Динамические изменения подвижного фосфора (P_2O_5) в почве в посевах твердой пшеницы, мг на 100 г почвы, среднее за 2018...2021 гг.

Table 2

Dynamic changes in available phosphorus (P_2O_5) in the soil under durum wheat crops, mg per 100 g of soil, average for 2018- 2021.

Дата отбора	Подвижный фосфор, мг на 100 г почвы					
	Горизонт 0,0...0,3 м			Горизонт 0,3...0,5 м		
	Вариант опыта					
	б/у	N ₇₄ P ₂₈ K ₄₅	N ₁₄₇ P ₅₅ K ₉₀	б/у	N ₇₄ P ₂₈ K ₄₅	N ₁₄₇ P ₅₅ K ₉₀
Донская элегия						
4 апреля – перед посевом	5,13	7,03	8,14	2,20	3,95	4,77
15 июня цветение	3,80	5,54	6,46	1,39	2,78	3,11
5 августа после уборки	1,97	4,02	5,12	1,01	1,70	2,58
Краснокутка 13						
4 апреля – перед посевом	5,14	7,46	8,60	2,76	4,37	4,93
15 июня цветение	3,90	5,65	6,71	1,69	2,96	3,29
5 августа после уборки	2,05	4,26	5,44	1,27	1,98	2,69
Аксинит						
4 апреля – перед посевом	5,07	6,80	7,78	1,92	3,64	4,49
15 июня цветение	3,41	5,13	6,04	1,07	2,45	2,91
5 августа после уборки	1,61	3,80	4,83	0,94	1,41	2,28
Агат донской						
4 апреля – перед посевом	5,09	6,97	8,02	2,13	3,77	4,59
15 июня цветение	3,60	5,39	6,27	1,21	2,55	3,04
5 августа после уборки	1,69	3,92	5,04	0,90	1,62	2,41

Таблица 2
Влияние минерального питания на урожайность твердой пшеницы, т/га среднее за 2018...2021 гг.

Вариант	Сорт			
	Краснокутка 13	Донская элегия	Аксинит	Агат Донской
Контроль	1,34	2,15	3,41	2,93
N ₇₄ P ₂₇ K ₄₅	2,41	2,94	4,02	3,26
N ₁₄₇ P ₅₅ K ₉₀	2,35	2,62	3,88	3,20

Наибольшие показатели содержания подвижного фосфора отмечались на вариантах с внесением N₁₄₇P₅₅K₉₀. Озимые формы, на формирование урожайности, потребляли больше подвижного фосфора.

Результат содержания питательных элементов в корнеобитаемом слое положительно отразился на величине урожайности (таблица 3).

Наибольшая урожайность сформировалась у озимых форм твердой пшеницы на варианте N₇₄ P₂₇ K₄₅. Ее значения изменялись от 2,41 т/га (сорт Краснокутка 13) до 4,02 т/га (сорт Аксинит). Наименьшие значения отмечались на вариантах без внесения минерального питания, показатели урожайности были от 1,34 т/га (сорт Краснокутка 13) до 3,41 т/га (сорт Аксинит). Внесение N₁₄₇ P₅₅ K₉₀ не приводило к росту урожайности.

Заключение. Внесение расчетного количества минерального питания N₇₄ P₂₇ K₄₅. Положительно отразилось на урожайности твердой пшеницы. Прибавка, по сравнению с контрольным вариантом, составляла от 1,07 т/га (сорт крпснокутка 13) до 0,61 т/га (сорт Аксинит). Следовательно, можно сделать заключения, для того чтобы вносимое такое количество удобрений эффективно работало, необходимо чтобы и второй лимитирующий показатель урожайности (влаги) был в достаточном количестве. Оптимальным вариантом, при котором отмечался рост урожайности яровых и озимых сортов пшеницы – является N₇₄ P₂₇ K₄₅. Среди изучаемых сортов выделялся сорт озимой твердой пшеницы Аксинит, который лучше других реагировал на вносимые удобрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Турусов В.И. и др. Влияние биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов на урожайность зерновых культур в условиях юго-востока Центрального Черноземья. Достижения науки и техники АПК. 2016; 5: 38-42.
2. Сержанов И.М. и др. Влияние биологических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях северной части лесостепи. Достижения науки и техники АПК. 2013; 9: 29-31.
3. Завалин А.А. и др. Влияние предшественников, удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество яровой пшеницы. Агрохимический вестник. 2014; 5: 36-40.
4. Борисова Е.Е. Влияние предшественников на пищевой режим почв и урожайность яровой пшеницы. Аграрная наука. 2014; 10: 8-10.
5. Васин В.Г. Влияние обработки посевов препаратами Мегамикс на урожайность яровой пшеницы. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013; 4(32): 94-99.
6. Виноградов В.С. Влияние гуминовых и микроудобрений на урожайность яровой пшеницы. Земледелие. 2015; 1: 32-34.
7. Вьюник М. Эффективность внекорневой подкормки жидким удобрением Азосол 36 Экстра яровой пшеницы. Главный агроном. 2015; 11/12: 19-20.
8. Голубев А.С., Желтова К.В. Эффективность применения нового комбинированного граминцида АРГО в посевах яровой и озимой пшеницы. Земледелие. 2016; 4: 43-45.
9. Дюбина С.Г. Значение предшественника, удобрений, биологических препаратов, регуляторов роста и фунгицидов в формировании урожая яровой пшеницы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013; 3(41): 462-463.
10. Исачев В.А., Андреев Н.Н., Каспировский А.В. Влияние предпосевной обработки хелатными микроудобрениями и регуляторами роста на посевные качества семян гороха и яровой пшеницы. Нива Поволжья. 2013; 1: 16-19.
11. Крючков А.Г., Елисеев В.И., Абдрашитов Р.Р. Влияние минеральных удобрений, используемых при выращивании твердой пшеницы, на качество макаронных изделий из нее. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014; 1: 36-38.

12. Мамонов С. Эффективность применения биопрепаратов и микроэлементов при возделывании новых сортов яровой пшеницы. Главный агроном. 2014; 1: 23-25.
13. Немченко В.В. Эффективность применения фунгицидов и биопрепаратов на яровой пшенице. Интеграция науки и бизнеса в агропромышленном комплексе: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Курганской ГСХА (Курган, 24-25 апр. 2014 г.). Курган: КГСХА, 2014; 2: 359-364.
14. Пироговская Г.В., Ганусевич А.Г. Влияние жидких азотных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ на урожайность и накопление марганца в растениях яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Агрохимия. 2014; 1: 27-36.
15. Трапезников В.К., Иванов И.И., Кудоярова Г.Р. Влияние технологии внесения минеральных удобрений на устойчивость сортов яровой пшеницы к дефициту воды. Агрохимия. 2013; 1: 26-34.
16. Trofimova T.A., Korzhov S.I., Gulevsky V.A. et al. Assessing the degree of physical degradation and suitability of chernozems for the minimization of basic tillage. Eurasian Soil Science. 2018; 51(9): 1080-1085.
17. Nade B.B. Effects of Climatic and Agronomic Factors on Yield and Quality of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). Seed: A Review on Selected Factors. Advances in Crop Science and Technology. 2018; 6(2): 356-360.
18. Saryche A.N. Peculiarities of ecological conditions for the formation of spring barley bioproductivity in the arid zone of Volgograd oblast on lands exposed to deflation. Arid Ecosystems. 2018; 8(2): 129-134.

REFERENCES:

1. Turusov V.I. et al. The influence of biological products of associative diazotrophs on the yield of grain crops in the conditions of the southeast of the Central Black Earth Region. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2016; 5: 38-42.
2. Serzhanov I.M. et al. The influence of biological fertilizers on the yield and grain quality of spring wheat in the northern part of the forest-steppe. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2013; 9: 29-31.
3. Zavalin A.A. et al. The influence of precursors, fertilizers and biological products on the yield and quality of spring wheat. Agrochemical Bulletin. 2014; 5: 36-40.
4. Borisova E.E. The influence of predecessors on the nutritional regime of soils and the yield of spring wheat. Agricultural Science. 2014; 10: 8-10.
5. Vasin V.G. The effect of treating crops with Megamix preparations on the yield of spring wheat. News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: science and higher professional education. 2013; 4(32): 94-99.
6. Vinogradov V.S. The influence of humic and microfertilizers on the yield of spring wheat. Agriculture. 2015; 1:32-34.
7. Vyunik M. Efficiency of foliar feeding with liquid fertilizer Azosol 36 Extra for spring wheat. Chief agronomist. 2015; 11/12: 19-20.
8. Golubev A.S., Zheltova K.V. Efficiency of using the new combined graminicide ARGO in spring and winter wheat crops. Agriculture. 2016; 4: 43-45.
9. Dyubina S.G. The importance of precursors, fertilizers, biological preparations, growth regulators and fungicides in the formation of spring wheat yield. News of the Orenburg State Agrarian University. 2013; 3(41): 462-463.
10. Isaichev V.A., Andreev N.N., Kaspirovsky A.V. The influence of pre-sowing treatment with chelated microfertilizers and growth regulators on the sowing qualities of pea and spring wheat seeds. Niva Volga region. 2013; 1:16-19.
11. Kryuchkov A.G., Eliseev V.I., Abdrashitov R.R. The influence of mineral fertilizers used in the cultivation of durum wheat on the quality of pasta products made from it. Bulletin of the Russian Academy of AGRICULTURAL SCIENCES. 2014; 1:36-38.
12. Mamonov S. Efficiency of using biological products and microelements in the cultivation of new varieties of spring wheat. Chief agronomist. 2014; 1: 23-25.
13. Nemchenko V.V. Efficiency of using fungicides and biological products on spring wheat. Integration of science and business in the agro-industrial complex: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Kurgan State Agricultural Academy (Kurgan, April 24-25, 2014). Kurgan: KSAA, 2014; 2: 359-364.
14. Pirogovskaya G.V., Ganusevich A.G. The influence of liquid nitrogen fertilizers with the addition of microelements and biologically active substances on the yield and accumulation of manganese in spring wheat plants on sod-podzolic light loamy soil. Agrochemistry. 2014; 1: 27-36.
15. Trapeznikov V.K., Ivanov I.I., Kudoyarova G.R. The influence of mineral fertilizer application technology on the resistance of spring wheat varieties to water deficiency. Agrochemistry. 2013; 1: 26-34.

16. Trofimova T.A., Korzhov S.I., Gulevsky V.A. et al. Assessing the degree of physical degradation and suitability of chernozems for the minimization of basic tillage. *Eurasian Soil Science*. 2018; 51(9): 1080-1085.
17. Nade B.B. Effects of Climatic and Agronomic Factors on Yield and Quality of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). Seed: A Review on Selected Factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018; 6(2): 356-360.
18. Saryche A.N. Peculiarities of ecological conditions for the formation of spring Barley bioproductivity in the arid zone of the Volgograd region on lands exposed to deflation. *Arid Ecosystems*. 2018; 8(2): 129-134.

Информация об авторах / Information about the authors

Беляев Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФНЦ агроэкологии РАН ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук»

director@vfanc.ru

тел.: +7 (844) 296 85 25

Петров Николай Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технология перерабатывающих и пищевых производств», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

director@vfanc.ru

тел.: +7 (904) 776 04 20

Зверева Галина Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Менеджмент и логистика в АПК», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

gzvereva @yandex.ru

тел.: +7 (909) 389 50 89

Кузнецова Елена Андреевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой «Технология перерабатывающих и пищевых производств», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

keal985@mail.ru

тел.: +7 (927) 541 35 96

Alexander I. Belyaev, Dr Sci. (Agriculture), Professor, Director of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, FSBSI «Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»

director@vfanc.ru

tel.: +7 (844) 296 85 25

Nikolay Yu. Petrov, Dr Sci. (Agriculture), Professor, the Department of Technology of Processing and Food Production, FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»

director@vfanc.ru

tel.: +7 (904) 776 04 20

Galina N. Zvereva, Dr Sci. (Econ.), Associate Professor, the Department of Management and Logistics in the Agro-Industrial Complex, FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»

gzvereva @yandex.ru

tel.: +7 (909) 389 50 89

Elena A. Kuznetsova, PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Technology of Processing and Food Production, FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»

keal985@mail.ru

tel.: +7 (927) 541 35 96

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 Contributions of Co-authors

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

Поступила в редакцию 02.10.2023; поступила после рецензирования 07.11.2023; принята к публикации 08.11.2023

Received 02.11.2023; Revised 07.11.2023; Accepted 08.11.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Политомический ключ для подбора растений по декоративным, фенологическим, фенотипическим признакам при озеленении городов Юга России

Наталья А. Трушева*, Ольга Н. Резчикова

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

Аннотация. Классический подбор растений для озеленения городской среды представляет собой достаточно трудоемкий процесс, связанный с использованием большого количества справочных материалов, атласов и каталогов растений. Требуется рассматривать различные характеристики растений с учетом их декоративности, взаимной сочетаемости, приживаемости в природных условиях каждого региона и другое. Целью данной работы являлись разработка политомического ключа и создание на его основе современной компьютерной программы для упрощения подбора растений по декоративным, фенотипическим и фенологическим признакам при озеленении городов юга России. Был применен метод составления политомического ключа, как способа определения растений по нескольким ведущим признакам, когда исходные группы делятся одновременно на несколько более мелких. Учитывались жизненные формы, размер, габитус растений, характеристики ствола и кроны, особенности цветения и плодоношения, а также экологические требования. По результатам изучения ассортимента декоративных растений в крупных питомниках Краснодарского края и Республики Адыгея был составлен перечень наименований растений и применено кодирование их признаков при помощи политомического ключа. Ключ состоял из 8 разделов, благодаря которым возможно дать максимально полное описание растения по 36 параметрам. Составленная в результате база данных получила свидетельство государственной регистрации № 2023621905. База и работа политомического ключа, как компьютерная программа. Функционирование программы успешно апробировано. Созданная программа значительно упрощает работу по выбору ассортимента растений при озеленении, сокращая ее до нескольких минут.

Ключевые слова: политомический ключ, декоративное садоводство, упрощение подбора растений, база данных, компьютерная программа

Для цитирования: Трушева Н.А., Резчикова О.Н. Политомический ключ для подбора растений по декоративным, фенологическим, фенотипическим признакам. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 212-228. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-212-228>

Polytomous key for selecting plants according to decorative, phenological, phenotypic traits when landscaping cities in the south of Russia

Natalia A. Trusheva*, Olga N. Rezchikova

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

Abstract. The classic selection of plants for landscaping the urban environment is a rather labor-intensive process involving the use of a large number of reference materials, atlases and plant catalogs. It is necessary

to consider various characteristics of plants, taking into account their decorativeness, mutual compatibility, survival in the natural conditions of each region, etc. The purpose of the research was developing a polytomous key and creating it using a modern computer program to simplify the selection of plants according to decorative, phenotypic and phenological characteristics for landscaping cities in the southern Russia. The method of compiling a polytomous key was used as a way to identify plants by several leading characteristics, when the original groups were simultaneously divided into several smaller ones. The life forms, size, habitus of plants, characteristics of the trunk and crown, characteristics of flowering and fruiting, as well as environmental requirements were taken into account. On the basis of the research results the assortment of ornamental plants in large nurseries of the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea, a list of plant names was compiled and their characteristics were encoded using a polytomous key. The key consisted of 8 sections, thanks to which it was possible to give the most complete description of the plant according to 36 parameters. The resulting database received state registration certificate No. 2023621905. The base and operation of the polytomous key are like a computer program. The functioning of the program has been successfully tested. The created program greatly simplifies the work of choosing an assortment of plants for landscaping, reducing it to a few minutes.

Keywords: polytomous key, ornamental gardening, simplification of plant selection, database, computer program

For citation: Trusheva N.A., Rezchikova O.N. Polytomous key for selecting plants according to decorative, phenological, phenotypic traits when landscaping cities in the south of Russia. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 212-228. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-212-228>

Введение. Озеленение городской среды – это комплекс мероприятий, связанных с проектированием, созданием и использованием различных видов насаждений, а также декоративных растительных элементов планировки садов и парков. Грамотный подбор растений при формировании композиций требует от специалиста емкой базы знаний и опыта. При всем многообразии растительного ассортимента, представленного на современном «зеленом» рынке, в большинстве своем городские клумбы юга России оформлены однообразно, вероятно из-за стремления минимизировать финансовые затраты и нежелания выходить за рамки привычного, многократно проверенного ассортимента, отраженного в посадочных чертежах объектов ландшафтной архитектуры. Одним из вариантов решения проблемы является применение современных технологий для подбора растений, которые способны дать большое количество информации за очень короткое время, то есть сократить весь производственный процесс в два и более раза по времени.

Кроме того, методика ландшафтного проектирования включает разработку дендрологического плана любого объекта ландшафтной архитектуры. Иногда, ведомость элементов озеленения может содержать сотни наименований видов и форм растений, каждый из которых, имеет свои характеристики: высоту, диаметр кроны, особенности вегетации, биологию, экологию и многие другие параметры, требования. Удержать одновременно всю эту информацию в поле внимания практически невозможно. Понимание этого стало решающим аргументом в пользу работы над созданием программы по подбору ассортимента растений на основе базы растений, сформированных политомическим ключом.

Целью работы являлись разработка политомического ключа и создание на его основе компьютерной программы для упрощения подбора растений по декоративным, фенотипическим и фенологическим признакам при озеленении городов юга России.

Задачи:

- изучение отечественного и зарубежного опыта применения политомического ключа для классификации растений;
- разработка диагностических параметров для политомического ключа по подбору растений на основе декоративных, фенотипических, экологических и фенологических признаков;
- изучение ассортимента декоративных растений в крупных питомниках Краснодарского края и Республики Адыгея, с целью создание перечня наименований растений для кодирования их признаков с применением политомического ключа;
- создание базы декоративных растений на основе политомического ключа для компьютерной программы;
- создание компьютерной программы для подбора ассортимента растений на основе политомического ключа;
- апробация программы по подбору ассортимента растений и описание алгоритма её применения.

Понятие политомический ключ применяется в современной биологической диагностике, изучающей теорию и практику построения определителей биологических объектов (ключей) [10, с. 197]. Первоначально в биологии для определения видов были предложены дихотомические ключи. Важная общая черта таких ключей – диагноз начинается всегда с одного признака (или с

одной группы альтернатив – тезы и антитезы). Если этот признак недоступен пользователю, то такой ключ почти бесполезен. Обойти этот недостаток, можно только создавая многовходовые ключи [11, с. 252]. Кроме того, работа с одновходовыми определителями трудоемка и требует затрат большого количества времени.

В середине прошлого столетия Б.Е. Балковским был предложен новый метод определения растений – политомический ключ. Вместо тез и антитез обычного дихотомического определителя, им были предложены ряды сравнимых и взаимоисключающих (преобразуемых) признаков с переводом их на язык цифр [2, с. 2]. Сущность этого принципа заключается в том, что «...сопоставление признаков проводится по требуемому количеству частей; б) определение возможно даже тогда, когда часть признаков отсутствует; в) устраняется перекрывание признаков; г) разрешается свободно размещать и переставлять признаки и таксоны по алфавиту, степени родства и др.; д) существует возможность дополнительного включения новых наименований без переделки таблиц, так как политомический принцип представляет открытую систему; е) благодаря цифровому обозначению признаков сокращается объем определителя, обеспечивается легкое сравнение и анализ признаков, таксонов и др. [8, с. 19]. В своей работе «О повышении диагностической значимости признаков, используемых для определения растений» Б.Е. Балковский впервые предложил использовать многовходовый ключ в определении растений. На примере 8-мирядового ключа, где для каждого ряда приводились 3-6 признаков, им был составлен определитель видов рода герань [3, с. 1312]. В его книге «Цифровой политомический ключ для определения растений» впервые приводится цифровой политомический ключ для определения родов губоцветных для Украинской ССР [2, с. 26]. В то же время, для небольших групп таксонов на примере герани Днепропетровской области он предложил использовать линейные ключи, которые строятся на основе только специфических признаков, простых или комплексных. Такой ключ получают при составлении вертикального списка растений со специфическими признаками [2, с. 23]. Кроме того, ученый рассматривал возможность применения узколокального ключа на примере видов рода герань Киевской области [2, с. 24].

Тема была развита в целом ряде отечественных работ таких авторов, как П.Х. Кискин (1966), А.Л. Лобанов (1972), А.В. Свиридов (1994) и других [8, с. 19], [9, с. 668], [11, с. 250]. Начальный этап совпал с появлением у биологов возможности использовать компьютеры [10, с. 197]. Тогда же, в середине 1960-х годов, были проведены первые опыты использования электронных

определителей биологических объектов такими авторами, как П.Х. Кискин, И.Н. Печерская, Ю.Н. Печерский и другие [8, с. 40], [16, с. 79].

Немалый вклад в создание электронных определителей внес российский ученый А.Л. Лобанов. На базе ЗИН РАН А.Л. Лобанов разрабатывал теоретические и практические основы создания электронных определителей с 70-х годов XX века. Созданная им на базе ЭВМ «Наири-1» в 1974 г. диагностическая система «Диагностика-1» стала первой в СССР.

В настоящее время идея политомических ключей продолжает находить применение в создании многих компьютерных программ-определителей. Так в 2002 г. коллективом авторов под руководством А.Л. Лобанова была разработана информационно-поисковая система «Биоразнообразие России» – БИОДИВ (BIODIV). Она была размещена на веб-портале Зоологического института РАН. В 2004 г. был создан веб-ресурс «Plantarium» – атлас видов с первым онлайн-определителем растений. Основной задачей ресурса была систематизация данных и обмен опытом между специалистами в области ботаники и любителями природы [16, с. 79]. В 2005-2010 годах при поддержке РФФИ была создана программа к политомическим многовходовым Интернет-определителем – WebKey-X, впоследствии доработанная, как Superkey. В первоначальном варианте в 2010 году она предложена с двумя базами данных (жуки -130 видов и земновосты Арктики – 35 видов). [7, с. 451]. Подобная компьютерная программа была создана в лаборатории Гербарий ЦСБС СО РАН для определения видов астрагалов Сибири [1, с. 912]. В 2012 году Т.А. Остроумовой (Ботанический сад МГУ) подготовлен электронный определитель зонтичных (Umbelliferae), который опубликован на CDROM-диске как приложение к монографии «Зонтичные (Umbelliferae) России». Определитель содержит 300 таксонов Umbelliferae и позволяет проводить их идентификацию по 81 признаку. Диск содержит многовходовый ключ для определения растений и фотографии гербарных образцов [13, с. 4]. В работе Д.Р. Барашкова освещены результаты разработки интерактивного политомического определителя (Polythom), на базе современных технологий: PHP, MySQL [4, с. 7]. Возможности применения политомического ключа очень обширны и способны удовлетворить требованиям, предъявляемым для определения видов целой биосистемы, что доказывает монография А.И. Сметанина «Политомический анализ биоты Камчатки» [14, с. 45].

Подобные работы проводились и за рубежом. Так, в Великобритании в 80-х годах прошлого столетия, была создана база данных Delta, содержащая сведения о травах, жуках, муравьях

и других видах [17, с. 41]. В последствие, на ее основе был составлен определитель жуков, помещенный на CD-ROM. Создан он с использованием программы для интерактивной идентификации видов-Intkey [19, с. 165]. Списки таксонов базы данных Delta постоянно обновляются [18, с. 2]. Идея применения политомического ключа отражена во многих работах зарубежных авторов, таких как Allkin and White (1988), Bisby (1988), Boswell and Gibbs (1986), Dedet, Lebbe and Vignes (1990), Estep (198), Holmes and Hill (1985), Leuschner and Sviridov (1986), Miller and Day (1990), Pankhurst (1978, 1986, 1988, 19910, Payne (1978), Payne and Preece (1980), Rubio (1986), Schalk (1993), Sviridov and Leuschner (1986), Tilling (1984), Vignes, Lebbe and Dedet (1990), Watson (1981), Winfield et al. (1987) [11, с. 250]. Вопрос преимущества использования политомических многоходовых ключей для определения родов или видов по сравнению с дихотомическими поддерживается многими авторами [20, с. 2]. В 2009 году группа авторов из США, Южной Африки и Болгарии в своей совместной работе, посвященной инвентаризации насекомых-паразитов родов семейства Agathidinae предлагают использование идентификационных онлайн-ключей к родам в разных форматах, в том числе DELTA/Intkey, Lucid и MX [21, с. 20].

К настоящему времени, как и в нашей стране, применение политомического ключа нашло отражение в создании многих зарубежных Интернет-определителей, предоставляющих облегченный доступ к информации, таких как, например, Global Biodiversity Information Facility, EDIT, BIOTA, Xper2 и другие [22, с. 704].

Направление нашло отражение и в ландшафтной архитектуре. Так, в работе А.Л. Калмыковой по оценке декоративности кустарников г. Саратов рассмотрен процесс создания стабильно-декоративного ландшафта населенных мест эстетически-привлекательного с ранней весны до поздней осени, учитывая сроки и характер проявления фаз цветения кустарников, появления привлекающих внимание плодов и проявления сезонной окраски листвы у видов и сортов растений, которые определяют пики декоративности насаждений на протяжении вегетационного периода [6, с. 142].

Это направление приняли, и мы в своих работах, изучая вопросы озеленения города Майкопа. Оценка состояния зеленых посадок и целесообразность проектирования видового состава растений города Майкоп с учетом их биологических, экологических особенностей и декоративности отражена в публикации «Проблемы озеленения городов юга России на примере Майкопа» [5, с. 159].

В 2019 нами был предложен цифровой политомический ключ для грамотного выбора

видов лиан для вертикального озеленения города Майкопа [15, с. 214]. В этом же году под руководством автора идеи Н.А. Трушевой была выполнена работа, расширяющая понятие применения политомического ключа и ставшая основой для магистерской работы А.А. Романченко «Политомический ключ для подбора растений по декоративным признакам. Составление и применение». С 2020 года ведётся работа по совершенствованию политомического ключа, как инструмента поиска растений для подбора ассортимента в декоративные группы, что нашло отражение в статье, опубликованной в 2021 году «Расширение ассортимента декоративных растений для применения политомического ключа в ландшафтах урбанизированных территорий юга России» [12, с. 92]. На основе политомического ключа подготовлена база данных, содержащая информацию о признаках многих местных растений. Создана компьютерная программа для работы с базой. Программа была успешно апробирована в студенческих работах. В данной работе приведены сводные материалы, рассказывающие обо всех этапах работы по созданию программы для упрощенного подбора растений признакам для озеленения городов юга России.

Методы

Был составлен перечень признаков, характеризующих различные декоративные свойства растений. Для каждого наименования проведено диагностическое исследование растения с использованием справочной литературы и собственных наблюдений. В результате получено кодированное описание признаков растения максимально точно отражающих различные вариации декоративности.

Политомический ключ для подбора растений нами был составлен по следующему принципу. Описание и кодирование признаков для составления политомического ключа для каждого наименования начинают с определения жизненной формы и типа растений, например, лиственный кустарник или хвойное дерево. Вторым пунктом идёт определение растений по размерам и габитусу, описываются высота растения, сила роста, характер и форма кроны. Следует учитывать, что внесены данные о параметрах каждого вида, которые характерны для растения в максимально благоприятных условиях произрастания, без вмешательства человека в виде формовочных стрижек и обрезок. Третьим шагом является описание ствола и побегов растений, к примеру, для усиления декоративности в зимний период необходимо выбрать растения с тонкими побегами необычного окраса. Для работы с хвойными растениями необходимо определиться с цветом хвои и тоном её окраски. Для лиственных деревьев и кустарников основные показатели

декоративности – это сроки распускания листьев, продолжительность облиственности, размер, форма, фактура и цвет листовой пластины. Также могут быть важны сезонные изменения окраски листьев. Четвёртый шаг – цветение, ещё один важный показатель декоративности при составлении композиций для озеленения объектов городской среды. Описываются сроки цветения, его кратность за сезон, продолжительность, окраска, характер и форма цветов, величина соцветий, наличие или отсутствие аромата. Пятый шаг – плодоношение. Часто наличие или отсутствие плодов играет решающую роль в конечном выборе растения. В программе указывается продолжительность плодоношения, размеры и характер плодов, их окраска. Шестой шаг – экологические требования, предъявляемые растениями к месту обитания. Например, требования к кислотности и увлажнению почвы, освещённости места произрастания, устойчивости к антропогенным нагрузкам и другие.

Далее были проанализированы южные виды растений, представленные в местных питомниках, таких как «Гавриш», «Розовый сад», «Юг-флора», «Голдпрайз» и другие.

В электронных таблицах программы Excel создана база растений, собранных на основе политомического ключа по декоративным, экологическим, фенологическим, фенотипическим признакам. База получила свидетельство государственной регистрации базы данных № 2023621905. База и работа политомического ключа, как компьютерная программа.

Результаты и обсуждение

Результатом первоначального этапа исследований было создание политомического ключа к подбору растений по декоративным и другим

признакам для ландшафтного озеленения городов юга России. Постепенно ключ был дополнен и расширен. В табл. 1 представлен окончательный список кодов декоративных признаков растений.

В табл. 1 указано, что разработанный политомический ключ состоит из восьми разделов, благодаря которым возможно дать максимально полное описание растения по 36 параметрам. Он подходит для работы с лиственными и хвойными деревьями, кустарниками, травянистыми однолетними и многолетними растениями, а также лианами. На рис. 1 представлены «иконки» ассортимента политомического ключа.

На следующем этапе был составлен перечень наименований растений, для которых разрабатывался ключ. Изучение ассортимента, представленного в каталогах крупных южных питомников, позволило составить перечень растений из 680 наименований. Для каждого из наименований, составлен и внесён в табличный документ MS Excel соответствующий код, дающий представление о декоративных, фенологических, экологических, фенотипических особенностях растений.

На последнем этапе для упрощения и ускорения работы с созданной базой данных, её тестированием и наполнением дополнительной информацией (фотографии, текстовое описание растений) была разработана компьютерная программа. На рис. 2 представлено диалоговое окно программы по подбору ассортимента растений, разработанной на основе политомического ключа.

Для того чтобы начать использование программы необходимо перейти по ссылке <http://kust-db.devel-up.ru/>. Программой можно воспользоваться как через браузер персонального



Рис. 1. Ассортимент растений в «иконках» программы

Fig. 1. Assortment of plants in the program «icons»

Таблица 1

Кодирование декоративных признаков

Coding of decorative features	
Характеристика признака	Код
1	2
1 Жизненная форма	
1.1 Дерево	
– лиственное	1
– хвойное	2
1.2 Кустарник	
– лиственный	1
– хвойный	2
1.3 Трава	
– однолетник	1
– двулетник	2
1	2
– многолетник	3
1.4 Лиана	
– древовидная	1
– травянистая	2
2 Размеры, габитус растения	
2.1 Высота растения	
– стелящиеся	1
– карликовые (деревья менее 3 м, кустарники до 0,5 м, трава 0,1–0,25 м)	2
– низкорослая (деревья менее 5м, кустарники 0,5–1 м, трава 0,25– 0,5 м)	3
– средневысокая (деревья 10–15 м, кустарники 1–2 м, трава 0,5–1 м)	4
– высокая (деревья от 15до 20 м, кустарники от 2 до 5 м, трава 1–2 м)	5
– очень высокая (деревья более 20 м, кустарники более 5 м, трава более 2 м)	6
2.2 Сила роста (для древесных пород и кустарников)	
– быстрорастущие – с приростом по 1 м	1
– умеренного роста — с приростом до 0,5–0,6 м	2
– медленно растущие — с приростом до 0.25–0.3 м	3
– весьма медленно с приростом до 15 см и менее	4
2.3 Характер кроны	
– плотная	1
– ажурная	2
2.4 Форма кроны	
– пирамидальная, конусовидная	1
– плакучая	2
– раскидистая, шаровидная	3
– распростертая	4
– вытянутая, овальная	5
– колоновидная	6
– зонтичная	7
– карликовая, подушковидная	8
– стланиковая	9
– яйцевидная	10
– шаровидная	11
3 Ствол и побеги	
3.1 Характер ствола и побегов	
– побеги тонкие, слабые, травянистые	1
– побеги сильные, древесные, структурные	2

3.2 Окраска ствола и побегов	
– не декоративная	0
– оригинальная (белая, желтая, красная и т.д.)	1
1	2
4 Хвоя	
4.1 Тона окраски	
– теплый	1
– холодный	2
4.2 Цвет хвои	
– голубой	1
– сизый	2
– серый	3
– серебристый	4
– синева-стальная	5
– серебристо-голубая, сизо-голубая	6
– серебристо-белая	7
– голубовато-зеленый	8
– желтые	9
– золотисто-зеленые	10
– зеленый	11
– вариативный	12
– светло-зеленый	13
5 Листья	
5.1 Сроки распускания листьев	
– начало мая	0
– середина марта – конец апреля	1
– начало марта	2
5.2 Продолжительность облиствения	
– ранний листопад	0
– средняя продолжительность	1
– сохранение листьев до заморозков	2
– в течение всего года	3
5.3 Размер и форма листьев	
– крупные, простые	1
– крупные, сложные или рассеченные	2
– средние, простые	3
– средние, сложные или рассеченные	4
– мелкие, простые	5
– мелкие, сложные или рассеченные	6
– очень мелкие, простые	7
– очень мелкие, сложные или рассеченные	8
5.4 Фактура листьев	
– матовые	1
– глянцевые	2
1	2
– опушенные	3
5.5 Цвет листьев	
– темно-зеленый	1
– зеленый	2
– светло-зеленый	3
– бело-зеленый	4
– желто-зеленые, желтые	5
– голубовато-зеленый	6

– с оттенками розового или красного	7
– пурпурные, красные	8
– мраморные, пятнистые	9
– серо-зелёные	10
– серебристо-серый	11
5.6 Сезонные изменения окраски листьев	
– окраска не изменяется	0
– окраска изменяется при распускании листьев	1
– окраска изменяется осенью	2
– окраска изменяется в течение всего сезона	3
5.7 Осенняя окраска листьев	
– не декоративная	0
– преобладают жёлтые и оранжевые тона	1
– преобладают красные тона	2
– преобладают пурпурные тона	3
– зелёная	4
6 Цветение	
6.1 Кратность цветения	
– отсутствие цветения	0
– один раз за сезон	1
– несколько раз за сезон	2
– значительная часть вегетационного периода	3
6.2 Сроки цветения	
– ранневесеннее	1
– весеннее	2
– весенне-летнее	3
– летнее	4
– летне-осеннее	5
– летне-осеннее	5
– осеннее	6
– значительная часть вегетационного периода	7
6.3 Продолжительность цветения	
1	2
– непродолжительное	0
– средней продолжительности (до 21 дня)	1
– продолжительное (до дней 40 дней)	2
– длительное (41–70 дней)	3
– значительная часть вегетационного периода (более 70 дней)	4
6.4 Характер цветения	
– цветы одиночные	1
– цветки собраны в соцветия	2
6.5 Величина отдельных цветков	
– мелкие, до 2 см	1
– средние, от 2 до 5 см	2
– крупные, от 5 до 10 см	3
– очень крупные, более 10 см	4
6.6 Величина соцветий	
– нет соцветий	0
– мелкие, до 10 см	1
– крупные, от 10 до 20 см	2
– очень крупные, от 20 до 30 см	3
6.7 Окраска цветков	
– белая	1

– жёлтая, бледно-жёлтая	2
– розовая, интенсивно-розовая	3
– оранжевая, красная	4
– бледно-зелёная	5
– синяя, фиолетовая, сиреневая	6
– в зависимости от сорта	7
– темно-фиолетовый, чёрный	8
6.8 Аромат	
– отсутствует	0
– сильный, непривлекательный	1
– слабый, непривлекательный	2
– слабый, приятный	3
– сильный, приятный	4
7 Плодоношение	
7.1 Продолжение плодоношения	
– плоды быстро опадают	0
– плоды сохраняются до зимы	1
– плоды сохраняются до следующего сезона	2
– плоды и цветки присутствуют одновременно	3
7.2 Размеры и характер плодов	
1	2
– мелкие (до 3 см) плоды, единичные	1
– мелкие (до 3 см) плоды, собраны в кисти, грозди	2
– средние(3–7см) плоды, единичные	3
– средние (3–7 см) плоды, собраны в кисти, грозди	4
– крупные (более 7 см)	5
7.3 Окраска плодов	
– чёрная	1
– белая	2
– соломенно-жёлтая, жёлтая, оранжевая, коричневая	3
– розовая, красная	4
– темно-вишнёвая, пурпурная	5
– синяя (сизая)	6
– зелёная	7
8 Типы растений по экологическим признакам	
8.1 По отношению к свету	
– гелиофиты (светолюбивые)	1
– сциофиты (тенелюбивые)	2
– теневыносливые (факультативные гелиофиты)	3
8.2 Требования к кислотности почвы	
– ацидофилы (кислые почвы)	1
– базифилы (нейтральные и слабощелочные почвы)	2
– безразличные к кислотности почвы	3
– щелочные почвы	4
8.3 Требования к влажности почвы	
– влажные почвы	1
– нормальное увлажнение	2
– сухие почвы	3
– переносят засоленные почвы	4
8.4 По отношению к содержанию кальция в почве	
– кальцефилы (известколюбые)	1
– кальцефобы – избегают почвы, богатые известью	2
– безразличные к содержанию кальция	0

8.5 Отношение к антропогенным нагрузкам	
– устойчивы	1
– подвержены	0
8.6 По отношению к воде	
– гидатофиты	1
– гидрофиты	2
– гигрофиты	3
– мезофиты	0

Рис. 2. Диалоговое окно программы по подбору ассортимента растений, разработанной на основе политомического ключа

Fig. 2. Dialog window of a program for selecting an assortment of plants developed on the basis of a polytomous key

компьютера, так и в браузере любого мобильного устройства.

В программе для каждого наименования создана отдельная карточка растения. На рис. 3 представлена карточка, включающая в себя фото растения в различные периоды вегетации (А), краткое текстовое описание (Б), а также код для политомического ключа, который можно просмотреть, воспользовавшись вкладкой «Свойства» (В).

Данная программа позволяет формировать поисковый запрос по подбору ассортимента растений. Опыт показал, что оптимальным является поисковый запрос, состоящий от четырех

до шести, максимум восьми параметров. Более сложный запрос, как правило, не даёт результата. В случае если первоначальный запрос дал более 10 вариантов – рационально ввести один или два дополнительных критерия, что уменьшит их количество до приемлемого числа. Например, возможно отобрать лиственные деревья высотой более 15 метров, в осенней окраске листьев которых преобладают красные тона, также можно посмотреть, какие из представленных видов устойчивы к антропогенной нагрузке.

Результаты поиска отображается в виде ниспадающего списка из карточек растений, подходящих под требования запроса. Кроме того,

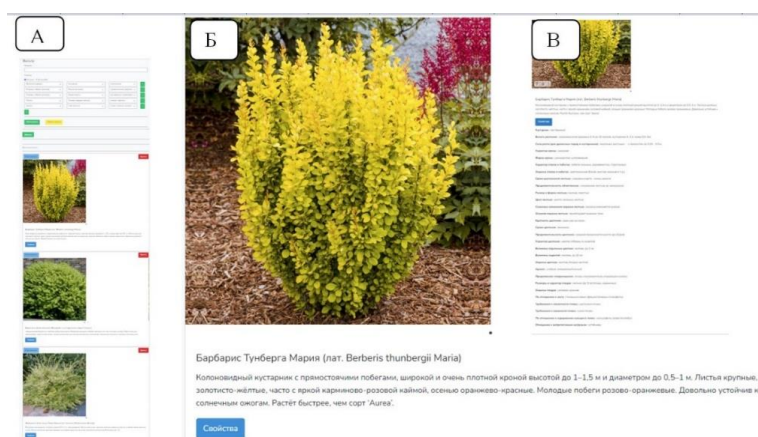


Рис. 3. Отдельная карточка растения

Fig 3. Individual plant card

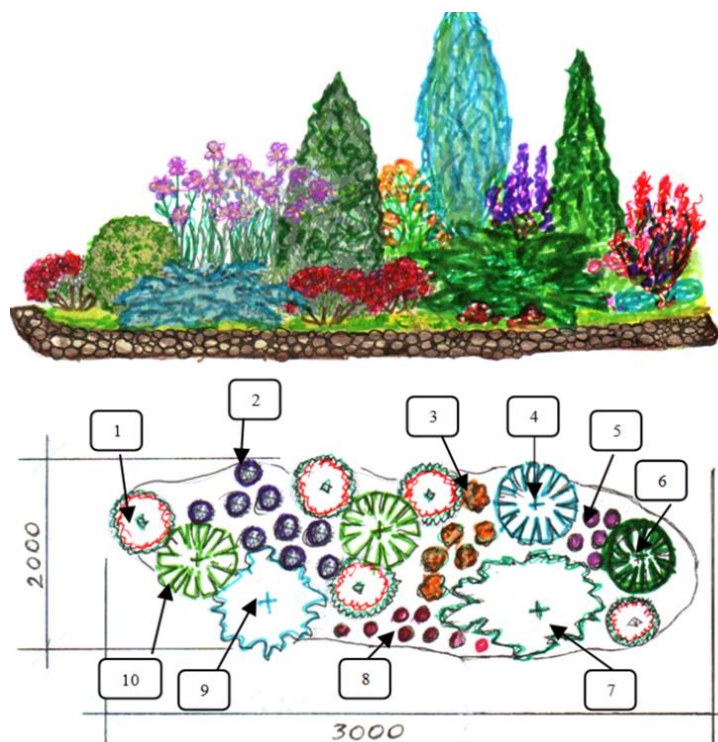


Рис. 4. Эскиз декоративной группы растений для городской клумбы

Fig. 4. Sketch of a decorative group of plants for a city flowerbed

Перечень растений для декоративной группы

Таблица 2

List of plants for a decorative group

Table 2

№ п/п	Жизненная форма	Количество, шт.	Высота, см	Площадь, м ²
1	Лиственный кустарник	5	40–60	1,0
2	Многолетник	10	80–100	0,7
3	Многолетник	7	60–80	0,6
4	Хвойный кустарник	1	140–160	1,0
5	Однолетник	6	30–40	0,5
6	Хвойный кустарник	1	100–120	0,8
7	Лиственный кустарник	1	60–80	1,2
8	Однолетник	10	20–30	0,5
9	Хвойный кустарник	1	30–40	1,0
10	Лиственный кустарник	2	60–80	1,0

возможно осуществить подбор растений с нужными нам характеристиками среди одного вида. Например, отсортировать барбарисы с жёлтой листвой. Ещё одним плюсом данной программы является возможность расширения ассортимента за счёт кодирования растений непосредственно в интерфейсе программы. Для этого предусмотрено два инструмента «Создать» и «Дублировать». В первом случае карточка растений заполняется

«с нуля». Поэтапно вносится наименование растения, основные и дополнительные фотографии, краткая текстовая информация, а также вводится код, позволяющий максимально охарактеризовать растение. Во втором случае создаётся дубль ранее существующей карточки с возможностью внесения всех необходимых изменений. Это удобно при заполнении картотеки для различных сортов растений одного вида.

Для знакомства с работой программы по подбору ассортимента растений предлагается рассмотреть пример разработки проекта декоративной группы, применение которой возможно на любой городской территории. За счёт простоты композиции и компактных размеров

Таблица 3

Поисковые запросы в программе по подбору ассортимента декоративных растений на основе политомического ключа

Table 3

Search queries in a program for selecting an assortment of ornamental plants based on a polytomous key

№ п/п	№ шага	Тип свойства	Свойство	Значение свойства
1	2	3	4	5
1	1	Жизненная форма	Кустарник	Лиственное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	Оранжевая, красная
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
2	1	Жизненная форма	Трава	Многолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Средневысокая
	3	Цветение	Окраска цветов	Синяя, фиолетовая, сиреневая
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
1	2	3	4	5
3	1	Жизненная форма	Трава	Многолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	Оранжевая, красная
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
	5	Цветение	Продолжительность цветения	Значительная часть вегетационного периода
4	1	Жизненная форма	Кустарник	Хвойное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Средневысокое
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	Колоновидная
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	Колоновидная
	4	Хвоя	Цвет хвои	Зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
5	1	Жизненная форма	Трава	Однолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	Синяя, фиолетовая, сиреневая
	4	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
6	1	Жизненная форма	Кустарник	Хвойное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослое
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	Распростёртая
	4	Хвоя	Цвет хвои	Зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
7	1	Жизненная форма	Кустарник	Лиственное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Низкорослая
	3	Цветение	Окраска цветов	жёлтая, бледно-жёлтая
	4	Листья	Цвет листьев	светло-зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы
8	1	Жизненная форма	Трава	Однолетник
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	Карликовая
	3	Цветение	Окраска цветов	оранжевая, красная
	4	Цветение	Продолжительность цветения	значительная часть вегетационного периода
9	1	Жизненная форма	Кустарник	хвойное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	карликовые
	3	Размеры, габитус растения	Форма кроны	карликовая, подушковидная
	4	Хвоя	Цвет хвои	Голубовато-зелёный
	5	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	устойчивы
10	1	Жизненная форма	Кустарник	лиственное
	2	Размеры, габитус растения	Высота растения	низкорослая
	3	Листья	Окраска цветов	жёлто-зелёные
	5	Размеры, габитус растения	Форма кроны	раскидистая, шатровидная
	6	Типы растений по экологическим признакам	По отношению к антропогенным нагрузкам	Устойчивы

она гармонично впишется в практически любое пространство. На рис. 4 представлен эскиз декоративной группы растений для городской клумбы.

Разработанный эскиз даёт представление о масштабах растений, их примерной форме. В табл. 2 представлен перечень растений для декоративной группы.

Далее в программе формируют поисковые запросы для каждого из необходимых 10 типов растений. Например, лиственный кустарник, высотой до 1,0 м, с яркими оранжевыми или красными цветами, устойчивый к антропогенной нагрузке.

В табл. 3 отражены поисковые запросы в программе по подбору ассортимента декоративных растений.

Программой предлагаются от одно до шести вариантов на каждый поисковый запрос. Результаты подбора растений представлены в табл. 4.

Опираясь на данные программы по подбору декоративных растений и концепцию создаваемой декоративной группы, составлена ведомость элементов озеленения, которая представлена в табл. 5.

Подобранная декоративная группа может стать ярким украшением городских территорий в течение всего года, за счёт грамотного сочетания вечно зелёных хвойников, декоративнолистных кустарников и яркого цветочного наполнения из однолетних и многолетних травянистых растений.

Программу подбора растений по декоративным признакам под руководством Н.А. Трушевой успешно использовали в своих выпускных работах студенты МГТУ (г. Майкоп) Е.А. Шевченко «Применение полиномиического ключа в разработке проекта клумбы на площади перед администрацией города Новороссийска» и В.О. Доценко «Разработка универсальных модульных декоративных объектов с помощью полиномиического ключа». Была подтверждена лёгкость и эффективность в использовании при подборе растений на небольшие объекты (миксбордеры, цветники непрерывного цветения).

В будущем возможна работа с крупными питомниками и садовыми центрами. Наполнение базы данных растений актуальной информацией с указанием наличия и стоимости

Таблица 4

Результаты подбора растений программой

Table 4

Results of plant selection by the program

№ п/п	Результаты подбора при помощи политомического ключа
1	Лапчатка кустарниковая Ред Аси <i>Potentilla fruticosa</i> Red Ace Лапчатка кустарниковая Танжерин <i>Potentilla fruticosa</i> Tangerine Хеномелес превосходный <i>Nicoline Chaenomeles</i> x <i>superba</i> Nicoline
2	Астра кустарниковая Блю Лагуна <i>Aster dumosus</i> Blue Lagoon Астра новобельгийская Сара Баллард <i>Aster novi-belgii</i> Sarah Ballard Бруннера крупнолистная Джек Фрост <i>Brunnera macrophylla</i> Jack Frost Ирис Спурия <i>Iris spuria</i> Лилейник Блек Стокинг <i>Heemerocallis</i> Black Stockings Лилейник гибридный Блюберри Крим <i>Heemerocallis hybrida</i> Blueberry Cream
3	Гравилат Блейзинг Сансет <i>Gravilat Blazing Sunset</i>
4	Тис ягодный Фастигиата Робуста <i>Taxus baccata</i> Fastigiata Robusta
5	Вискария Голубой ангел <i>Viscaria Hyacintho angelus</i>
6	Сосна горная Пумилио <i>Pinus mugo</i> Pumilio
7	Барбарис Тунберга Грин Карпет <i>Berberis thunbergii</i> Green Carpet
8	Настурция Розовая вишня <i>Tropeaeolum majus</i> T. Nanum Rozovaya vishnya
9	Можжевельник горизонтальный Андорра Компакт <i>Juniperus horizontalis</i> Andorra Compact
10	Барбарис Тунберга Эвита <i>Berberis thunbergii</i> Evita Кариоптерис кландонский Ворчестер Голд <i>Caryopteris clandonensis</i> Worcester Gold Спирея Ван-Гутта с. Голд Фонтан <i>Spiraea vanhouttei</i> Gold Fountain

посадочного материала сделает данную программу незаменимым инструментом в работе, как профессионального ландшафтного архитектора, так и увлечённого садовода-любителя. Особенно эффективным применение политомического ключа может стать при работе совместно с питомниками декоративных растений, за счет внесения их ассортимента в компьютерную программу, разработанную на базе ассортимента растений, собранных с использованием политомического ключа по подбору необходимых растений. Тогда, для удобства специалистов зеленого хозяйства возможно внесение в поиск наименования питомника, как одного из параметров подбора. Это может играть ключевую роль при принятии решения создания композиции.

Предлагаемый политомический ключ можно применять в декоративном садоводстве при выращивании растений для озеленения объектов ландшафтной архитектуры, ассортимент которых заранее выбран при помощи нашей программы.

Выводы

Переосмысление применения и создание нового алгоритма работы с политомическим ключом позволило ему стать эффективным инструментом для подбора ассортимента растений в сфере ландшафтной архитектуры.

Опираясь на успехи в апробации применения программы с относительно небольшими объектами (миксбордеры, цветники непрерывного цветения), можно говорить о перспективах ее использования для целей благоустройства и озеленения территорий юга России и в более крупных масштабах.

Разработанная программа сокращает процесс формирования ассортимента насаждений до 5-10 минут, позволяя производить выборку растений по декоративным, фенологическим, экологическим и фенотипическим признакам, и условиям мест произрастания. Это способно улучшить качество работ и значительно расширить палитру выразительных средств, используемых для озеленения и благоустройства городской среды.

Таблица 5

Ведомость элементов озеленения

Table 5

List of landscaping elements

№ п/п	Наименование породы или вида насаждения	Высота, см	Количество, шт.	Примечание
1	Хеномелес превосходный Nicoline Chaenomeles x superba Nicoline	40–60	5	Декоративная группа
2	Астра кустарниковая Блю Лагуна Aster dumosus Blue Lagoon	80–100	10	Декоративная группа
3	Гравилат Блейзинг Сансет Gravilat Blazing Sunset	60–80	7	Декоративная группа
4	Тис ягодный Фастигиата Робуста Taxus baccata Fastigiata Robusta	140–160	1	Декоративная группа
5	Вискария Голубой ангел Viscaria Hyacintho angelus	30–40	6	Декоративная группа
6	Сосна горная Пумилио Pinus mugo Pumilio	100–120	1	Декоративная группа
7	Барбарис Тунберга Грин Карпет Berberis Thunbergii Green Carpet	60–80	1	Декоративная группа
8	Настурция Розовая вишня Tropaeolum majus, Tropaeolum Nanum Rozovaya vishnya	20–30	10	Декоративная группа
9	Можжевельник горизонтальный Андорра Компакт Juniperus horizontalis Andorra	30–40	1	Декоративная группа
10	Спирея Ван-Гутта Голд Фонтан Spiraea vanhouttei Gold Fountain	60–80	2	Декоративная группа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Артемов И.А. Многовходовый политомический компьютерный ключ для определения астрагалов Сибири (*Astragalus* L., Fabaceae). Сибирский экологический журнал. 2010; 1 (6): 909-918.
2. Балковский Б.Е. Цифровой политомический ключ для определения растений. Киев: Наукова думка; 1964.
3. Балковский Б.Е. О повышении диагностической значимости признаков, используемых для определения растений. Ботанический журнал. 1962; 47(9): 1309-1314.
4. Барашков Д.Р. Разработка интерактивного определителя на основе политомического поиска. Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы: труды Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию кафедры ботаники (Томск, 12-15 нояб. 2013 г.). Томск: Томск. ун-т; 2013: 7-8.
5. Варзарева В.Г., Трушева Н.А., Передельский Н.А. и др. Проблемы озеленения городов юга России на примере Майкопа. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2016; 44: 154-159.
6. Калмыкова А.Л., Заигралова Г.Н., Азарова О.В. и др. Оценка декоративности древесных кустарников, используемых в озеленении г. Саратова. Новые технологии / New technologies. 2018; 1: 139-146.
7. Кирейчук А.Г., Лобанов А.Л., Смирнов И.С. и др. Интернет-определители биологических объектов. 5 лет спустя. Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее: труды Международной суперкомпьютерной конференции (Новороссийск, 19-24 сент. 2011 г.). М.: МГУ; 2011: 449-453.
8. Кискин П.Х. Методы диагностики животных и растений на основе политомического принципа. Политомический принцип определения животных и растений. Кишинев: Штиинц; 1966: 19-40.
9. Лобанов А.Л. Логический анализ и классификация существующих форм диагностических ключей. Энтомологическое обозрение. 1972; 51(3): 668-681.

10. Лобанов А.Л. Диагностическая ценность качественных и количественных признаков в компьютерных определителях. Энтомологическое обозрение. 2015; 94(1): 197-202.
11. Лобанов А.Л., Кирейчук А.Г., Степанынц С.Д., Смирнов И.С. Диагностические ключи: от текстовых дихотомических до компьютерных. Труды Зоологического института РАН. Приложение № 2. 2013: 249-268.
12. Новакова А.Е. Расширение ассортимента декоративных растений для применения политомического ключа в ландшафтах урбанизированных территорий юга России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции аспирантов, докторантов и молодых ученых. Майкоп; 2021: 92-99.
13. Пименов М.Г., Остроумова Т.А. Зонтичные (Umbelliferae) России. М.: КМК; 2012.
14. Сметанина А.Н. Политомический анализ биоты Камчатки. М.: Русайнс; 2023.
15. Трушева Н.А. Подбор лиан для вертикального озеленения города Майкопа с помощью политомического ключа. Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019; 54: 213-218.
16. Хмарик А.Г., Сластун Д.Д., Егоров А.А. и др. Компьютерная система Taxon.pro для идентификации и исследования биологических таксонов в сети Интернет. Растительный мир Азиатской России. 2015; 2(18): 79-84.
17. Dallwitz M.J. A general system for coding taxonomic descriptions. 1980; 29: 41-46.
18. Dallwitz M.J., Paine T.A., Zurcher E.J. Principles of interactive keys. 2000 onwards. 20 P. delta-intkey.com/
19. Lawrence J.F., Hastings A.M., Dallwitz M.J., Paine T.A. and Zurcher E.J.: Beetles of the World: A Key and Information System for Families and Subfamilies. CD-ROM. Article in European Journal of Entomology. June 2001; 98(2): 165-166.
20. Penev L., Sharkey M., Erwin T., van Noort S., Buffington M., Selmann K., Johnson N., Taylor M., Thompson F., Dallwitz M. Data publication and dissemination of interactive keys under the open access model. ZooKeys. 2009; 21: 1-17.
21. Sharkey M., Yu D., van Noort S., Selmann K., Penev L. Revision of the Oriental genera of Agathidinae (Hymenoptera, Braconidae) with an emphasis on Thailand and interactive keys to genera published in three different formats. ZooKeys. 2009; 21: 19-54.
22. Ung V., Dubus G., Zaragüeta-Bagils R. et al. Xper2: introducing e-taxonomy. Bioinformatics. 2010. 26(5): 703-704.

REFERENCES:

1. Artemov I.A. Multi-input polytomous computer key for identifying astragals of Siberia (Astragalus L., Fabaceae). Siberian Ecological Journal. 2010; 17(6): 909-918.
2. Balkovsky B.E. Digital polytomous key for identifying plants. Kyiv: Naukova Dumka Publishing House; 1964.
3. Balkovsky B.E. On increasing the diagnostic significance of traits used to identify plants. Botanical Journal 1962; 47 (9): 1309-1314.
4. Barashkov D.R. Development of an interactive identifier based on polytomous search. Integration of botanical research and education: traditions and prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 125th anniversary of the Department of Botany (Tomsk, November 12-15, 2013). Tomsk: Tomsk. Univ., 2013: 7-8.
5. Varzareva V.G., Trusheva N.A., Peredelsky N.A. et al. Problems of landscaping cities in the southern Russia using the Maikop experience. Actual problems of the forestry complex. 2016; 44: 154-159.
6. Kalmykova A.L., Zaigralova G.N., Azarova O.V et al. Assessment of the decorative properties of woody shrubs used in landscaping in Saratov. Novye tehnologii / New technologies. 2018; 1: 139-146.
7. Kireychuk A.G., Lobanov A.L. Smirnov I.S. et al. Internet identifiers of biological objects. 5 years later // Scientific service on the Internet: exascale future: Proceedings of the international supercomputer conference (Novorossiysk, September 19-24, 2011). M.: Publishing house of Moscow State University, 2011: 449-453.
8. Kiskin P.Kh. Methods for diagnosing animals and plants based on the polytomous principle. Polytomous principle of determining animals and plants. Chisinau: Stintsa; 1966: 19-40.
9. Lobanov A.L. Logical analysis and classification of existing forms of diagnostic keys. Entomological Review. 1972; 51(3): 668-681.
10. Lobanov A.L. Diagnostic value of qualitative and quantitative features in computer determinants. Entomological Review. 2015; 94(1): 197-202.
11. Lobanov A.L., Kireychuk A.G., Stepanyants S.D., Smirnov I.S. Diagnostic keys: from text dichotomous to computer ones. Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences. Appendix No. 2. 2013: 249-268.
12. Novakova A.E. Expanding the range of ornamental plants for the use of the polytomous key in the landscapes of urbanized territories of the south of Russia. Materials of the All-Russian scientific and practical conference of graduate students, doctoral students and young scientists. Maikop; 2021: 92-99.

13. Pimenov M.G., Ostroumova T.A. Umbelliferae (Umbelliferae) of Russia. Moscow: Partnership of scientific publications KMK. 2012.
14. Smetanina A.N. Polytomic analysis of the biota of Kamchatka. Moscow: Rusigns; 2023.
15. Trusheva N.A. Selection of vines for vertical gardening in the city of Maikop using a polytomous key. Current problems of the forestry complex. 2019; 54: 213-218.
16. Khmarik A.G., Slastunov D.D., Egorov A.A. et al. Computer system Taxon.pro for identification and research of biological taxa on the Internet. Plant world of Asian Russia. 2015; 2(18): 79-84.
17. Dallwitz M.J. A general system for coding taxonomic descriptions. 1980; 29: 41-46.
18. Dallwitz M.J., Paine T.A., Zurcher E.J. Principles of interactive keys. 2000 onwards.
19. Lawrance J.F., Hastings A.M., Dallwitz M.J. et al. Beetles of the World: A Key and Information System for Families and Subfamilies. CD-ROM. Article in European Journal of Entomology. June 2001; 98(2): 165-166.
20. Penev L., Sharkey M., Erwin T. et al. Data publication and dissemination of interactive keys under the open access model. ZooKeys. 2009; 21: 1-17.
21. Sharkey M., Yu D., van Noort S. et al. Revision of the Oriental genera of Agathidinae (Hymenoptera, Braconidae) with an emphasis on Thailand and interactive keys to genera published in three different formats. ZooKeys. 2009; 21 19-54.
22. Ung V., Dubus G., Zaragüeta-Bagils R. et al. Xper2: introducing e-taxonomy. Bioinformatics. 2010; 26(5): 703-704.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Алексеевна Трушева, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры и лесного дела, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

na_ta_li_a@mail.ru

Ольга Николаевна Резчикова, кандидат биологических наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и лесного дела, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

olyatis@yandex.ru

Natalia A. Trusheva, PhD (Agriculture), Head of the Department of Landscape Architecture and Forestry, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

na_ta_li_a@mail.ru

Olga N. Rezchikova, PhD (Biology), Associate Professor, the Department of Landscape Architecture and Forestry, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

olyatis@yandex.ru

Поступила в редакцию 06.11.2023; поступила после рецензирования 01.12.2023; принята к публикации 04.12.2023

Received 06.11.2023; Revised 01.12.2023; Accepted 04.12.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Возможности использования результатов бонитировки почв в агротехнологиях Республики Адыгея

Юрий А. Чумаченко*, Нурбий И. Мамсиров, Эдуард М. Баронов

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

Аннотация. Бонитировка почв представляет собой сравнительную характеристику качества пашни и других площадей, оцениваемую в баллах. Оно осуществляется на основе специальных обследований почв с учетом запаса питательных веществ и других факторов, определяющих уровень естественного плодородия. Бонитировка почв является необходимой отправной точкой для экономической оценки земель, определения стандартной цены и создания земельного кадастра. В статье представлен результат комплексного исследования, направленный на определение качественных характеристик почвенного покрова Республики Адыгея. В результате определения балла бонитета можно спрогнозировать, сколько сельскохозяйственных угодий будет убрано в будущем, а также определить план посева для этой площади на год. Определение балла бонитета почвы также важно при решении таких вопросов, как регулирование земельных отношений, своевременное принятие мер по улучшению неудовлетворительных по показателям земельных участков. Установление балла бонитета позволяет качественно выполнять агротехнические, гидротехнические и химические мероприятия на тех участках, которые считаются худшими в результате определения качества почвы. Установленные при бонитировке группы почв, которые количественно характеризуются определенными природными признаками, формируют информационную основу для экономической оценки земель, данные которой имеют значение для рационального использования выделенных агропроизводственных групп с учетом их природных характеристик. На основании проведенных исследований предлагаются рекомендации по использованию полученных результатов бонитировки для возделывания различных сельскохозяйственных культур. Подчеркивается важность использования результатов бонитировки почв для повышения эффективности использования земельных ресурсов, улучшения сельскохозяйственного производства и обеспечения устойчивого развития региона.

Ключевые слова: почва, бонитировка, балл бонитета, качественная оценка, почвенный покров, земельные угодья, сельскохозяйственные культуры, Республика Адыгея, сельскохозяйственные культуры, экономическая эффективность

Для цитирования: Чумаченко Ю.А., Мамсиров Н.И., Баронов Э.Д. Возможности использования результатов бонитировки почв в агротехнологиях Республики Адыгея. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 229-233. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-229-233>

Possibilities of using the results of soil rating in agricultural technologies of the Republic of Adygea

Yuri A. Chumachenko*, Nurbiy I. Mamsirov, Eduard M. Baronov

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

Abstract. Soil rating is a comparative characteristic of the quality of arable land and other areas, assessed in points. It is carried out on the basis of special soil surveys, taking into account the supply of nutrients and other factors that determine the level of natural fertility. Soil rating is a necessary starting point for the economic assessment of land, determining the standard price and creating a land cadastre. The article presents the results of a comprehensive study aimed at determining the qualitative characteristics of the soil cover of the Republic of Adygea. As a result of determining the quality score, it is possible to predict how much agricultural land will be harvested in the future, as well as to determine the sowing plan for this area for the year. Determining the soil quality score is also important when resolving issues such as regulation of land relations, timely adoption of measures to improve land plots that are unsatisfactory in terms of indicators. Establishing a quality score allows for high-quality implementation of agrotechnical, hydraulic and chemical measures in those areas that are considered the worst as a result of determining soil quality. The groups of soils established during rating, which are quantitatively characterized by certain natural characteristics, form the information basis for the economic assessment of land, the data of which are important for the rational use of selected agricultural production groups, taking into account their natural characteristics. Based on the conducted research, recommendations are offered for using the obtained assessment results for the cultivation of various agricultural crops. The importance of using the results of soil assessment to improve the efficiency of land use, improve agricultural production and ensure sustainable development of the region has been emphasized.

Keywords: soil, rating, quality score, qualitative assessment, soil cover, land, agricultural crops, the Republic of Adygea, economic efficiency

For citation: Chumachenko Yu.A., Mamsirov N.I., Baronov E.D. Possibilities of using the results of soil rating in agricultural technologies of the Republic of Adygea. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 229-233. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-229-233>

В настоящее время в подавляющем большинстве субъектов Российской Федерации почвенное плодородие снижается весьма заметными темпами, в результате чего ухудшается состояние сельскохозяйственных земель, используемых или предоставляемых для производства продукции растениеводства. Почвенный покров сельскохозяйственных угодий подвержен деградации и загрязнению, потере устойчивости к разрушительным воздействиям, восстановлению и воспроизводству естественного плодородия почв [1, с. 187].

Основами земельного законодательства Российской Федерации предусматривается введение государственного земельного кадастра, как единой для всей страны системы учета количества и качества земель.

Главными и определяющими составляющими частями земельного кадастра являются бонитировка почв и экономическая оценка земель регионов страны.

Бонитировка почв Республики Адыгеи проводится для того, чтобы получить сравнительную оценку плодородия почв республики в количественных единицах – баллах при сопоставимых уровнях интенсивности землепользования, то есть определить степень пригодности различных почв края для возделывания основных сельскохозяйственных культур [3, с. 133]. Поэтому основная задача бонитировки почв состоит в выявлении территорий с оптимальными почвенно-экологическими условиями для возделывания основных сельскохозяйственных культур.

В качестве основных критериев оценки степени пригодности почв для возделывания основных сельскохозяйственных культур были приняты:

1. Средние многолетние урожаи этих культур, получаемые при сопоставимых уровнях интенсивности земледелия.
2. Свойства почв, наиболее тесно коррелирующие с урожайностью основных сельскохозяйственных культур.

В результате работ по бонитировке почв были установлены:

1. Баллы бонитета всех почвенных разновидностей края по основным культурам: озимой пшенице, кукурузе на зерно, подсолнечнику на зерно, сахарной свекле, зерновым и зернобобовым, кукурузе на силос и многолетним травам.
2. Баллы бонитетов пашни всех хозяйств республики по тем же основным культурам.

Сбор, систематизация и обработка материалов по почвенному покрову и свойствам почв, предварительный расчет баллов бонитета пашни, и подготовка материала по почвам для компьютерной обработки проведены сотрудниками и студентами кафедры технологии производства сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «МГТУ».

Бонитировка почв используется при решении следующих задач:

- 1) для выявления территории (в масштабе республики, административного района), участков (в масштабе хозяйства) с оптимальными почвенно-экологическими условиями для

Таблица

Группировка районов по баллам бонитета почв для ведущих культур

Table

Grouping of districts according to soil quality scores for leading crops

Лучшие	Выше средних	Средние	Ниже средних	Худшие (сахарная свекла не возделывается)
<i>Озимая пшеница, зерновые и зернобобовые (средний балл по республике 83)</i>				
Гиагинский – 92	Кошехабльский – 90 Шовгеновский – 88	Красногвардейский – 83	Майкопский – 76	Теучежский – 69
<i>Кукуруза на зерно (средний балл по республике 82)</i>				
Гиагинский – 93	Кошехабльский – 90 Шовгеновский – 88	Красногвардейский – 83	Майкопский – 77	Теучежский – 71
<i>Подсолнечник (средний балл по республике 77)</i>				
Гиагинский – 91	Кошехабльский – 86 Шовгеновский – 83	Красногвардейский – 79	Майкопский – 70	Теучежский – 62
<i>Сахарная свекла (средний балл по республике 87)</i>				
	Гиагинский – 90 Кошехабльский – 90	Шовгеновский – 87	Красногвардейский – 82	Теучежский – - Майкопский – -

возделывания отдельных сельскохозяйственных культур;

2) при создании научной основы для размещения и специализации сельскохозяйственных культур в пределах республики, административных районов, хозяйств, бригад, отделений;

3) для создания предпосылок более полной и объективной сравнительной оценки производственной деятельности отделений, бригад, хозяйств, административных районов;

4) при формировании учетных групп почв, выделяемых для целей качественной оценки и государственного учета земель РФ;

5) при формировании агрогрупп, выделяемых в результате крупномасштабных обследований в хозяйствах или при оценке и уточнении агрогрупп, выделенных ранее;

6) при определении целесообразности изъятия земель из сельскохозяйственного использования для нужд промышленности, для строительства, транспорта и других целей и оценке потерь сельскохозяйственной продукции в результате изъятия земель.

Выявление территории (в масштабе республики) с оптимальными почвенно-экологическими условиями для возделывания основных сельскохозяйственных культур должно проводиться с учетом баллов бонитета почв (для различных культур) по административным районам (таблица) [1, с. 187; 5, с. 58].

Анализ таблицы показывает, что наилучшие почвенно-экологические условия (наивысшие баллы бонитета) для возделывания

основных сельскохозяйственных культур республики Адыгея (озимой пшеницы, кукурузы на зерно, подсолнечника и сахарной свеклы) имеют районы: Гиагинский, Кошехабльский и Шовгеновский. Близок к ним по качеству почв Красногвардейский район [7, с. 6593]. Наихудшие почвенно-экологические условия в республике возделывания основных сельскохозяйственных культур и особенно сахарной свеклы имеют Теучежский и Майкопский районы, в которых в связи с неблагоприятными условиями сахарная свекла не возделывается [2, с. 741; 3, с. 133; 6, с. 1170].

При выявлении территорий в масштабе района с оптимальными почвенно-экологическими условиями для возделывания основных сельскохозяйственных культур и при оценке итогов производственной деятельности хозяйств используются баллы бонитетов почв (для различных культур) по хозяйствам.

Для примера взяты два района – Гиагинский с однородными почвенно-экологическими условиями по всему району и Майкопский с различными природными условиями и разным качеством земель в разных хозяйствах. В Гиагинском районе количество земель для всех основных сельскохозяйственных культур во всех хозяйствах почти одинаковое. Баллы бонитетов по хозяйствам варьируют очень незначительно. Во всех хозяйствах района качество земель выше среднего по республике или близко к нему. В хозяйствах данного района с одинаковой специализацией соотношение площадей под основными

культурами должно быть примерно одинаковым и примерно одинаковыми должны быть урожаи основных культур (при сходном уровне внесения удобрений, и других экономических показателей) [1, с. 187; 5, с. 58].

В Майкопском районе хозяйства различаются по качеству земли довольно резко. Лучшие по качеству земли хозяйства имеют баллы бонитета по всем основным культурам от 81 до 95, тогда как худшие в районе хозяйства имеют бонитировочные баллы от 50 до 66. Такие резкие различия в баллах бонитета связаны с рельефом и почвенным покровом. В хозяйствах с лучшими по качеству землями рельеф равнинный и широко распространены сверхмощные разновидности черноземов. Хозяйства с наименее ценными почвами расположены в условиях расчлененного

рельефа и распространения маломощных эродированных почв [3, с. 133; 5, с. 58].

Такие резкие различия в качестве земель района должны учитываться при специализации хозяйств, размещении посевов сельскохозяйственных культур в районе, при оценке итогов производственной деятельности хозяйств. При равном уровне экономических показателей урожаи в хозяйствах с худшими по качеству землями будут составлять примерно 60% от урожаев в хозяйствах с лучшим качеством земель, а с учетом того, что в лучших хозяйствах уровень экономических показателей выше, урожаи в худших хозяйствах будут примерно вдвое ниже, чем в лучших.

Такая разница в урожаях обусловлена, в первую очередь, резкой неравномерностью в качестве земель у разных хозяйств района.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ашинов Ю.Н., Мамсиров Н.И. Мониторинг земельных угодий и уровня плодородия почв Республики Адыгея. Новые технологии. 2022; 18(3): 185-197.
2. Варшанина Т.П., Мамсиров Н.И., Шехов З.А. и др. Инжиниринговая цифровая модель пространства сельскохозяйственных земель для подготовки и сопровождения агроэкологической составляющей точного земледелия. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022; 28(2): 737-745.
3. Мамсиров Н.И. Оценка экологической устойчивости агроландшафтов г. Майкопа и Майкопского района Республики Адыгея. Новые технологии. 2022; 18(1): 129-140.
4. Манов Д.Д., Чумаченко Ю.А. Агроэкологическая оценка земель Республики Адыгея. Актуальные проблемы АПК и рациональное природопользование: наука молодых: материалы Всероссийской студенческой научно-практической интернет-конференции. Майкоп; 2022: 243-246.
5. Чумаченко Ю.А., Мамсиров Н.И. Оценка современного состояния земельных ресурсов Республики Адыгея. Современное состояние чернозёмов: материалы II Международной научной конференции (Ростов-на-Дону, 24-28 сент. 2018 г.). Таганрог: ЮФУ; 2018: 57-58.
6. Mamsirov N.I., Chumachenko Y.A., Udzhuhu A.Ch. et al. The effect of the methods of basic soil treatment on its agrophysical parameters. International Journal of Engineering & Technology. 2018; 7(4.38): 1167-1173.
7. Mamsirov N.I., Chumachenko Y.A., Udzhuhu A.Ch. et al. Khatkov K.Kh. The Effect of Tillage Methods on the Productivity of Tilled Crops and Soil Fertility. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). 2019; 9(1): 6590-6599.

REFERENCES:

1. Ashinov Yu.N., Mamsirov N.I. Monitoring land and soil fertility levels in the Republic of Adygea. New technologies. 2022; 18(3): 185-197.
2. Varshanina T.P., Mamsirov N.I., Shekhov Z.A. et al. Engineering digital model of agricultural land space for preparation and support of the agro-ecological component of precision farming. InterCarto. InterGIS. 2022; 28(2): 737-745.
3. Mamsirov N.I. Assessment of the environmental sustainability of agricultural landscapes in the city of Maikop and the Maikop region of the Republic of Adygea. New technologies. 2022; 18(1): 129-140.
4. Manov D.D., Chumachenko Yu.A. Agroecological assessment of lands in the Republic of Adygea. Current problems of the agro-industrial complex and rational use of natural resources: the science of the young: materials of the All-Russian student scientific and practical Internet conference. Maikop; 2022: 243-246.
5. Chumachenko Yu.A., Mamsirov N.I. Assessment of the current state of land resources of the Republic of Adygea. Current state of chernozems: materials of the II International Scientific Conference (Rostov-on-Don, September 24-28, 2018). Taganrog: Southern Federal University; 2018: 57-58.
6. Mamsirov N.I., Chumachenko Y.A., Udzhuhu A.Ch. et al. The effect of the methods of basic soil treatment on its agrophysical parameters. International Journal of Engineering & Technology. 2018; 7(4.38): 1167-1173.
7. Mamsirov N.I., Chumachenko Y.A., Udzhuhu A.Ch. Khatkov K.Kh. et al. The Effect of Tillage Methods on the Productivity of Tilled Crops and Soil Fertility. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). 2019; 9(1): 6590-6599.

Информация об авторах / Information about the authors

Юрий Алексеевич Чумаченко, канд. биол. наук, доцент кафедры технологии производства сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
ychumachenko73@mail.ru
тел.: +7 (903) 465 43 57

Нурбий Ильясович Мамсиров, д-р с.-х. наук, доцент кафедры технологии производства сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
nur.urup@mail.ru
тел.: +7 (918) 223 23 25

Эдуард Муратович Баронов, аспирант кафедры технологии производства сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
edbaronov@mail.ru

Yuri A. Chumachenko, Ph.D (Biology), Associate Professor, the Department of Agricultural Production Technology, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
ychumachenko73@mail.ru
tel.: +7 (903) 465 43 57

Nurbiy I. Mamsirov, Dr Sci. (Agriculture), Associate Professor, the Department of Agricultural Production Technology, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
nur.urup@mail.ru
tel.: +7 (918) 223 23 25

Eduard M. Baronov, Post graduate student, the Department of Technology of Agricultural Production, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
edbaronov@mail.ru

Поступила в редакцию 10.10.2023; поступила после рецензирования 17.11.2023; принята к публикации 20.11.2023

Received 10.10.2023; Revised 17.11.2023; Accepted 20.11.2023



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Изменение биотехнологического потенциала картофеля при хранении

Наталья Т. Шамкова*, Анна О. Сокол,
Татьяна В. Тютюник, Альбина А. Рыбальченко

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Исследовано влияние традиционного способа хранения картофеля сортов: Гала, Коломба, Ред Скарлетт, выращенного на территории Южного федерального округа, на его биотехнологический потенциал. Определено, что в клубнях сортов Гала содержание сухих веществ составило – 25,20%, в Ред Скарлетт – 22,6%, соотношение белка и крахмала в клубнях сортов Гала (1 : 11,1) и Ред Скарлетт (1 : 10,7), что указывает на их хорошие технологические свойства. У сорта Коломба содержание сухих веществ ниже 20%, соотношение белка и крахмала также имеет более низкое значение (1 : 9,3). Потери белка в процессе хранения составили, %, сорт: Гала – 7,5; Коломба – 9,2; Ред Скарлетт – 4,9; потери крахмала – 10,9; 8,8; 17,8 соответственно. Массовая доля редуцирующих сахаров снижалась во всех сортах картофеля, %: Гала – на 39,4; Коломба – на 67,7; Ред Скарлетт – на 55,0. Потери витамина С в процессе хранения составили, %, сорт: Гала – 23,8; Коломба – 26,8; Ред Скарлетт – 33,3. Определено, что в клубнях картофеля допустимый для продовольственного сырья и пищевых продуктов уровень содержания нитратов, при этом их содержание снижается в процессе хранения. Потери нитратов составили, %, сорт: Гала 57,1; Коломба 49,0; Ред Скарлетт 54,6. Изменения физико-химических свойств картофеля после хранения указывают на сохранность биотехнологического потенциала сырья и возможность его использования на предприятиях общественного питания. Универсальным для переработки в условиях предприятий общественного питания является картофель сорта Гала, он пригоден для использования в блюдах (в варёном, жареном, запеченном виде), приготовления многофункциональных полуфабрикатов (для салатов, супов), чипсов, хрустящего картофеля и т.п.

Ключевые слова: картофель, хранение, сорт, биотехнологический потенциал, переработка, химический состав, универсальность

Для цитирования: Шамкова Н.Т., Сокол А.О., Тютюник Т.В. и др. Изменение биотехнологического потенциала картофеля при хранении. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 234-241. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-234-241>

Changes in the biotechnological potential of potatoes during storage

Natalya T. Shamkova*, Anna O. Sokol,
Tatyana V. Tyutyunik, Albina A. Rybalchenko

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Technological University»; 2 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

Abstract. The influence of the traditional method of storing potato varieties, namely Gala, Colombo, Red Scarlett, grown in the Southern Federal District, on its biotechnological potential was studied. It was determined that in the tubers of the Gala varieties the dry matter content was – 25.20%, in Red Scarlett – 22.6%, the ratio of protein and starch in the tubers of the Gala varieties (1: 11.1) and Red Scarlett (1: 10.7), which indicated their good technological properties. The Colomba variety had a dry matter content below 20%, and the protein

to starch ratio also had a lower value (1: 9.3). Protein losses during storage amounted to, in varieties of, in%, Gala – 7.5; Colomba – 9.2; Red Scarlett – 4.9; starch loss – 10.9; 8.8; 17.8 respectively. The mass fraction of reducing sugars decreased in all potato varieties, in%: Gala – by 39.4; Colomba – at 67.7; Red Scarlett – at 55.0. The loss of vitamin C during storage was, in varieties of, in% Gala – 23.8; Colomba – 26.8; Red Scarlett – 33.3. It was determined that potato tubers contained a level of nitrates that was acceptable for food raw materials and food products, while their content decreases during storage. Nitrate losses were, in varieties, in%, of Gala 57.1; Colomba 49.0; Red Scarlett 54.6. Changes in the physical and chemical properties of potatoes after storage indicate the preservation of the biotechnological potential of the raw material and the possibility of its use in public catering establishments. The Gala variety of potatoes is universal for processing in catering establishments; it is suitable for use in dishes (boiled, fried, baked), preparing multifunctional semi-finished products (for salads, soups), chips, crispy potatoes, etc.

Keywords: potatoes, storage, variety, biotechnological potential, processing, chemical composition, versatility

For citation: Shamkova N.T., Sokol A.O., Tyutyunik T.V. et al. Changes in the biotechnological potential of potatoes during storage. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 234-241. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-234-241>

Введение

Российская Федерация входит в тройку мировых лидеров по производству картофеля [1, 2]. На ее долю приходится около 10% мирового производства этой культуры. Картофель является одним из наиболее употребляемых продуктов питания в нашей стране. Картофель содержит белки, углеводы (крахмал, моно- и олигосахариды, пищевые волокна), витамины, минеральные вещества и природные антиоксиданты [3, 4, 5]. Клубни картофеля отличаются высокой пищевой ценностью, хорошими вкусовыми качествами при любом способе их приготовления, а также легкой перевариваемостью и быстрым выведением из организма человека [6, 7].

В технологии общественного питания картофель используется для приготовления широкого ассортимента кулинарной продукции. При этом в современных условиях растёт спрос на полуфабрикаты и продукты переработки картофеля [8, 9]. Их производство позволяет существенно сократить затраты при хранении и транспортировке, снизить потери производителей от колебаний цен и получить дополнительную добавленную стоимость [10, 11, 12].

В формировании потребительских свойств блюд и полуфабрикатов из картофеля, а также продуктов его переработки, участвует практически все химические составляющие клубня [13, 14]. От содержания и свойств крахмала, сухого вещества, наличия сахаров и т.п. во многом зависит направление его использования [15].

Трудно подобрать сорта и гибриды универсального назначения, так как один и тот же сорт в различных условиях хранения имеет разные биохимические показатели [16]. Сорта картофеля по-разному изменяют свои технологические свойства в процессе хранения [17, 18]. При этом биотехнологический потенциал клубней определяется не только их высокой пищевой ценностью

и технологичностью, но и экологической безопасностью для питания человека, минимальным содержанием пестицидов, тяжелых металлов, нитросоединений [19, 20].

Повышенное содержание нитратов ухудшает качество продукции, при этом уменьшается содержание витамина С и незаменимых аминокислот, изменяется состав макро- и микроэлементов, снижаются органолептические показатели. Известно, что по мере созревания овощей, а также при тепловой обработке, консервировании, квашении уровень нитратов в них снижается [21]. Проблемы, связанные с накоплением нитратов, определяют необходимость контроля за их содержанием в картофеле и другом растительном сырье [22, 23, 24].

Переработка картофеля и получение на его основе кулинарной продукции требуют расширения и углубления сведений о составе и свойствах данного сырья, его изменений под воздействием технологических факторов. Для оптимизации закупок сырья предприятиями общественного питания актуальным является выбор универсального сорта картофеля, пригодного для различных способов кулинарной обработки, сохраняющего высокие потребительские свойства после хранения. При этом в условиях индустриализации общественного питания большое значение приобретает приспособленность сырья и готовой продукции к промышленно-ориентированным методам производства.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния традиционного способа хранения картофеля на его биотехнологический потенциал в связи с обоснованием выбора универсального сорта для переработки в условиях предприятий общественного питания.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования были выбраны распространённые и популярные

сорта картофеля: Гала, Коломба, Ред Скарлетт, выращенного на территории Южного федерального округа.

Картофель сорт Гала был собран в станице Калининской Краснодарского края. Это раннеспелый сорт. Клубни культуры, полностью созревшие по прошествии двух месяцев с момента высадки картофеля в почву. Клубни имеют овальную либо округлую форму, сверху покрыты кожницей, окрашенной в желтоватый цвет. В среднем плоды достигают массы от 100 до 120 г. Размеры не превышают от 7 до 8 см в длину и 5 см в ширину. Картофель сорта Гала приносит урожай до 25 плодов с одного куста. Мякоть клубней волокнистая, плотная, светло-желтая или желтая. Сорт считается устойчивым при хранении.

Картофель сорта Коломба был собран в станице Отрадной Краснодарского края. Этот сорт созревает в очень ранние сроки. Вегетационный период составляет от 60 до 65 суток. Клубни округло-овальные, среднего и крупного размера, с желтой мякотью. Глубина залегания глазков – мелкая и средняя. Кожура светло-желтая, гладкая. Масса товарного клубня от 85 до 130 грамм. Урожайность товарных клубней от 224 до 422 ц/га. Сорт столового назначения. Достоинства: высокая и стабильная урожайность, ровность клубней, ультрараннее созревание, высокие вкусовые свойства.

Картофель сорта Ред Скарлетт был собран в станице Калининской Краснодарского края. Голландский столовый сорт картофеля, широко распространенный в Центральных и Южных регионах России. Это раннеспелый сорт, период вегетации составляет около 75 суток. Имеет высокий урожайный потенциал, обеспечивая около 600 центнеров с гектара, и отличные потребительские качества. Клубни картофеля продолговатой овальной формы с гладкой красной кожурой и нежной желтой мякотью. Поверхность клубней слегка шелушащаяся. На ней находятся мелкие глазки, глубина залегания которых приблизительно от 1 до 1,3 миллиметра. Размер

клубня средний или крупный, масса от 80 до 130 грамм. Картофель устойчив к засухе. Характеризуется высокой товарностью. Устойчив к различного рода механическим повреждениям и вторичному прорастанию.

Определение химического состава картофеля проводили в лаборатории Инжинирингового центра ФГБОУ ВО КубГТУ. Для исследования использовали смешанную пробу. Содержание белка определяли по ГОСТ 32044.1; крахмала – по ГОСТ 7194; сырой клетчатки – по ГОСТ 31675; сахаров – по ГОСТ Р 51636; золы – по ГОСТ 26226; сухого вещества – по ГОСТ 31640, аскорбиновой кислоты – по ГОСТ 24556; нитратов – по ГОСТ 29270, токсичных элементов – в соответствии с ТР ТС 021/2011. В образцах определяли органолептические показатели по ГОСТ 13979, ГОСТ 9959. Экспериментальные исследования проводились методами инструментального анализа в трех повторностях, включая подготовку и анализ образцов.

Весь картофель хранился навалом в картофелехранилище при температуре от плюс 6 °С до плюс 8°С с принудительной вентиляцией в период с октября по февраль. По истечении этого срока наблюдали интенсификацию процессов прорастания и порчи клубней, поэтому биотехнологический потенциал такого сырья считался неудовлетворительным. Все исследуемые образцы картофеля соответствовали требованиям ГОСТ 7176.

Результаты и их обсуждение

Технологические свойства картофеля зависят от содержания крахмала, соотношения крахмала и белков, а также размеров крахмальных зерен [18]. Так, клубни картофеля с низким содержанием крахмала в отварном виде имеют вязкую консистенцию, с высоким – чрезмерно рыхлую и рассыпающуюся при варке. Оптимальным с точки зрения универсальности использования картофеля является содержание в нём белка и крахмала в соотношении от 1:10 до 1:12. Содержание сухих веществ в картофеле,

Таблица 1

Физико-химические свойства картофеля

Table 1

Physico-chemical properties of potatoes

Наименование показателя	Значение показателей для картофеля сортов		
	Гала	Коломба	Ред Скарлетт
Массовая доля сухих веществ, %	25,20	19,23	22,60
Массовая доля белка, %	1,66	1,62	1,63
Массовая доля крахмала, %	16,50	12,50	16,80
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	0,32	0,65	0,14
Массовая доля витамина С, мг/100 г	18,98	18,06	17,89

универсальном для технологической переработки, должно быть не менее 20% [18]. Результаты определения массовой доли сухих веществ, белка, крахмала, редуцирующих сахаров и витамина С в клубнях картофеля перед закладкой на хранение представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, основную массу сухих веществ клубней составляют углеводы. Необходимое количество сухого вещества содержится в клубнях сортов Гала (25,20%) и Ред Скарлетт (22,6%), что указывает на их хорошие технологические свойства. Соотношение белка и крахмала в клубнях сортов Гала (1 : 11,1) и Ред Скарлетт (1 : 10,7), также свидетельствует об их высоких кулинарных достоинствах. Развариваемость картофеля

этих сортов умеренная, вид клубней не изменяется после варки. У сорта Коломба соотношение белка и крахмала ниже (1: 9,3), содержание сухих веществ также ниже 20%. Отваренный картофель сорта Коломба плотный, слаборассыпчатый. Данный сорт отличается повышенным содержанием редуцирующих сахаров (0,65%), поэтому при обжарке блюда и продукты из него имеют более темный цвет.

На рис. 1 приведены результаты определения физико-химических свойств картофеля в процессе хранения.

Содержание витамина С незначительно отличается во всех исследуемых образцах, наибольшее его содержание характерно для сорта Гала (18,98%).

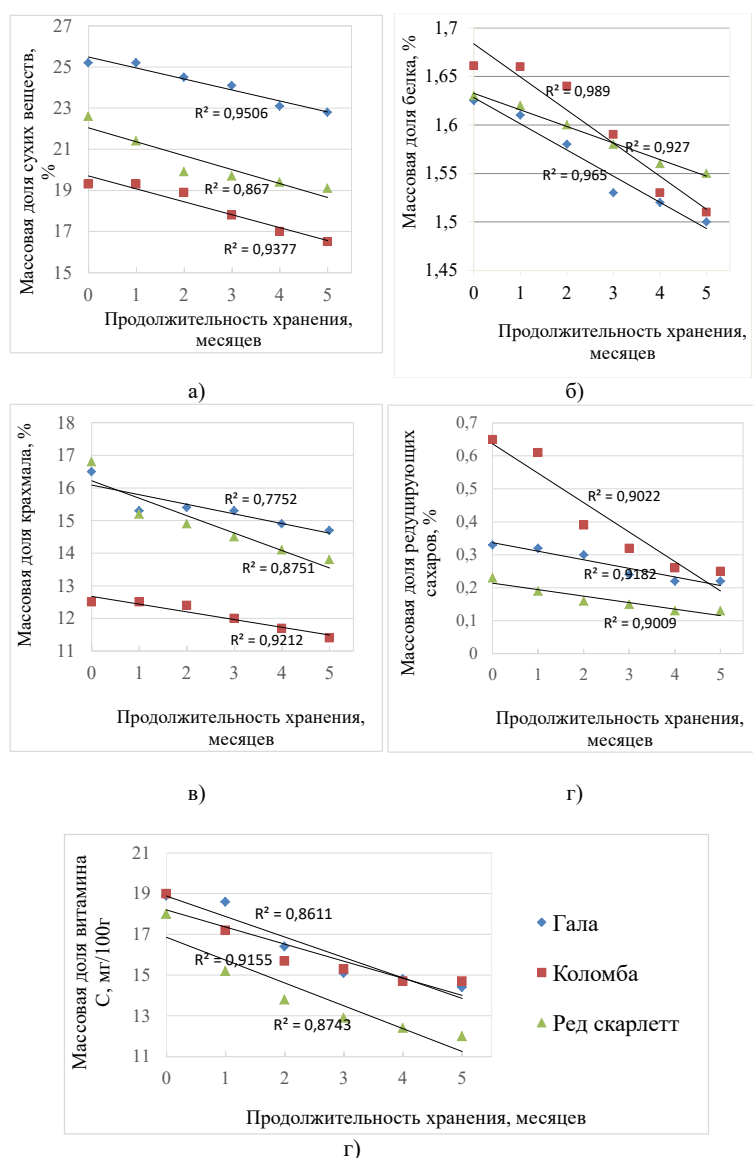


Рис. 1. Изменения физико-химических свойств картофеля в процессе хранения

Fig. 1. Changes in the physical and chemical properties of potatoes during storage

Определено, что содержание сухих веществ после пяти месяцев хранения в сорте Гала составило – 22,8%, Коломба – 16,5%, Ред Скарлетт – 19,1% соответственно. Потери сухих веществ составили, %, сорт: Гала – 9,5; Коломба – 14,5; Ред Скарлетт – 15,5, то есть наименьшее снижение массовой доли сухих веществ в процессе хранения характерно для картофеля сорта Гала. Потери белка в процессе хранения составили, %, сорт: Гала – 7,5; Коломба – 9,2; Ред Скарлетт – 4,9; потери крахмала – 10,9; 8,8; 17,8 соответственно. Массовая доля редуцирующих сахаров также снижалась во всех сортах картофеля, %: Гала – на 39,4; Коломба – на 67,7; Ред Скарлетт – на 55,0. Потери витамина С в процессе хранения составили, %, сорт: Гала – 23,8; Коломба – 26,8; Ред Скарлетт – 33,3.

Изменения физико-химических свойств картофеля после хранения указывают на сохранность биотехнологического потенциала сырья и

возможность его использования на предприятиях общественного питания.

Как видно из вышеприведённых данных, картофель сорта Гала наименее подвержен изменениям в процессе хранения по сравнению с сортами Коломба и Ред Скарлетт.

Результаты определения содержания нитратов в картофеле приведены в табл. 2.

Определено, что в клубнях картофеля допустимый для продовольственного сырья и пищевых продуктов уровень содержания нитратов, при этом их содержание снижается в процессе хранения. Потери нитратов составили, %, сорт: Гала 57,1; Коломба 49,0; Ред Скарлетт 54,6. Для сорта Ред Скарлетт, имеющего наименьшее значение этого показателя, характерно наименьшее содержание нитратов после хранения.

В табл. 3 приведены гигиенические показатели безопасности картофеля и требования,

Таблица 2

Изменение содержания нитратов в картофеле

Changes in nitrate content in potatoes			
Наименование показателя	Значение показателей		
	Гала	Коломба	Ред Скарлетт
Содержание NO ₃ мг/кг в свежесобранном сырье (контроль)	156	153	128
Содержание NO ₃ мг/кг после хранения:			
в течение 14 дней	142	131	98
в течение 30 дней	126	129	90
в течение 90 дней	67	78	58

Table 2

Таблица 3

Гигиенические показатели безопасности картофеля

Hygienic safety indicators of potatoes				
Наименование показателя	Требования ТР ТС 021/2011 [25], не более	Значение показателя		
		Гала	Коломба	Ред Скарлетт
Токсичные элементы, мг/кг:				
свинец	0,5	0,04	0,04	0,04
мышьяк	0,2	0,02	0,02	0,02
кадмий	0,03	0,01	0,01	0,01
ртуть	0,02	отсутствует		
Нитраты, мг/кг	250	176	163	128
Пестициды, мг/кг:				
ГХЦГ (α, β, γ – изомеры)	0,1	отсутствует		
ДДТ и его метаболиты	0,1	отсутствует		
Диоксины	не допуск.	отсутствует		
Радионуклиды Бк/кг:				
удельная активность цезия-137	80	отсутствует		
Удельная активность стронция-90	40	отсутствует		

Table 3

предъявляемые к гигиеническим показателям безопасности ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Токсичные металлы обнаружены в картофеле в количествах, не превышающих допустимые уровни. Картофель по показателям качества и безопасности соответствуют требованиям, предъявляемым к сырью и пищевой продукции, используемым на предприятиях общественного питания.

Заключение

Исследованы физико-химические свойства картофеля сортов Гала, Коломба, Ред Скарлетт, урожая 2022 года, до и после хранения. Доказано,

что биотехнологический потенциал картофеля исследуемых сортов после хранения в течение пяти месяцев остаётся высоким. После хранения картофельные клубни соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Для переработки в условиях предприятий общественного питания целесообразно использовать картофель сорта Гала, который пригоден для использования в блюдах (в варёном, жареном, запечённом виде), приготовления многофункциональных полуфабрикатов (для салатов, супов), чипсов, хрустящего картофеля и т.п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Минаков И.А. Состояние и эффективность производства картофеля в России. Наука и Образование. 2021; 4(1).
2. Журавлева Е.В., Фурсов С.В. Картофелеводство как одно из приоритетных направлений Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Картофель и овощи. 2018; 5: 6-9.
3. Демиденко Г.А. Влияние технологии охлаждения и типов вентиляции на содержание биологически активных веществ в картофеле при хранении. Вестник КрасГАУ. 2021; 2(167): 174-180.
4. Sampaio S.L., Petropoulos S.A., Alexopoulos A. et al. Potato peels as sources of functional compounds for the food industry: A review. Trends in Food Science & Technology. 2020; 103: 118-129.
5. Алексашина С.А., Макарова Н.В. Сравнительное изучение химического состава и антиоксидантной активности клубней сортового картофеля. Химия растительного сырья. 2022; 2: 221-231.
6. Капитонова Э.К. Картофель в питании детей: пищевая и биологическая ценность. Вопросы детской диетологии. 2013; 11(4): 51-55.
7. Furrer A.N., Chegeni M., Ferruzzi M.G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemical and human health. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2018; 58.
8. Киселев Е.П. Приоритетные направления производства продукции картофеля для личного потребления и промышленной переработки в России и на Дальнем Востоке. Дальневосточный аграрный вестник. 2019; 3(51): 27-38.
9. Потороко И.Ю., Руськина А.А. Моделирование процесса производства картофельных полуфабрикатов с применением эффектов ультразвукового воздействия. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2016; 4(2): 45-55.
10. Сердеров В.К., Ханбабаев Т.Г., Сердерова Д.В. Сорта картофеля для переработки. Картофель и овощи. 2020; 1: 24-26.
11. Гадельшин Р.Р., Гайнутдинов И.Г. Перспективы развития производства и переработки картофеля в России. Вектор экономики. 2022; 6(48): 30.
12. Kulikov I.A., Minakov I.A. Socio-economic study of the food sector: The supply side. European Research Studies Journal. 2018; 21(4): 174-185.
13. Питюрина И.С., Исригова Т.А., Виноградов Д.В. Потребительские качества клубней картофеля и их аминокислотный состав в зависимости от уровня минерального питания. Известия Дагестанского ГАУ. 2023; 3(19): 42-47.
14. Simakov E.A., Anisimov B.V., Mityushkin A.V. et al. Increasing the nutritional value and consumer qualities of table potato varieties. Research on Crops. 2021; 22: 113-117.
15. Волков Д.И., Ким И.В., Гисюк А. и др. Оценка различных сортов картофеля на пригодность к промышленной переработке и хранению в вакуумной упаковке. Картофель и овощи. 2022; 4: 23-27.
16. Назирова Р.М., Усмонов Н.Б., Сулаймонов Р.И. Изменение химического состава клубней картофеля в процессе хранения. Проблемы современной науки и образования. 2020; 6-2(151): 19-22.
17. Сердеров В.К., Караев М.К., Атамов Б.К. Возделывание сортов картофеля для промышленной переработки. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020; 3: 59-61.
18. Питюрина И.С., Виноградов Д.В., Новикова А.В. Продуктивность и технологические показатели качества клубней сортов картофеля, выращенных в условиях Нечерноземной зоны. Вестник КрасГАУ. 2021; 1(166): 118-125.
19. Habermeyer M., Roth A., Guth S. et al. Nitrate and nitrite in the diet: how to assess their benefit and risk for human health. Molecular Nutrition and Food Research. 2015; 59(1): 106-128.

20. Macieira A., Barbosa J., Teixeira P. Food Safety in Local Farming of Fruits and Vegetables. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(18): 9733.
21. Очерет Н.П., Тугуз Ф.В. Содержание нитратов в пищевых продуктах и их влияние на здоровье человека. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия, 4: Естественно-математические и технические науки*. 2018; 2(221): 86-92.
22. Фирсов Г.М. Содержание предельно допустимых концентраций нитритов и нитратов в картофеле. *Современный научный вестник*. 2016; 12(1): 8-10.
23. Hmelak Gorenjak A., Cencič A. Nitrate in vegetables and their impact on human health. A review. *Acta alimentaria*. 2013; 42(2): 158-172.
24. Salehzadeh H., Maleki A., Rezaee R. et al. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. *PLoS One*. 2020; 15(1): e0227551.
25. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 дек. 2011 г. № 880. СПб.: ГИОРД; 2015.

REFERENCES:

1. Minakov I. A. State and efficiency of potato production in Russia. *Science and education*. 2021; 4(1).
2. Zhuravleva E.V., Fursov S.V. Potato growing as one of the priority areas of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025. *Potatoes and vegetables*. 2018; 5: 6-9.
3. Demidenko G.A. The influence of cooling technology and types of ventilation on the content of biologically active substances in potatoes during storage. *Bulletin of KrasSAU*. 2021; 2(167): 174-180.
4. Sampaio S.L., Petropoulos S.A., Alexopoulos A. et al. Potato peels as sources of functional compounds for the food industry: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2020; 103: 118-129.
5. Aleksashina S.A., Makarova N.V. Comparative study of the chemical composition and antioxidant activity of varietal potato tubers. *Chemistry of plant materials*. 2022; 2: 221-231.
6. Kapitonova E.K. Potatoes in children's nutrition: nutritional and biological value. *Questions of children's dietetics*. 2013; 11(4): 51-55.
7. Furrer A.N., Chegeni M., Ferruzzi M.G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemical and human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2018; 58.
8. Kiselev E.P. Priority directions for the production of potato products for personal consumption and industrial processing in Russia and the Far East. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2019; 3(51): 27-38.
9. Potoroko I.Yu., Ruskina A.A. Modeling the production process of semi-finished potato products using ultrasonic effects. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology*. 2016; 4(2): 45-55.
10. Serderov V.K., Khanbabaev T.G., Serderova D.V. Potato varieties for processing. *Potatoes and vegetables*. 2020; 1:24-26.
11. Gadelshin R.R., Gainutdinov I.G. Prospects for the development of potato production and processing in Russia. *Economy vector*. 2022; 6(48): 30.
12. Kulikov I.A., Minakov I.A. Socio-economic study of the food sector: The supply side. *European Research Studies Journal*. 2018; 21(4): 174-185.
13. Pityurina I.S., Isrigova T.A., Vinogradov D.V. Consumer qualities of potato tubers and their amino acid composition depending on the level of mineral nutrition. *News of the Dagestan State Agrarian University*. 2023; 3(19): 42-47.
14. Simakov E.A., Anisimov B.V., Mityushkin A.V. et al. Increasing the nutritional value and consumer qualities of table potato varieties. *Research on Crops*. 2021; 22: 113-117.
15. Volkov D.I., Kim I.V., Gisyuk A. et al. Evaluation of various potato varieties for suitability for industrial processing and storage in vacuum packaging. *Potatoes and vegetables*. 2022; 4:23-27.
16. Nazirova R.M., Usmonov N.B., Sulaimonov R.I. Changes in the chemical composition of potato tubers during storage. *Problems of modern science and education*. 2020; 6-2(151): 19-22.
17. Serderov V.K., Karaev M.K., Atamov B.K. Cultivation of potato varieties for industrial processing. *Bulletin of Russian agricultural science*. 2020; 3: 59-61.
18. Pityurina I.S., Vinogradov D.V., Novikova A.V. Productivity and technological indicators of the quality of tubers of potato varieties grown in the conditions of the Non-Chernozem Zone. *Bulletin of KrasSAU*. 2021; 1(166): 118-125.
19. Habermeyer M., Roth A., Guth S. et al. Nitrate and nitrite in the diet: how to assess their benefit and risk for human health. *Molecular Nutrition and Food Research*. 2015; 59(1):106-128.
20. Macieira A., Barbosa J., Teixeira P. Food Safety in Local Farming of Fruits and Vegetables. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(18): 9733.

21. Ocheret N.P., Tuguz F.V. Nitrate content in food products and their effect on human health. Bulletin of Adygea State University. Series, 4: Natural, mathematical and technical sciences. 2018; 2(221): 86-92.
22. Firsov G.M. Content of maximum permissible concentrations of nitrites and nitrates in potatoes. Modern scientific bulletin. 2016; 12(1): 8-10.
23. Hmelak Gorenjak A., Cencič A. Nitrate in vegetables and their impact on human health. A review. Acta alimentaria. 2013; 42(2): 158-172.
24. Salehzadeh H., Maleki A., Rezaee R. et al. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. PLoS One. 2020; 15(1): e0227551.
25. TR TS 021/2011. On food safety: approved. By the decision of the Customs Union Commission dated December 9. 2011; No. 880. St. Petersburg: GIORO; 2015.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Тимофеевна Шамкова, доктор технических наук, профессор кафедры общественного питания и сервиса, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

shamkova75@yandex.ru

Анна Олеговна Сокол, аспирант кафедры общественного питания и сервиса, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

sokollishka@mail.ru

Татьяна Витальевна Тютюник, магистр группы 22-ПМ-ТО1 ФГБОУ, ВО «Кубанский государственный технологический университет»

tanya.tyutyunik.01@bk.ru

Альбина Анатольевна Рыбальченко, магистр группы 22-ЗПМ-ТО1, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

aliadanilova98@gmail.com

Natalya T. Shamkova, Dr Sci. (Engineering), Professor, the Department of Public Catering and Service, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

shamkova75@yandex.ru

Anna O. Sokol, Post graduate student, the Department of Public Catering and Service, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

sokollishka@mail.ru

Tatyana V. Tyutyunik, Master student of 22-PM-TO1, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

tanya.tyutyunik.01@bk.ru

Albina A. Rybalchenko, Master student of 22-ZPM-TO1, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

aliadanilova98@gmail.com

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 10.10.2023; поступила после рецензирования 13.11.2023; принята к публикации 14.11.2023

Received 10.10.2023; Revised 13.11.2023; Accepted 14.11.2023



На правах рекламы

ЦКП «ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПИЩЕВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ» КУБГТУ



Центр коллективного пользования (ЦКП) «Исследовательский центр пищевых и химических технологий» КубГТУ выполняет комплексные научные исследования для предприятий пищевой и перерабатывающей, фармацевтической, косметической, химической отраслей промышленности.

Центр оказывает аналитические услуги при проведении научных исследований студентам, аспирантам, докторантам и ученым КубГТУ, а также сотрудникам других организаций.

Научные направления деятельности ЦКП:

- разработка инновационных технологий и оборудования глубокой переработки сельскохозяйственного сырья с применением физико-химических и электрофизических методов интенсификации технологических процессов производства и конструирования продуктов питания с заданными функциональными свойствами;
- разработка способов контроля и управления технологическими процессами пищевой промышленности;
- разработка методов идентификации, контроля качества и безопасности продовольственного сырья и продуктов питания.
- тонкий органический синтез веществ, обладающих биологической и фармакологической активностью.

Развитие центра поддерживается министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-15-2021-679).

Подробную информацию об оборудовании центра, а также перечень оказываемых услуг представлен на сайте <https://fct.kubstu.ru>



Научное издание

Рецензируемый реферируемый научный журнал «Новые технологии»

Том 19. №4. 2023

Издательство МГТУ

385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191.

Подписано в печать 25.12.2023 г. Бумага Xerox Performer. Печать цифровая.

Гарнитура Times New Roman. Усл.-п.л. 17,5. Формат 84х108¹/₈. 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.: 8-928-470-36-87, e-mail: slv01.maykop.ru@gmail.com