



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

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGIES

TOM 20 № 3 2024
VOL 20 No. 3 2024

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

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

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGIES

Том 20, №3, 2024

MAYKOP STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

NEW TECHNOLOGIES / NOVYE TEHNOLOGII

Vol. 20, No.3, 2024

История издания журнала:	Журнал издается с 2005 года
Наименование:	Новые технологии/New Technologies Том 20 № 3 2024
Периодичность:	4 выпуска в год
Префикс DOI:	10.47370
ISSN: eISSN:	ISSN 2072-0920 (Print) ISSN 2713-0029 (Online)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации:	Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ №ФС77-79835 от 31 декабря 2020
Условия распространения материалов:	Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License
Подписка на журнал «Новые технологии / New Technologies»:	Подписку на журнал «Новые технологии / New Technologies» можно оформить на сайте Объединённого каталога «Пресса России» www.pressa-rg.ru по индексу Э65035, в электронном каталоге Почты России по индексу ПК400, а также по индексу 65035 в электронном каталоге УРАЛ-ПРЕСС https://www.ural-press.ru/
Учредитель / издатель:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191
Редакция:	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191 тел.: 8(8772)52 30 03 e-mail: nov_teh@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
Типография:	Индивидуальный предприниматель Кучеренко Вячеслав Олегович 385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, дом 403, офис 33 e-mail: slv01@yandex.ru
Дата выхода:	01.10.2024
Тираж:	500 экз.
Стоимость одного выпуска:	Цена свободная

Journal publishing history:	The journal has been published since 2005
Title:	New technologies / Novye tehnologii Volume 20 No.3, 2024
Frequency:	4 issues a year
DOI prefix:	10.47370
ISSN: eISSN:	2072-0920 (Print) 2713-0029 (Online)
Mass media registration certificate:	Registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor). Certificate PI No. FS77-79835 dated December 31, 2020
Content distribution terms:	Content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License
Subscription to New technologies / Novye tehnologii journal:	Subscription to the «New Technologies» journal E65035 on the website of the «Press of Russia» United Catalog www.pressa-rf.ru and, in the electronic catalog of the Russian Post under the PK400 index and in the electronic catalog of the Ural Press under the 65035 index.
Founder/Publisher:	Maykop State Technological University 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str.
Editorial office:	Maykop State Technological University 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str. tel.: 8(8772)52 30 03 e-mail: nov_teh@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
Printing house:	Kucherenko Vyacheslav Olegovich sole proprietorship 385008, Maikop, 403 Pionerskaya str., office 33 e-mail: slv01@yandex.ru
Publication date:	01.10.2024
Circulation:	500 copies
The cost of one issue:	Free price

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

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

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

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

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

Заместитель главного редактора:

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

Научный редактор:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Aims and Scope

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

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

Editorial board:

Chief Editor:

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

Deputy Chief Editor:

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

Scientific Editor:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Ахангаран М., Мариненкова Г.А., Ионова И.И., Савинов Я.М., Машенцева Н.Г. Разработка напитка молочносодержащего, сквашенного с экстрактом нута	11
Гашева М.А., Арсеньева Т.П., Факина С.Ю. Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока.....	28
Ершова М.М., Подкорытова А.В. Современные направления создания и применения биологически активных добавок к пище (БАД) из жира морских млекопитающих.....	38
Лопатова Н.Л., Смирнова Е.С., Ракина Е.В., Галушина П.С., Стахеева Л.М., Хайрова И.М. Разработка рецептуры хлеба с добавлением настоя кипрея.....	50
Макаров Д.В., Рудик Ф.Я., Фоменко О.С., Куценкова В.С., Банникова А.В. Построение технологического процесса и конструктивная проработка многофункциональной установки для обработки нативной сои ультразвуком. Обоснование водно-сырьевой суспензии	61
Молибога Е.А., Завгородняя Л.М. Перспективы повышения функциональности молочносодержащих продуктов за счет использования нетрадиционного растительного сырья.....	70
Стерехова Н.В., Гонезук С.Ю., Меретуков З.А., Щербаков М.В. Экспериментальная модель раздавливания семени кориандра.....	86

Сельскохозяйственные науки

Абильфазова Ю.С. Биохимическая характеристика некоторых сортов персика и нектарина, произрастающих в условиях Сочи	94
Акатов В.В., Акатова Т.В., Ескина Т.Г. Оценка степени антропогенной трансформации последельной растительности пос. Гузерипль и его окрестностей (Республика Адыгея, Западный Кавказ) по составу и структуре комплексов доминирующих видов.....	103
Дьякова И.Н. Исследование флористического биоразнообразия луга Республики Адыгея.....	115
Сатибалов А.В., Буттаева З.М. Оценка товарных и вкусовых качеств плодов сливы в предгорьях Кабардино-Балкарии.....	126
Сидикова М.С. Эффективность хелатных удобрений при возделывании подсолнечника	137

Contents

Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

Akhangaran M., Marinenkova G.A., Ionova I.I., Savinov Ya.M., Mashentseva N.G. Development of a milk-containing drink fermented with chickpea extract.....	11
Gasheva M.A., Arseneva T.P., Fadina S.Yu. Objectives for the use of raw materials and component composition for the production of low-lactose ice cream from goat milk	28
Ershova M.M., Podkorytova A.V. Modern trends in the production and use of biologically active additives (BAA) from the fat of marine mammals	38
Lopaeva N.L., Smirnova E.S., Razhina E.V., Stakheeva L.M., Galushina P.S., Khairova I.M. Development of a bread recipe with added French willow infusion	50
Makarov D.V., Rudik F.Ya., Fomenko O.S., Kutsenkova V.S., Bannikova A.V. Construction of the technological process and design development of a multifunctional unit for processing vital soybeans with ultrasound. Feasibility of water-crude suspension	61
Moliboga E.A., Zavgorodnyaya L.M. Prospects for increasing the functionality of milk- containing products through the use of non-traditional plant raw materials.....	70
Sterekhova N.V., Gonezhuk S.Y., Meretukov Z.A., Sherbakov M.V. Experimental model of crushing coriander seeds.....	86

Agricultural sciences

Abilfazova Yu.S. Biochemical characteristics of some varieties of peach and nectarine grown in Sochi.....	94
Akatov V.V., Akatova T.V., Yeskina T.G. Assessment of the anthropogenic transformation of post-forest vegetation in the village of Guzeripl and its environs (the Republic of Adygea, the Western Caucasus) based on the composition and structure of complexes of dominant species	103
Djakova I.N. Investigation of the floristic biodiversity of a meadow of the Republic of Adygea	115
Satibalov A.V., Buttaeva Z.M. Evaluation of commercial and taste qualities of plum fruits in the foothills of Kabardino-Balkaria.....	126
Sidakova M.S. Efficiency of chelated fertilizers in sunflower cultivation	137

Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-11-27>
УДК 637.146.34:635.657



Разработка напитка молокосодержащего, сквашенного с экстрактом нута

М. Ахангаран, Г.А. Мариненкова, И.И. Ионова, Я.М. Савинов,
Н.Г. Машенцева✉

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Российский биотехнологический университет»;
г. Москва Российская Федерация,
✉natali-mng@yandex.ru

Аннотация. В последнее время повышенным спросом пользуются молочные напитки с растительными экстрактами, поскольку такие продукты, благодаря растительному компоненту, способны восполнить дефицит важных для человека питательных веществ. Перспективным растительным сырьем для таких напитков могут быть бобовые, например, нут (*Cicer arietinum* L.): он является богатым источником биологически доступного белка, витаминов и пищевых волокон. К тому же ферментация таких напитков молочнокислыми бактериями с пробиотическими свойствами может придать продукту еще большую пользу. Целью исследования является разработка технологии напитка молокосодержащего с экстрактом нута, сквашенного молочнокислыми микроорганизмами с пробиотическими свойствами для повышения пищевой ценности и улучшения органолептических показателей продукта. Молочнокислые бактерии, используемые в работе, были ранее выделены из естественно ферментированных продуктов, идентифицированы и депонированы в национальный Биоресурсный центр ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт». У штаммов были изучены пробиотические и технологические свойства, в том числе способность к утилизации антипитательных факторов нута. Напиток молокосодержащий с экстрактом нута сквашивали микроорганизмами при температуре 37 °С в течение 24 ч.

Рецептура продукта содержала 45% нутевого экстракта и 55% коровьего молока жирностью 0,5%. Были составлены две композиции: № 1 – напиток молокосодержащий с экстрактом нута, сквашенный *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 и *Latilactobacillus sakei* SD-8; № 2 – напиток молокосодержащий с экстрактом нута, сквашенный *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 и *Leuconostoc mesenteroides* CH-5. В продукт вносились штаммы в количестве 1×10⁷ КОЕ/мл. Оба напитка соответствовали микробиологическим требованиям и обладали приятным кисломолочным вкусом, однако первый напиток отличился легкими цветочными нотками, а второй напиток оставлял бобовое послевкусие. По результатам исследований композиция № 1 позволила получить напиток молокосодержащий сквашенный с экстрактом нута, который по органолептическим показателям был наиболее приемлемым.

Ключевые слова: молоко, нут, молочнокислые бактерии, пробиотические свойства

Для цитирования: Ахангаран М., Мариненкова Г.А., Ионова И.И., Савинов Я.М., Машенцева Н.Г. Разработка напитка молочносодержащего сквашенного с экстрактом нута. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):11-27. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-11-27>

Development of a milk-containing drink fermented with chickpea extract

M. Ahangaran, G.A. Marinenkova, I.I. Ionova, Ya.M. Savinov,
N.G. Mashentseva✉

Russian Biotechnological University; Moscow, the Russian Federation
✉natali-mng@yandex.ru

Abstract. In recent times dairy drinks with plant extracts are in great demand, since such products, thanks to the plant component, can compensate for the deficiency of important nutrients for humans. Legumes, for example, chickpeas (*Cicer arietinum* L.), can be promising plant raw materials for such drinks: they are rich in biologically available protein, vitamins and dietary fiber. In addition, fermenting such drinks with lactic acid bacteria with probiotic properties can provide even greater benefits to the product. The goal of the research is to develop a technology for a milk drink containing chickpea extract, fermented with lactic acid microorganisms with probiotic properties, to increase the nutritional value and improve the organoleptic characteristics of the product. Lactic acid bacteria used in the research were previously isolated from naturally fermented products, identified and deposited in the national Bioresource Center of the All-Russian Communist Party of Moscow Scientific Research Center “Kurchatov Institute”. The strains were studied for their probiotic and technological properties, including the ability to utilize chickpea antinutritional factors. A milk-containing drink with chickpea extract was fermented with microorganisms at a temperature of 37 °C for 24 hours.

The product recipe contained 45% of chickpea extract and 55% of cow milk with a fat content of 0.5%. Two compositions were composed: No. 1 – a milk-containing drink with chickpea extract, fermented with *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 and *Latilactobacillus sakei* SD-8; No. 2 – milk drink with chickpea extract, fermented with *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 and *Leuconostoc mesenteroides* CH-5. Strains were added to the product in an amount of 1×10^7 CFU/ml. Both drinks met microbiological requirements and had a pleasant sour-milk taste, but the first drink had light floral notes, while the second drink left a bean aftertaste. According to the research results, composition No. 1 made it possible to obtain a milk-containing drink fermented with chickpea extract, which was the most acceptable in terms of organoleptic indicators.

Keywords: milk, chickpeas, lactic acid bacteria, probiotic properties

For citation: Ahangaran M., Marinenkova G.A., Ionova I.I., Savinov Ya.M., Mashentseva N.G. Development of a milk-containing drink fermented with chickpea extract. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024;20(3):11-27. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-11-27>

Введение. С ростом популярности здорового образа жизни потребители все чаще задумываются о важности правильного питания. Покупатели больше не воспринимают продукты питания как обычный источник энергии, а ищут в продуктах определенную функциональность. Прогнозируется, что российский рынок функцио-

нальных продуктов питания вырастет с 306,7 млрд. рублей в 2021 году до 405,6 млрд. рублей к 2026 году. Однако, несмотря на активное развитие рынка функциональных продуктов, только 23% потребителей полностью устраивает их ассортимент [1, с. 36]. Соответственно, в настоящее время наблюдается тенденция расши-

рения ассортимента путем разработки новых продуктов.

Молочные напитки с растительными экстрактами – это быстрорастущий сегмент в ныне популярной категории функциональных напитков по всему миру, поскольку такие продукты, благодаря растительной составляющей, способны восполнить дефицит витаминов, пищевых волокон, белка и других важных нутриентов. Перспективным растительным сырьем для таких напитков являются бобовые, поскольку они обладают хорошо сбалансированным питательным составом. Среди бобовых особенно выделяется нут (*Cicer arietinum L.*): он является богатым источником биологически доступного белка, углеводов, витаминов, пищевых волокон и содержит минимальное количество липопротеинов высокой плотности [2, с. 2]. К тому же нут гипоаллергенен в отличие сои или овса [3, с. 2]. К сожалению, органолептические показатели напитка молочносодержащего с экстрактом нута не соответствуют потребительским ожиданиям, что ограничивает его популярность. Перспективным методом улучшения органолептических показателей и питательной ценности подобных напитков является сквашивание молочнокислыми микроорганизмами.

Микробная ферментация с древних времен применяется к растительному сырью. Во время технологического процесса микроорганизмы за счет своей ферментативной активности изменяют структуру и химический состав растений под свои питательные потребности [4, с. 105; 5, с. 5]. Ферментация способна улучшать органолептические свойства продуктов за счет снижения содержания углеводов и повышения уровня витаминов (тиамина, ниацина) и аминокислот (лизина) [6, с. 3]. В результате повышается пищевая ценность продуктов. К тому же ферментация придает продуктам антимикробные, антиканцерогенные, противоопухолевые и имму-

номодулирующие свойства [7, с. 2]. Для ферментации растительного сырья наиболее используемыми в промышленности микроорганизмами являются молочнокислые бактерии (МКБ) [8, с. 311]. В ферментированных продуктах МКБ формируют органолептику, вырабатывают полезные метаболиты и биологически активные пептиды, которые влияют на функциональные свойства пищевых продуктов [9, с. 2].

Помимо повышения пищевой ценности и улучшения органолептических показателей МКБ улучшают микробиоценоз потребителей за счет своих пробиотических свойств. Известно, что кишечная микробиота имеет важное значение в поддержании здоровья: нарушение ее структуры может привести к иммунным и онкологическим заболеваниям, а также ряду серьезных заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и нервной системы. Пробиотические бактерии улучшают баланс и структуру микробиоты, а также обеспечивают защиту от патогенных микроорганизмов [10, с. 2]. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН и Всемирная организация здравоохранения определяют пробиотики как «живые микроорганизмы, которые при попадании в организм в достаточных количествах улучшают здоровье хозяина» [11, с.]. Существует множество исследований, подтверждающих положительное влияние функциональных напитков на основе пробиотиков на микробиом ЖКТ человека [12, с. 6; 13, с. 5]. Помимо этого, пробиотические напитки обладают большим преимуществом перед твердыми пробиотическими продуктами, поскольку они быстрее усваиваются и не пребывают долго в кислой среде желудка, тем самым обеспечивая большую жизнеспособность пробиотических штаммов [14, с. 4].

Согласно рекомендациям ФАО/ВОЗ (FAO/WHO) [15, с. 2], каждый потенциальный штамм пробиотика должен быть пра-

வில்но идентифицирован с последующим проведением различных тестов *in vitro* для изучения его функциональных свойств [16, с. 1].

Целью исследования является разработка технологии напитка молочнокислого с экстрактом нута, сквашенного молочнокислыми микроорганизмами с пробиотическими свойствами, для повышения пищевой ценности и улучшения органолептических показателей продукта.

Материалы и методы.

Сырье и реактивы

Бобы нута типа кабули были приобретены на рынке г. Тегерана (Иран); коровье молоко жирностью 0,5% – в местном супермаркете. Все реагенты, использованные в исследовании, были предоставлены кафедрой «Биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)».

Штаммы бактерий

Пробиотические молочнокислые бактерии *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 (B-14054), *Latilactobacillus sakei* SD-8 (B-14053), *Levilactobacillus brevis* VY-1 (B-14052), *Pediococcus pentosaceus* FC-9 (B-14055), *Pediococcus pentosaceus* FC-10 (B-14056), *Leuconostoc mesenteroides* FM-4 (B-14057), *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 (B-14058), *Leuconostoc mesenteroides* CH-5 (B-14059), *Limosilactobacillus fermentum* AS-3 (B-14060), *Lacticaseibacillus paracasei* CA-6 (B-14061) были взяты из коллекции культур микроорганизмов ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» кафедры «Биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза». Все штаммы были ранее выделены из природных источников, идентифицированы по фенотипическим и протеомным (MALDI-TOF) признакам и депонированы в БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт» [17].

Питательные среды

В ходе исследования использовались следующие среды:

среда для выращивания лактобактерий *Lactobacillus* MRS Broth («Hi-Media», Индия);

скрининговая агаризованная среда MSA с добавлением галактозы и фитата натрия («Hi-Media», Индия);

бульонная среда с феноловым красным с добавлением раффинозы (ООО «Биотехновация», Россия);

среда для выявления молочнокислых бактерий – среда Бликфельдта (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия).

Определение устойчивости штаммов к желчи

Использовались клеточные суспензии штаммов с концентрацией клеток 10⁹ КОЕ/мл. В пробирку вносились клеточная суспензия в количестве 1 мл и желчь медицинская консервированная («Самсон-Мед», Россия) в количестве 9 мл. В контрольные образцы вместо желчи вносился физраствор. Культивирование производилось при 37 °C в течение 2 ч. Количество жизнеспособных клеток определялось по стандарту Мак-Фарланда.

Определение устойчивости штаммов к повышенной кислотности и щелочности среды.

В данном эксперименте использовалась среда *Lactobacillus* MRS Broth. Питательную среду доводили до pH 2,2 (нормальная кислотность желудка) с помощью HCl для определения устойчивости штаммов к повышенной кислотности. Для тестирования устойчивости штаммов к щелочной реакции среды питательную среду доводили до pH 7,5 (нормальная кислотность в пищевом тракте) с помощью NaOH. Питательная среда засеивалась клеточной суспензией исследуемых штаммов в концентрации клеток 10⁹ КОЕ/мл. Посевы выдерживались в термостате при 37 °C в течение 48 ч. Количество жизнеспособных клеток определялось по стандарту Мак-Фарланда.

Определение устойчивости штаммов к фенолу

Использовалась жидкая питательная среда *Lactobacillus* MRS Broth с добавлением фенола в концентрации 0,4% от объема среды. Питательная среда засеивалась клеточной суспензией исследуемых штаммов в концентрации клеток 10⁹ КОЕ/мл. Посевы выдерживались в термостате при 37 °С в течение 24 ч. Количество жизнеспособных клеток определялось по стандарту Мак-Фарланда.

Определение активности кислотообразования

Определение активности кислотообразования исследуемых штаммов проводилось по ГОСТ 3624-92. Штаммы культивировались в стерильном обезжиренном молоке, а затем к 10 мл культуральной жидкости добавляли 20 мл дистиллированной воды и 3 капли фенолфталеина. Полученная смесь титровалась децинормальной щелочью NaOH до образования стойкого слабо-розового окрашивания.

Исследование способности штаммов к утилизации раффинозы

Для исследования способности штаммов к утилизации раффинозы использовался бульонная среда с феноловым красным с добавлением раффинозы. В стерильные пробирки с питательной средой инокулировали исследуемые штаммы в концентрации клеток 10⁹ КОЕ/мл в количестве 1 мл на 15 мл среды. Посевы выдерживались в термостате при 37 °С в течение 48 ч. Образование кислоты из раффинозы определяли по изменению окраски с красной на желтую.

Определение фитазной активности штаммов

Определение фитазной активности проводили качественным методом: на поверхность агаризованной среды, содержащей фитат натрия, D-глюкозу и микробиологический агар, короткими штрихами засеивались исследуемые штаммы бактерий.

В качестве контроля на поверхность среды засеивались аналогичным образом *Candida tropicalis* RCAM 00331 и *Saccharomyces cerevisiae* Y-100. После чего чашки культивировали при 37 °С в течение 24 ч. Фитазную активность штаммов определяли по образованию зон просветления вокруг линии роста бактерий.

Исследование антагонистической активности штаммов

Для определения антагонистической активности исследуемых штаммов использовался метод перпендикулярных штрихов на агаризованной среде *Lactobacillus* MRS Broth. В качестве тест-культур использовались *Salmonella typhimurium* 5715, *Proteus vulgaris* 14 и *Staphylococcus aureus subsp. aureus* 209Р. Микроорганизмы выращивали в термостате при 37 °С в течение 48 ч. Результаты антагонистической активности определялись по наличию зон задержки роста тест-культур.

Отсутствие антагонизма молочнокислых штаммов по отношению друг к другу, что важно при составлении многоштаммовых заквасок, определялось также методом перпендикулярных штрихов.

Технология приготовления нutowого экстракта

Нutowые бобы замачивались в течение 12 ч в воде в соотношении 1:2 (вес/объем). Затем они смешивались с водой в соотношении 1:3 и растирались в течение 5 мин с помощью блендера Braun Multiquick 3. Полученная эмульсия центрифугировалась в течение 15 мин при 4000 об/мин, а затем фильтровалась через марлю. После чего нutowый экстракт пастеризовался на водяной бане при 65 °С в течение 15 мин.

Технология ферментации напитка молокосодержащего с экстрактом нута

Опытный образец содержал 45% нutowого экстракта и 55% коровьего молока жирностью 0,5%. В качестве контроля использовалось коровье молоко жирностью

0,5%. Напитки заквашивали композицией молочнокислых микроорганизмов в количестве 109 КОЕ/мл при температуре 37 °С в течение 72 ч. Готовые продукты хранились при 4 °С во время проведения исследований.

Определение микробиологических показателей продукта

Определение микробиологических показателей полученных образцов проводилось согласно ТР ТС 033/2013. Определение количества молочнокислых микроорганизмов в продукте производилось методом культивирования на питательной среде Бликфельдта ГОСТ 10444.11-2013. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и идентификация бактерий группы кишечных палочек проводились по ГОСТ 32901-2014 методом культивирования с использованием среды КМАФАнМ и среды Кесслер.

Определение органолептических свойств продукта

Определение органолептических показателей полученных образцов проводилось согласно ТР ТС 033/2013 и ГОСТ 31450-2013. Определялись такие показатели как: внешний вид, консистенция, вкус, запах и цвет.

Определение содержания сухих веществ (СВ)

Массовая доля СВ определялась по ГОСТ Р 54668-2011. Образцы для высушивания в сушильном шкафу использовались в количестве 1 мл каждый.

Определение содержания «сырого» протеина

Содержание «сырого» протеина определяли по методу Кьельдаля. Исследуемые образцы для сжигания использовались в количестве 2 мл каждый.

Определения аминокислотного профиля

Определение аминокислотного профиля проводилось методом тонкослойной хроматографии.

В качестве аминокислот-свидетелей использовались аргинин, валин, гистидин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин, глицин, аспарагин и пролин в концентрации 0,01 М каждая. Навески аминокислот-свидетелей растворялись в 10%-ом спиртовом растворе. Образцы продукта разводились с водой в соотношении 1:1. В качестве адсорбента использовалась силиколовая пластинка, на которую по линии старта наносились аминокислоты-свидетели и образцы. Растворителем в хроматографической камере служил раствор бутанола, уксусной кислоты и дистиллята (3:1:1 соответственно). Для проявления аминокислот использовался 1% раствор нингидрина в ацетоне.

Результаты и их обсуждение.

Определение устойчивости штаммов к условиям желудочно-кишечного тракта

Среди десяти изучаемых штаммов наиболее устойчивыми по отношению к желчи оказались *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Levilactobacillus brevis* VY-1, *Pediococcus pentosaceus* FC-9 и *Leuconostoc mesenteroides* CH-5. *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 и *Pediococcus pentosaceus* FC-10 были чувствительны к желчи, а *Limosilactobacillus fermentum* AS-3 проявил слабую устойчивость.

При определении устойчивости штаммов к pH 2,2 наиболее устойчивыми оказались *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Levilactobacillus brevis* VY-1, *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7, *Limosilactobacillus fermentum* AS-3, *Lacticaseibacillus paracasei* CA-6. Штаммы *Limosilactobacillus fermentum* SB-2, *Pediococcus pentosaceus* FC-9, *Leuconostoc mesenteroides* FM-4 и *Leuconostoc mesenteroides* CH-5 проявили слабую

устойчивость к к pH 2,2, а рост *Pediococcus pentosaceus* FC-10 полностью ингибировался кислой средой.

pH среды 7,5 не является ингибирующим для большинства бактерий. Наибольшую устойчивость к щелочной среде проявили штаммы *Latilactobacillus sakei* SD-8 и *Lacticaseibacillus paracasei* CA-6. У штаммов *Limosilactobacillus fermentum* SB-2, *Pediococcus pentosaceus* FC-10 и *Limosilactobacillus fermentum* AS-3 наблюдалось полное отсутствие роста.

Содержание в среде 0,4% фенола не угнетало рост большинства изучаемых бактерий. Среди них *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Pediococcus pentosaceus* FC-10 и *Lacticaseibacillus paracasei* CA-6 обладали наибольшей устойчивостью к фенолу. У *Pediococcus pentosaceus* FC-9 и *Leuconostoc mesenteroides* FM-4 была слабая устойчивость, а рост *Limosilactobacillus fermentum* AS-3 полностью ингибировался.

При анализе полученных результатов, видно, что степень выживаемости в условиях ЖКТ является штаммоспецифичным признаком. Наиболее жизнеспособными штаммами в условиях ЖКТ являются *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Levilactobacillus brevis* VY-1, *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7, *Leuconostoc mesenteroides* CH-5 и *Lacticaseibacillus paracasei* CA-6 (рис. 1).

Определение активности кислотообразования штаммов

Все изучаемые штаммы хорошо сквашивают молоко и образуют плотный сгусток (табл. 1). Наиболее активными кислотообразователями были штаммы *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Pediococcus pentosaceus* FC-9, *Leuconostoc mesenteroides* FM-4, *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 и *Limosilactobacillus fermentum* AS-3, а самые маленькие показатели кислотообразования были у штаммов *Pediococcus pentosaceus* FC-10 и *Lacticaseibacillus paracasei* CA-6. Значения активной кислотности (pH) были в пределах от 4,43 до 5,65. Вкус сгустка, образованного разными штаммами, чистый, кисло-молочный, а консистенция однородная.

Исследование способности штаммов к утилизации антипитательных факторов нута

Самыми активными по утилизации раффинозы были штаммы *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Leuconostoc mesenteroides* CH-5 и *Levilactobacillus brevis* VY-1 (рис. 2).

Исследование фитазной активности чашечным тестом показало наличие зон просветления у контрольных образцов, однако зон просветления не было обнаружено у тестируемых штаммов (рис. 3). Из этого следует, что фитазная активность у исследуемых штаммов отсутствует.

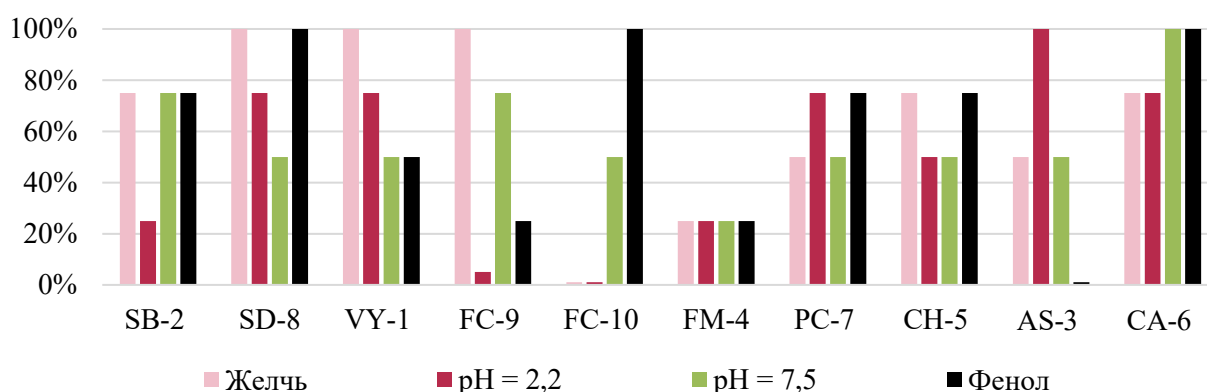


Рис. 1. Устойчивость штаммов к условиям ЖКТ
Fig. 1. Resistance of strains to gastrointestinal conditions

Таблица 1. Кислотообразующая активность штаммов
Table 1. Acid-forming activity of strains

Штамм	Время образования сгустка, ч	Кислотность		
		активная, pH	титруемая, оТ	предельная (через 7 сут), оТ
<i>Limosilactobacillus fermentum</i> SB-2	24	5,37	105	153
<i>Latilactobacillus sakei</i> SD-8	20	5,25	110	162
<i>Levilactobacillus brevis</i> VY-1	22	4,58	108	154
<i>Pediococcus pentosaceus</i> FC-9	24	4,64	100	170
<i>Pediococcus pentosaceus</i> FC-10	48	5,33	85	122
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> FM-4	22	5,24	112	148
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> PC-7	24	4,43	113	210
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> CH-5	22	4,57	102	174
<i>Limosilactobacillus fermentum</i> AS-3	20	5,65	117	173
<i>Lacticaseibacillus paracasei</i> CA-6	21	5,35	94	123

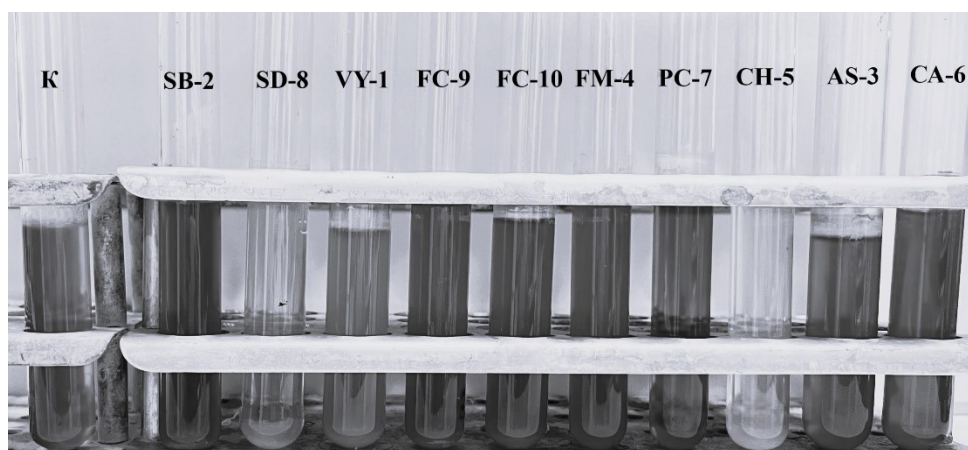


Рис. 2. Способность штаммов к утилизации раффинозы
Fig. 2. The ability of strains to utilize raffinose

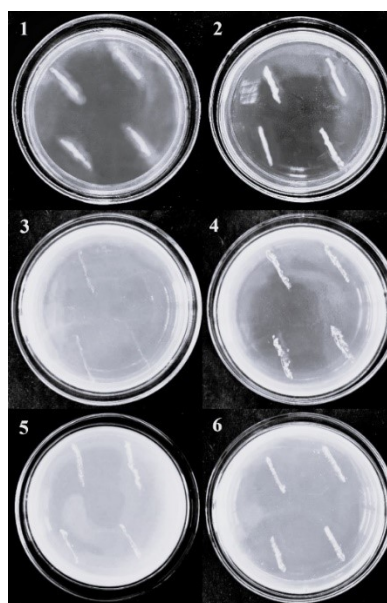


Рис. 3. Чашечный тест на фитазную активность штаммов бактерий:

1 – *Candida tropicalis* RCAM 00331 (контроль); 2 – *Saccharomyces cerevisiae* Y-100 (контроль); 3 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2; 4 – *Latilactobacillus sakei* SD-8; 5 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7; 6 – *Leuconostoc mesenteroides* CH-5

Fig. 3. Plate test for phytase activity of bacterial strains:

1 – *Candida tropicalis* RCAM 00331 (control one); 2 – *Saccharomyces cerevisiae* Y-100 (control one); 3 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2; 4 – *Latilactobacillus sakei* SD-8; 5 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7; 6 – *Leuconostoc mesenteroides* CH-5

Относительно фитатов как антипитательных факторов мнение неоднозначно. Фитаты были отнесены к антипитательным факторам еще в 1920-х годах, поскольку фитиновая кислота образует нерастворимые комплексы с важными двухвалентными катионами (например, Fe, Zn, Ca и Mg), делая их биологически недоступными для всасывания и утилизации в тонком кишечнике. Более поздние исследования показали, что фитаты не оказывают негативного влияния на биодоступность металлов при соблюдении сбалансированной диеты. Более того, некоторые исследования доказывают пользу комплексообразования с фитиновой кислотой, поскольку сами по себе ионы металлов при определенных обстоятельствах вредны и при неблагоприятных условиях могут привести к ряду серьезных заболеваний. Фитаты также обладают антиоксидантной активностью

и противоопухолевым эффектом, а также оказывают терапевтическое действие при болезни Паркинсона, болезни Альцгеймера и других заболеваниях [18, с. 2082].

В свете данных исследований достаточно трудно назвать фитаты антипитательными факторами и нежелательными компонентами в растительной пище.

Выбор штаммов для сквашивания напитка

При составлении композиций учитывали полученные результаты исследований. Согласно полученным данным, штаммы *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Leuconostoc mesenteroides* FM-4, *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 и *Leuconostoc mesenteroides* CH-5 хорошо сквашивали обезжиренное молоко. Наиболее жизнеспособными штаммами в условиях ЖКТ являются *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Levilactobacillus brevis* VY-1,

Lactiplantibacillus plantarum PC-7, *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5 и *Lacticaseibacillus paracasei* CA-6. Лучше всего утилизировали раффинозу штаммы *Latilactobacillus sakei* SD-8 и *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5. С учетом полученных данных в результате исследований были составлены следующие композиции штаммов: № 1 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 и *Latilactobacillus sakei* SD-8; № 2 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 и *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5.

Исследование антагонистической активности штаммов

Важной особенностью пробиотических бактерий является их способность ингибировать патогенные и условно-патоген-

ные микроорганизмы в ЖКТ человека. Были проведены исследования по антагонистической активности выбранных штаммов в отношении следующих тест-культур: *Salmonella typhimurium* 5715, *Proteus vulgaris* 14 и *Staphylococcus aureus subsp. aureus* 209P. *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 и *Latilactobacillus sakei* SD-8, *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 ингибировали рост *Salmonella typhimurium* 5715, *Proteus vulgaris* 14 и *Staphylococcus aureus subsp. aureus* 209P, что можно объяснить действием антимикробных метаболитов, таких, как молочная кислота. *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5 не проявил антагонистической активности к тест-культурам (рис. 4).

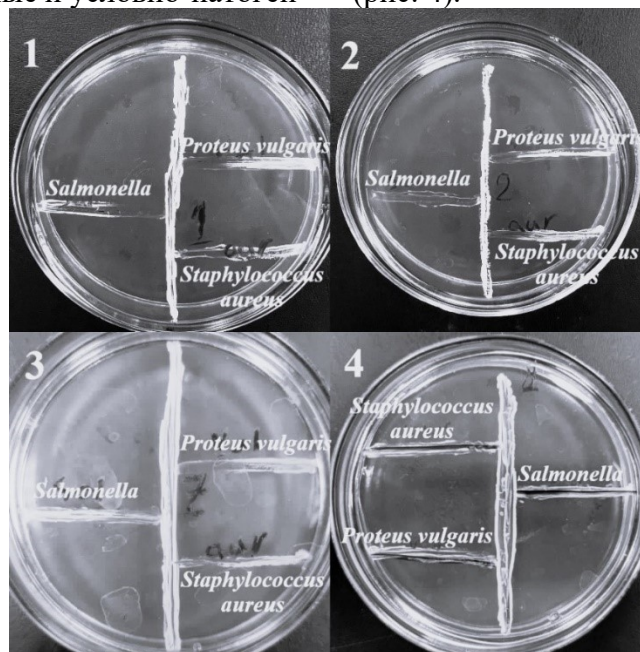


Рис. 4. Антагонистическая активность штаммов:

1 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2; 2 – *Latilactobacillus sakei* SD-8; 3 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7; 4 – *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5

Fig. 4. Antagonistic activity of strains:

1 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2; 2 – *Latilactobacillus sakei* SD-8; 3 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7; 4 – *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5

Определение отсутствия антагонизма между заквасочными штаммами.

Поскольку планируется использование композиций штаммов, необходимо

установить их антагонистическую активность по отношению друг к другу, чтобы избежать ингибирования одного штамма другим. Было установлено отсутствие

антагонизма между штаммами *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 и *Latilactobacillus sakei* SD-8, а также штаммами *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 и *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5, поэтому их можно использовать в совместной композиции (рис. 5).

Ферментация напитка молокосодержащего с нутovým экстрактом

В ходе сквашивания напитка выбранными композициями штаммов оценивалась активность кислотообразования. Во всех образцах было замечено активное повышение кислотности среды, что свидетельствует о сквашивании напитка молокосодержащего с нутovým экстрактом выбранными штаммами (табл. 2).

Определение микробиологических показателей

Оба напитка соответствовали микробиологическим требованиям ТР ТС 033/2013 для жидких кисломолочных продуктов и содержали не менее 1×10^8

КОЕ/мл молочнокислых микроорганизмов. БГКП, в т.ч. *E. coli*, сальмонеллы, *L. Monocytogenes* и *S. aureus* обнаружены не были.

Определение органолептических показателей полученного продукта

Согласно ТР ТС 033/2013 и ГОСТ 31450-2013, продукт должен обладать жидкой и однородной консистенцией, иметь характерный для кисломолочных продуктов вкус и запах и белый/светло-кремовый/кремовый цвет. Лучшие результаты показал напиток молокосодержащий с нутovým экстрактом, сквашенный композицией штаммов № 1 в течение 24 ч: по консистенции, цвету и запаху он был максимально близок к установленным нормам. Напиток, сквашенный композицией № 2, проигрывал по органолептическим показателям, поскольку имел неприятное бобовое послевкусие и обладал легким бобовым запахом (табл. 3). К 72 ч ферментации вкус обоих продуктов становился кислым, их органолептика ухудшалась.

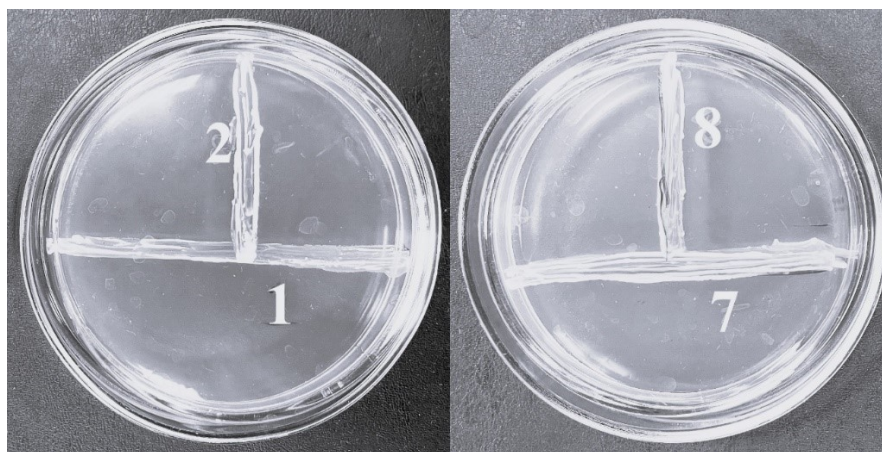


Рис. 5. Отсутствие антагонизма у штаммов:

1 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2; 2 – *Latilactobacillus sakei* SD-8; 7 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7; 8 – *Leuconostoc mesenteriodes*

Fig. 5. Lack of antagonism in strains:

1 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2; 2 – *Latilactobacillus sakei* SD-8; 7 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7; 8 – *Leuconostoc mesenteriodes*

Таблица 2. Кислотообразующая активность композиций в сквашенном напитке
молокосодержащем с нутовым экстрактом

Table 2. Acid-forming activity of compositions in fermented milk-containing drink with chickpea extract

Образец	Длительность ферментации, ч	Кислотность	
		активная, рН	титруемая, оТ
Напиток молокосодержащий с нутовым экстрактом, заквашенный композицией № 1	0 ч	6,69	27
	24 ч	3,5	107
	72 ч	3,5	164
Напиток молокосодержащий с нутовым экстрактом, сквашенный композицией № 2	0 ч	6,69	27
	24 ч	3,88	98
	72 ч	3,57	180
Молоко коровье жирность 0,5%, сквашенное композицией № 1 (контроль)	0 ч	5,56	25
	24 ч	5,18	88
	72 ч	3,8	135
Молоко коровье жирность 0,5%, сквашенное композицией № 2 (контроль)	0 ч	5,56	25
	24 ч	4,98	79
	72 ч	4,03	120

Таблица 3. Органолептические показатели продуктов после 24 ч сквашивания

Table 3. Organoleptic characteristics of products after 24 hours of ripening

Образец	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Запах	Цвет
Напиток молокосодержащий с нутовым экстрактом, сквашенный композицией № 1	Непрозрачная жидкость	Жидкая, однородная	Кисло-молочный с легкими цветочными нотками	Кисло-молочный	Светло-кремовый
Напиток молокосодержащий с нутовым экстрактом, сквашенный композицией № 2	Непрозрачная жидкость	Жидкая, однородная	Кисло-молочный с бобовым послевкусием	Кисло-молочный с бобовыми нотками	Светло-кремовый

Определение содержания СВ, общего азота и «сырого» протеина

Как говорилось ранее, ферментация позволяет повысить содержание белка в продукте. По показателям пищевой ценности продукта напиток молокосодержащий с нутовым экстрактом, сквашенный композицией № 1, имел более высокие показатели по сравнению с образцом, заквашенным композицией штаммов № 2 (табл. 4).

Определение аминокислотного профиля

В напитке молокосодержащем с нутовым экстрактом, сквашенном композицией № 1, было отмечено содержание аргинина, валина, лейцина, треонина, триптофана, а в напитке, сквашенном композицией штаммов № 2 – валина, лейцина, треонина, фенилаланина (рис. 6).

Таблица 4. Химический состав продуктов

Table 4. Chemical composition of products

Образец	СВ, %	Сырой протеин, %
Напиток молочносодержащий с нуттовым экстрактом, сквашенный композицией № 1	14,3	10,60
Напиток молочносодержащий с нуттовым экстрактом, сквашенный композицией № 2	12,7	9,78

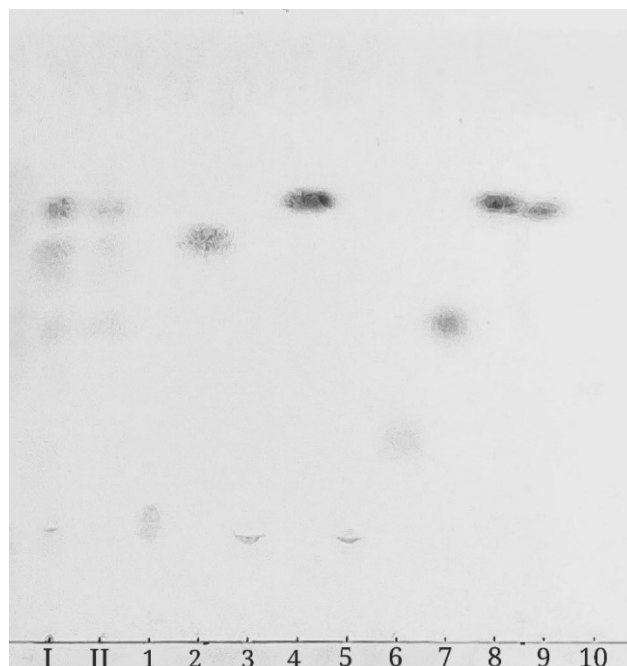


Рис. 6. Аминокислотный профиль полученных образцов:

I – напиток молочносодержащий с нуттовым экстрактом, заквашенный композицией № 1;
II – напиток молочносодержащий с нуттовым экстрактом, заквашенный композицией № 2;
1 – аргинин; 2 – валин; 3 – гистидин; 4 – лейцин; 5 – лизин; 6 – метионин; 7 – треонин;
8 – триптофан; 9 – фенилаланин; 10 – глицин

Fig. 6. Amino acid profile of the obtained samples:

I – milk drink with chickpea extract, fermented with composition No. 1; II – milk-containing drink with chickpea extract, fermented with composition No. 2; 1 – arginine; 2 – valine; 3 – histidine; 4 – leucine; 5 – lysine; 6 – methionine; 7 – threonine; 8 – tryptophan; 9 – phenylalanine; 10 – glycine

Выводы. Из десяти изученных штаммов по своим технологическим и пробиотическим свойствам были выбраны *Limosilactobacillus fermentum* SB-2, *Lactilactobacillus sakei* SD-8, *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 и *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5. Были составлены две композиции: № 1 – *Limosilactobacillus fermentum* SB-2 и *Lati-*

lactobacillus sakei SD-8; № 2 – *Lactiplantibacillus plantarum* PC-7 и *Leuconostoc mesenteriodes* CH-5.

Напиток молочносодержащий с нуттовым экстрактом, сквашенный композицией штаммов № 1, показал лучшие органолептические и биохимические показатели, чем образец, сквашенный композицией № 2 в

течение 24 ч сквашивания. Сырого протеина напитков с композицией № 1 содержал 10,60%, с композицией № 2 – 9,78%. Таким

образом, полученный продукт имеет потенциальную пользу для здоровья потребителя.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асякина Л.К., Степанова А.А., Тамарзина Т.В. и др. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека. Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2022; 2: 29-41. DOI: 10.36718/2500-1825-2022-3-29-41.
2. Duarte C.M., Mota J., Assunção R. et al. New Alternatives to Milk From Pulses: Chickpea and Lupin Beverages With Improved Digestibility and Potential Bioactivities for Human Health. *Frontiers in Nutrition*. 2022; 9. DOI: 10.3389/fnut.2022.852907.
3. Zhang P., Tang F., Cai W. et al. Evaluating the effect of lactic acid bacteria fermentation on quality, aroma, and metabolites of chickpea milk. *Frontiers in Nutrition*. 2022; 9. DOI: 10.3389/fnut.2022.1069714.
4. Espirito-Santo A. P. do, Mouquet-Rivier C., Humblot C. et al. Influence of cofermentation by amylolytic *Lactobacillus* strains and probiotic bacteria on the fermentation process, viscosity and microstructure of gruels made of rice, soy milk and passion fruit fiber. *Food Research International*. 2014; 57: 104-113. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.01.028.
5. Peyer L.C., Zannini E., Arendt E.K. Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Science & Technology*. 2016; 54: 17-25. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.05.009.
6. Rasika D.M., Vidanarachchi J.K., Rocha R.S. et al. Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers. *Current Opinion in Food Science*. 2020; 38: 8-20. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.10.025.
7. Costa G.M., Paula M.M., Costa G.N. et al. Preferred attribute elicitation methodology compared to conventional descriptive analysis: a study using probiotic yogurt sweetened with xylitol and added with prebiotic components. *Journal of Sensory Studies*. 2020; 35(6). DOI: 10.1111/joss.12602.
8. Steinkraus K.H. Classification of fermented foods: worldwide review of household fermentation techniques. *Food Control*. 1997; 8(5/6): 311-317. DOI: 10.1016/S0956-7135(97)00050-9.
9. Zhang X., Liu Sh., Xie B. et al. An Approach to Processing More Bioavailable Chickpea Milk by Combining Enzymolysis and Probiotics Fermentation. *Journal of Food Quality*. 2022; 11: 1-11. DOI: 10.1155/2022/1665524.
10. Panghal A., Janghu S., Virkar K. et al. Potential non-dairy probiotic products: a healthy approach. *Food Bioscience*. 2018; 21: 80-89. DOI: 10.1016/j.fbio.2017.12.003.
11. Shori A.B., Aljohani G.S., Al-Zahrani A.J. et al. Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. *LWT*. 2022; 153. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112482.

12. Spencer C.N., McQuade J.L., Gopalakrishnan V. et al. Dietary fiber and probiotics influence the gut microbiome and melanoma immunotherapy response. *Science*. 2021; 374(6575): 163-1640. DOI: 10.1126/science.aaz7015.
13. Azad M.A.K., Sarker M., Li T. et al. Probiotic Species in the Modulation of Gut Microbiota: An Overview. *Biomed Res Int*. 2018; 9(4): 78-94. DOI: 10.1155/2018/9478630.
14. Aspri M., Papademas P., Tsaltas D. Review on Non-Dairy Probiotics and Their Use in Non-Dairy Based Products. *Fermentation*. 2020; 6(1): 30. DOI: 10.3390/fermentation6010030.
15. Food and Agriculture Organization/World Health Organization: «Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food». London, Ontario, Canada: Author. 2002.
16. Shokryazdan P., Faseleh Jahromi M.F., Liang J.B. et al. Probiotics: From Isolation to Application. *Journal of the American College of Nutrition*. 2017; 36(8): 666-676. DOI: 10.1080/07315724.2017.1337529.
17. Машенцева Н.Г., Ахангаран М., Гаравири М. и др. Сравнительная характеристика современных методов идентификации микроорганизмов: преимущества и недостатки. Новые информационные технологии и системы в решении задач инновационного развития: сборник статей Международной научно-практической конференции. *OMEGA SCIENCE*. 2022: 9-13.
18. Wang R., Guo S. Phytic acid and its interactions: Contributions to protein functionality, food processing, and safety. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2021; 20(2): 2081-2105. DOI: 10.1111/1541-4337.12714.

REFERENCES

1. Asyakina L.K., Stepanova A.A., Tamarzina T.V. et al. Russian market of functional food products for a healthy lifestyle. *Socio-economic and humanitarian journal*. 2022; 2: 29-41. DOI: 10.36718/2500-1825-2022-3-29-41. (In Russ.)
2. Duarte C.M., Mota J., Assunção R. et al. New Alternatives to Milk From Pulses: Chickpea and Lupine Beverages With Improved Digestibility and Potential Bioactivities for Human Health. *Frontiers in Nutrition*. 2022; 9. DOI: 10.3389/fnut.2022.852907.
3. Zhang P., Tang F., Cai W. et al. Evaluating the effect of lactic acid bacteria fermentation on quality, aroma, and metabolites of chickpea milk. *Frontiers in Nutrition*. 2022; 9. DOI: 10.3389/fnut.2022.1069714.
4. Espirito-Santo A. P. do, Mouquet-Rivier C., Humblot C. et al. Influence of cofermentation by amylolytic *Lactobacillus* strains and probiotic bacteria on the fermentation process, viscosity and microstructure of gruels made of rice, soy milk and passion fruit fiber. *Food Research International*. 2014; 57: 104-113. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.01.028.
5. Peyer L.C., Zannini E., Arendt E.K. Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Science & Technology*. 2016; 54: 17-25. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.05.009.
6. Rasika D.M., Vidanarachchi J.K., Rocha R.S. et al. Plant-based milk substitutes as emerging probiotic carriers. *Current Opinion in Food Science*. 2020; 38: 8-20. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.10.025.
7. Costa G.M., Paula M.M., Costa G.N. et al. Preferred attribute elicitation methodology compared to conventional descriptive analysis: a study using probiotic yogurt sweetened with

xylitol and added with prebiotic components. Journal of Sensory Studies. 2020; 35(6). DOI: 10.1111/joss.12602.

8. Steinkraus K.H. Classification of fermented foods: worldwide review of household fermentation techniques. Food Control. 1997; 8(5/6): 311-317. DOI: 10.1016/S0956-7135(97)00050-9.

9. Zhang X., Liu Sh., Xie B. et al. An Approach to Processing More Bioavailable Chickpea Milk by Combining Enzymolysis and Probiotics Fermentation. Journal of Food Quality. 2022; 11:1-11. DOI: 10.1155/2022/1665524.

10. Panghal A., Janghu S., Virkar K. et al. Potential non-dairy probiotic products: a healthy approach. Food Bioscience. 2018; 21: 80-89. DOI: 10.1016/j.fbio.2017.12.003.

11. Shori A.B., Aljohani G.S., Al-Zahrani A.J. et al. Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic Lactobacillus spp. L.W.T. 2022; 153. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112482.

12. Spencer C.N., McQuade J.L., Gopalakrishnan V. et al. Dietary fiber and probiotics influence the gut microbiome and melanoma immunotherapy response. Science. 2021; 374(6575): 163-1640. DOI: 10.1126/science.aaz7015.

13. Azad M.A.K., Sarker M., Li T. et al. Probiotic Species in the Modulation of Gut Microbiota: An Overview. Biomed Res Int. 2018; 9(4): 78-94. DOI: 10.1155/2018/9478630.

14. Aspri M., Papademas P., Tsaltas D. Review on Non-Dairy Probiotics and Their Use in Non-Dairy Based Products. Fermentation. 2020; 6(1): 30. DOI: 10.3390/fermentation6010030.

15. Food and Agriculture Organization/World Health Organization: "Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food." London, Ontario, Canada: Author. 2002.

16. Shokryazdan P., Faseleh Jahromi M.F., Liang J.B. et al. Probiotics: From Isolation to Application. Journal of the American College of Nutrition. 2017; 36(8): 666-676. DOI: 10.1080/07315724.2017.1337529.

17. Mashentseva N.G., Akhangaran M., Garaviri M. et al. Comparative characteristics of modern methods for identifying microorganisms: advantages and disadvantages. New information technologies and systems in solving problems of innovative development: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. OMEGA SCIENCE. 2022: 9-13. (In Russ.)

18. Wang R., Guo S. Phytic acid and its interactions: Contributions to protein functionality, food processing, and safety. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2021; 20(2): 2081-2105. DOI: 10.1111/1541-4337.12714.

Информация об авторах / Information about the authors

Ахангаран Махбубех, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», 125080, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11, e-mail: ahangaran@hotmail.com

Мариненкова Галина Александровна, магистр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», 125080, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11, e-mail: faust-fel@ya.ru

Ионова Инна Исааковна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», 125080, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11, e-mail: inna-ionova@yandex.ru

Савинов Ярослав Михайлович, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», 125080, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11, e-mail: yaric3333@mail.ru

Машенцева Наталья Геннадьевна, доктор технических наук, профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», 125080, Российская Федерация, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11, e-mail: natali-mng@yandex.ru

Ahangaran Mahbubeh, Post graduate student, Russian Biotechnological University, 125080, the Russian Federation, Moscow, 11 Volokolamskoye sh., e-mail: ahangaran@hotmail.com

Galina A. Marinenkova, Master's degree, Russian Biotechnological University, 125080, the Russian Federation, Moscow, 11 Volokolamskoye sh., e-mail: faust-fel@ya.ru

Inna I. Ionova, PhD (Eng.), Associate Professor, Russian Biotechnological University, 125080, Russian Federation, Moscow, Volokolamskoye sh., 11, e-mail: inna-ionova@yandex.ru

Yaroslav M. Savinov, Post graduate student, Russian Biotechnological University, 125080, the Russian Federation, Moscow, 11 Volokolamskoye sh., e-mail: yaric3333@mail.ru

Natalya G. Mashentseva, Dr Sci. (Eng.), Professor, the Russian Academy of Sciences, Russian Biotechnological University, 125080, the Russian Federation, Moscow, 11 Volokolamskoye sh., e-mail: natali-mng@yandex.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 16.04.2024
Поступила после рецензирования 18.05.2024
Принята к публикации 21.05.2024

Received 16.04.2024
Revised 18.05.2024
Accepted 21.05.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-28-37>
УДК 663.674:637.12'639



Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока

М.А. Гашева¹✉, Т.П. Арсеньева², С.Ю. Фаина¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»;
г. Майкоп, Российская Федерация
✉irina-gasheva@yandex.ru

²Университет ИТМО; г. Санкт-Петербург Российская Федерация

Аннотация. Во всем мире огромное количество людей страдает непереносимостью лактозы. Вторая проблема — это аллергия на белок коровьего молока. Люди с лактозной непереносимостью, а также те, кто страдает от аллергии на коровье молоко, вынуждены существенно ограничить свой выбор мороженого или отказаться от него полностью. В статье описано решение проблемы употребления мороженого детьми и взрослыми, страдающими лактозной недостаточностью и аллергией на белок коровьего молока; представлены пути преодоления. **Цель.** Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока. В процессе исследования изучены показатели качества подобранного сырья, обоснованы и даны характеристики основных ингредиентов для производства низколактозного мороженого. Козье молоко по своим показателям качества наиболее пригодно для производства мороженого, т. к. оно содержит больше белка, жира, сухих веществ, меньше лактозы и не вызывает аллергии, в связи с чем оно выбрано в качестве основного сырья для производства мороженого. Проведен теоретический и практический анализ химического состава и свойств козьего молока, проведена сравнительная характеристика с коровьим молоком. Для уменьшения содержания лактозы был выбран двойной метод гидролиза лактозы — это использование пробиотических заквасочных культур и фермента лактаза. В процессе комбинированного гидролиза при температуре 37-39°C в течение 4-6 ч достигается снижение содержания лактозы менее 0,9%, при этом концентрация клеток пробиотических микроорганизмов в активной форме достигает значений 10^8 КОЕ/см³. В качестве стабилизационных систем предлагается использовать стабилизационную систему «Лактомикс КМ», обычно используемую в процессе производства кисломолочных продуктов.

Ключевые слова: мороженое, лактоза, непереносимость лактозы, гидролиз лактозы, козье молоко, фермент, заквасочные культуры, пробиотики, стабилизационные системы

Благодарность. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 1023122100005-9-2.9.1 Высокоэффективные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, обеспечивающие экспортный потенциал: новые конкурентоспособные пищевые продукты, новые медицинские и косметические средства, инновационные технологии, продление сроков хранения продуктов).

Авторы статьи выражают глубокую благодарность, за оказанное содействие в получении экспериментальных данных сотрудникам испытательного центра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» под руководством д.т.н., профессора Бутиной Е.А.

Для цитирования: Гашева М.А., Т.П. Арсеньева, Фаина С.Ю. Обоснование используемого сырья и компонентного состава для производства низколактозного мороженого из козьего молока. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):28-37. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-28-37>

Objectives for the use of raw materials and component composition for the production of low-lactose ice cream from goat milk

M.A. Gasheva¹✉, T.P. Arseneva², S.Yu. Fadina¹

¹*Maykop State Technological University; Maikop, the Russian Federation*
✉irina-gasheva@yandex.ru

²*ITMO University; St. Petersburg, the Russian Federation*

Abstract. A huge number of people all over the world suffer from lactose intolerance. The second problem is an allergy to cow milk protein. People with lactose intolerance, as well as those who suffer from cow milk allergies, are forced to significantly limit their choice of ice cream or give it up completely. The article describes a solution to the problem of eating ice cream by children and adults suffering from lactose intolerance and an allergy to cow milk protein, and presents ways to overcome it.

The goal of the research. Objectives for the use of raw materials and component composition for the production of low-lactose ice cream from goat milk. During the research, the quality indicators of the selected raw materials have been studied, the characteristics of the main ingredients for the production of low-lactose ice cream have been substantiated and given. Goat milk, in terms of its quality indicators, is most suitable for the production of ice cream, because it contains more protein, fat, solids, less lactose and does not cause allergies, and therefore it has been chosen as the main raw material for the production of ice cream. A theoretical and practical analysis of the chemical composition and properties of goat milk has been carried out, and compared with cow. To reduce the lactose content, a dual method of lactose hydrolysis has been chosen - the use of probiotic starter cultures and the lactase enzyme. In the process of combined hydrolysis at a temperature of 37-39⁰C for 4-6 hours, a reduction in lactose content of less than 0.9% is achieved, while the concentration of cells of probiotic microorganisms in active form reaches 108 CFU/cm³. It is proposed to use the "Lactomix KM" stabilization system, which is usually used in the production of fermented milk products.

Keywords: ice cream, lactose, lactose intolerance, lactose hydrolysis, goat milk, enzyme, starter cultures, probiotics, stabilization systems

Acknowledgements. The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. 1023122100005-9-2.9.1).

The authors of the article express their deep gratitude for the assistance provided in obtaining experimental data, to the staff of the testing center of Kuban State Technological University under the leadership of Doctor of Technical Sciences, Professor E.A. Butina.

For citation: Gasheva M.A., Arseneva T.P., Fadina S.Yu. Objectives for the use of raw materials and component composition for the production of low-lactose ice cream from goat milk. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024;20(3):28-37. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-28-37>

Введение. Рассматриваемая проблема обширная и затрагивает большое количество людей по всему миру. Это проблема непереносимости лактозы или же лактазная недостаточность. Самый простой выход из этой проблемы, казалось бы, – это отказ от продуктов, содержащих лактозу. Но с отказом от этих продуктов мы лишаем себя огромного количества витаминов, минералов и многих питательных веществ [8, 9].

Мороженое – любимое лакомство людей всех возрастов. Из-за особенностей состава и технологии производства

мороженое является идеальным носителем для биологически активных соединений, пробиотиков, пищевых волокон, витаминов. Каждый из видов такого мороженого предназначен для оздоровления организма человека, т.е. имеет функциональную направленность [2, 9].

В настоящее время предложения безлактозных и низколактозных молочных продуктов очень ограничены (рис.1).

Ценной альтернативой для потребителей из-за его благоприятного профиля и наименьшего риска аллергии является козье молоко.

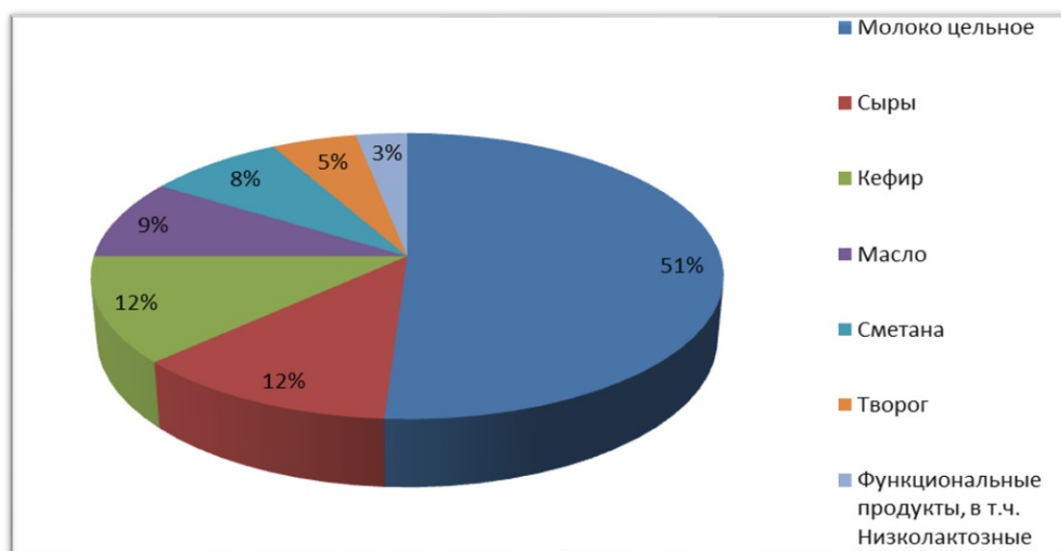


Рис 1. Сегментация рынка молочных продуктов по видам производимой продукции (период 2022-2023 гг.) [7]

Fig 1. Segmentation of the dairy products market by type of products produced (2022-2023) [7]

В козьем молоке меньше всего содержится лактозы по сравнению с молоком других сельскохозяйственных животных (рис.2), что немаловажно с точки зрения экономики и расширения ассортимента низколактозных и безлактозных молочных продуктов [10].

Цель. Подбор сырья и основных компонентов для производства низколактозного мороженого из козьего молока.

Задачи:

- провести анализ рынка безлактозных и низколактозных продуктов;
- исследовать состав и свойства используемого сырья для производства низколактозного мороженого;
- осуществить подбор компонентов для производства мороженого.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования были образцы козьего и коровьего молока, приобретенные на рынке и в крестьянско-фермерских хозяйствах, занимающихся выращиванием

коз в республике Адыгея; смеси мороженого, готовый продукт.

Исследования проводили по общепринятым и специальным методам в лаборатории кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «МГТУ» и в испытательном центре ФГБОУ ВО «КубГТУ». Анализы проводили в трех повторностях, с представлением результата в виде среднего арифметического, при доверительной вероятности $P=0,95$.

Результаты и их обсуждение.

Известно, что по своей биологической ценности козье молоко превышает в 1,3 раза коровье молоко [6, 10].

Белки и фосфаты являются главными буферами козьего молока, что делает козье молоко лечебным средством против заболеваний желудочно-кишечного тракта, туберкулёза, малокровия и ряда других заболеваний.

Соотношение белков в коровьем и козьем молоке примерно одинаковы, но они отличаются по фракционному составу. Так, в козьем молоке основная казеиновая

фракция β – казеин, а в коровьем α_{S1} – казеин (53...55%).

В таблице 1 представлен состав белковых фракций коровьего и козьего молока [6].

Из таблицы 1 видно, что основной сывороточный белок козьего молока α -лактальбумин содержится в количестве от 30 до 35%, тогда как в коровьем его количество составляет 10...13%, что сказывается на легкой усвояемости козьего молока, а под действием протеаз происходит лучшая его переносимость.

Белки из козьей сыворотки являются идеальным выбором и для пожилых людей, особенно для тех, у кого снижен аппетит. В дополнение к обеспечению энергии для организма они повышают иммунитет. Их мягкий вкус легко может стать привычкой, и его легко приспособить к личному вкусу в различных продуктах. Второе большое преимущество этих белков для пожилых людей проявляется в их способности предотвращать остеопороз – разрежение костей, свойственно этому возрасту [10].



Рис. 2. Содержание лактозы в молоке сельскохозяйственных животных
Fig. 2. Lactose content in milk of farm animals

Сывороточные белки состоят из цепи белков. Среди них бета-лактоглобулин, альфа-лактальбумин, иммуноглобулины, гликомакропептид, лактоферрин, лактопероксидаза. Бета-лактоглобулин имеет

полезную особенность – связывает витамины, растворимые в жирах, помогая организму легче использовать их.

α -лактальбумин сначала был обнаружен в грудном молоке. Он содержит много

триптофана, аминокислоты, которая имеет потенциальную пользу для людей с бессонницей и стрессом. Иммуноглобулины, как известно, обеспечивают иммунитет и детей, и взрослых. Только они способны связывать кальций. Гликомакропептид помогает контролировать и предотвращать образование зубного налета и кариеса [6].

Лактопероксидазы предотвращают рост бактерий, зависящих от железа. Интересно, что сывороточные белки могут помочь в потере веса, поскольку они помогают увеличить мышечную массу. Кроме того, они помогают нам чувствовать себя более полным, поскольку они влияют

на повышение уровня гормона, который снижает аппетит [10].

Козьи сывороточные белки обладают противораковыми свойствами, благодаря наличию аминокислот, содержащих серу, обеспечивают оптимальный уровень магния в организме [6, 10].

В соответствии с поставленными задачами проведена сравнительная характеристика козьего и коровьего молока, а также исследовано наличие антибиотиков в сыром молоке, т.к. в настоящее время данный показатель играет важную роль в процессе производства мороженого.

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 1. Состав белков козьего и коровьего молока

Table 1. Protein composition of goat and cow milk

Наименование фракции	Количество, г/100 мл	
	Козье молоко	Коровье молоко
α_{S1} – казеин	0,2 – 0,6	1,3 – 1,4
β – казеин	1,17 – 2,23	0,61 – 0,63
γ - казеин	–	0,15 – 0,2
α -лактаальбумин	0,08 – 0,43	0,06 – 0,08
β - лактаглобулин	0,25 – 0,47	0,28 – 0,35
сывороточный альбумин	0,15 – 0,17	0,05 – 0,25

Таблица 2. Показатели качества козьего и коровьего молока

Table 2. Quality indicators of goat and cow milk

Наименование показателей	Козье молоко-сырье	Коровье молоко-сырье
Массовая доля жира, %	4,40 – 5,10	3,50 – 4,0
Массовая доля белка, %	3,25 – 3,45	3,07 – 3,20
СОМО, %	7,87 – 7,90	7,79 – 7,84
Плотность, °А	29,0 – 30,2	27,0 – 28,4
pH, ед	6,57 – 6,62	6,52 – 6,60
Кислотность, °Т	14,0 – 15,0	17,0 – 19,0
Антибиотики	-	тетрациклин

Таким образом, исходя из анализа литературных источников и полученных нами результатов, можно сделать вывод, что козье молоко за счет своего состава и свойств является ценным сырьем для производства низколактозных молочных

продуктов, особенно для детей и взрослых с лактозной непереносимостью и аллергией на коровье молоко.

Для проведения технологического эксперимента в рамках исследования для гидролиза лактозы были использованы –

пробиотическая комбинированная закваска прямого внесения FD DVS ABT-5 - Probio-Tec™ (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* и *Streptococcus thermophilus*) [2] и фермент лактаза NOLA Fit 5500 (*Bifidobacterium bifidum* B-galactosidase).

Производится NOLA Fit 5500 глубинной ферментацией на растительном субстрате с использованием селекционного штамма *Bacillus licheniformis* при определенных условиях. Желаемую степень гидролиза можно получить путем выбора соответствующей температуры, времени и дозировки при проведении реакции. Оптимальная температура – между 35-50°C работает в широком диапазоне pH [3].

В результате проведенных экспериментов был установлен оптимальный режим для проведения гидролиза и обогащения кисломолочного мороженого пробиотическими заквасочными культурами при температуре 37-39°C в течение 4-6 ч. Изменение титруемой кислотности и динамика снижения лактозы представлены на рисунке 3, 4.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности проведения двухстадийного процесса ферментации молочной среды. Доказано, что при темпера-

туре 37-39°C в течение 4-6 ч достигается максимальное снижение массовой доли лактозы до значений менее 0,9%, при этом концентрация клеток пробиотических микроорганизмов в активной форме достигает значений 10^8 КОЕ/см³.

Производство мороженого осуществлялось по общепринятой технологии изготовления кисломолочного мороженого.

Для производства низколактозного мороженого использовались молоко козье, молоко сухое козье, сахар-песок, стабилизатор, фермент лактаза и пробиотические заквасочные культуры, состоящие из термофильного стрептококка, ацидофильной палочки и бифидобактерий.

На следующем этапе был проведен подбор стабилизационных систем для производства низколактозного мороженого. Были взяты 3 образца смеси, в которую вносились:

- образец 1 – желатин;
- образец 2 – гуаровая камедь;
- образец 3 – стабилизатор «Лакто-микс КМ», применяемый для всех видов кисломолочных продуктов.

В готовых образцах мороженого проводилась органолептическая оценка (рис.5), определялись взбитость и сопротивление к таянию.

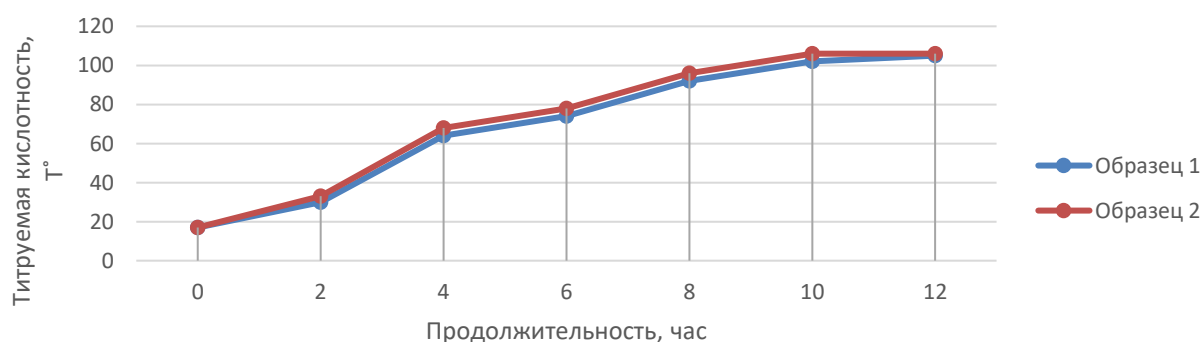


Рис. 3. Изменение титруемой кислотности (°T) при ферментации молочной основы мороженого: 1 – заквасочными культурами; 2 – заквасочными культурами в присутствии фермента

Fig. 3. Changes in titratable acidity (°T) during the fermentation of the ice cream milk base: 1 – starter cultures; 2 – starter cultures in the presence of an enzyme

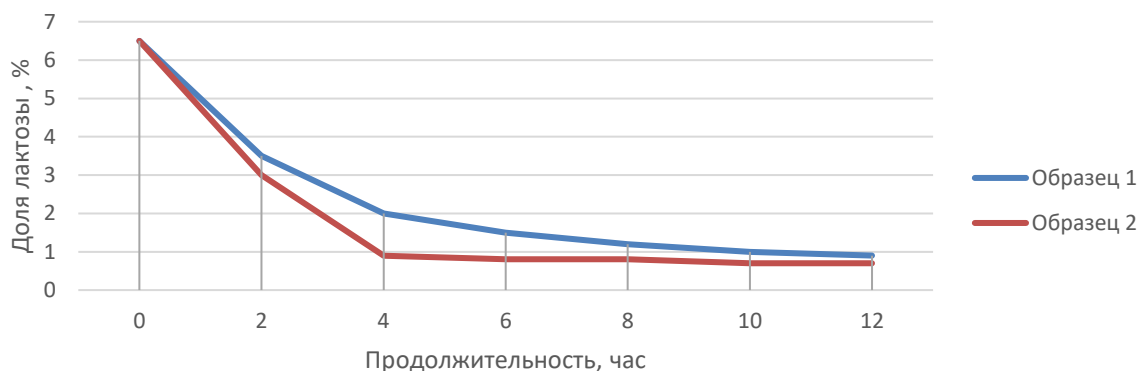


Рис. 4. Динамика снижения массовой доли лактозы (%) при ферментации молочной основы: 1 – заквасочными культурами; 2 – заквасочными культурами в присутствии фермента

Fig. 4. Dynamics of reduction in the mass fraction of lactose (%) during fermentation of the milk base: 1 – starter cultures; 2 – starter cultures in the presence of an enzyme

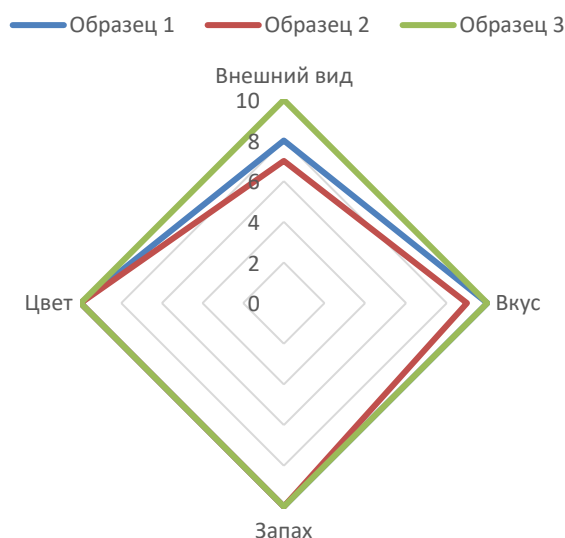


Рис. 5. Профилограмма органолептических показателей мороженого
Fig. 5. Profilogram of organoleptic indicators of ice cream

По результатам органолептической оценки, образец 3 со стабилизатором «Лактомикс КМ» наиболее соответствовал вкусу и консистенции кисломолочного мороженого, наблюдалось увеличение взбитости мороженого в 1,2 раза и продолжительности к таянию на 10 минут дольше в сравнении с мороженым с внесением желатина или гуаровой камеди.

В готовых образцах мороженого определялись показатели качества, была

проведена дегустационная оценка и сделаны следующие выводы:

1) для производства низколактозного мороженого можно использовать в качестве сырья козье молоко, т.к. оно содержит больше белка, жира, сухих веществ, меньше лактозы и не вызывает аллергии;

2) для снижения содержания лактозы предлагается использовать двойной метод гидролиза лактозы с использованием пробиотических заквасочных культур

прямого внесения FD DVS ABT-5 - Probio-Tec™ (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* и *Streptococcus thermophilus*) и фермента (лактаза) NOLA Fit 5500 (*Bifidobacterium bifidum B-galactosidase*), при температуре 37-39°C в течение 4-6 ч.; данный метод гидролиза обеспечивает получение низколактозного кисломолочного мороженого с массовой

долей лактозы до 0,85-0,90% и концентрацией пробиотических микроорганизмов в готовом продукте не менее 10^8 КОЕ/см³;

3) применение стабилизационной системы «Лактомикс КМ» способствует получению мороженого с нежной плотной консистенцией, с более высокой взбитостью и более высоким сопротивлением к таянию.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барбашина Е.Г. Качество и стабильность мороженого. Молочная промышленность. 2010; 1: 26-28.
2. Гашева М.А. Подбор пробиотических заквасочных культур для производства кисломолочного мороженого. Новые технологии. 2022; 18(3): 17-23.
3. Мельникова Е.И., Богданова Е.В. Применение ферментного препарата NOLA Fit в технологии безлактозного мороженого. Пищевая промышленность. 2019; 4: 62-63.
4. Разинкова Т.А., Попов Е.С. Научное обоснование и разработка технологии низколактозных пробиотических замороженных десертов. Материалы IX отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2020 год: в 3-х ч. Ч. 1. Воронеж: ВГУИТ, 2021.
5. Никитина Ю.В., Топникова Е.В., Лепилкина О.В. и др. Технологические и методические аспекты производства низко-и безлактозных молочных продуктов. Пищевые системы. 2021; 4(2): 144-153.
6. Суюнчев О.А. Сыры из козьего молока: монография. Ставрополь: СевКавГТУ; 2006.
7. Российский рынок здоровых продуктов: тенденции и перспективы. Коммерсант Черноземье. 2024: 7-8.
8. Рябцева С.А., Ахмедова В.Р., Анисимов Г.С. Мороженое как средство доставки *Lactobacillus acidophilus*. Техника и технология пищевых производств. 2018; 48(2): 1-12.
9. Творогова А.А. Мороженое в России и СССР: Теория. Практика. Развитие технологий. СПб.: Профессия; 2021.
10. Щетинина Е.М., Гаврилова Н.Б. Современные аспекты использования козьего молока в биотехнологии мягких и полутвёрдых сыров: монография. Омск: Омский ГАУ; 2021.

REFERENCES

1. Barbashina E.G. Ice cream quality and stability. Dairy industry. 2010; 1:26-28. (In Russ.)

2. Gasheva M.A. Selection of probiotic starter cultures for the production of fermented milk ice cream. *New technologies*. 2022; 18(3): 17-23. (In Russ.)
3. Melnikova E.I., Bogdanova E.V. Application of NOLA Fit enzyme preparation in lactose-free ice cream technology. *Food industry*. 2019; 4: 62-63. (In Russ.)
4. Razinkova T.A., Popov E.S. Scientific substantiation and development of technology for low-lactose probiotic frozen desserts. Materials of the IX reporting scientific conference of teachers and researchers of VSUIT for 2020: in 3 parts. Part 1. Voronezh: VSUIT, 2021. (In Russ.)
5. Nikitina Yu.V., Topnikova E.V., Lepilkina O.V. et al. Technological and methodological aspects of the production of low- and lactose-free dairy products. *Food systems*. 2021; 4(2): 144-153. (In Russ.)
6. Suyunchev O.A. Goat milk cheeses: a monograph. Stavropol: SevKavGTU; 2006. (In Russ.)
7. The Russian market of healthy products: trends and prospects. *Merchant Chernozemye*. 2024: 7-8. (In Russ.)
8. Ryabtseva S.A., Akhmedova V.R., Anisimov G.S. Ice cream as a delivery vehicle for *Lactobacillus acidophilus*. *Equipment and technology of food production*. 2018; 48(2): 1-12. (In Russ.)
9. Tvorogova A.A. Ice cream in Russia and the USSR: Theory. Practice. Technology development. SPB.: Profession; 2021. (In Russ.)
10. Shchetinina E.M., Gavrilova N.B. Modern aspects of the use of goat milk in the biotechnology of soft and semi-hard cheeses: a monograph. Omsk: Omsk State Agrarian University; 2021. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Гашева Марзият Асланчериевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, e-mail: irina-gasheva@yandex.ru

Арсеньева Тамара Павловна, доктор технических наук, профессор, доцент факультета биотехнологии, Университет ИТМО, 191119, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр-кт, 49, литер А

Фадина Светлана Юрьевна, магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, e-mail: kreker199812@gmail.com

Marziyat A. Gasheva, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Food Technology and Catering, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomaiskaya str., e-mail: irina-gasheva@yandex.ru

Tamara A. Pavlovna, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Associate Professor, Faculty of Biotechnology, ITMO University, 191119, the Russian Federation, St. Petersburg, 49 Kronverksky prospect, letter A.

Svetlana Y. Fadina, Master's student, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomaiskaya str., e-mail: kreker199812@gmail.com

Заявленный вклад авторов

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

Claimed contribution of 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 10.06.2024

Поступила после рецензирования 12.07.2024

Принята к публикации 17.07.2024

Received 10.06.2024

Revised 12.07.2024

Accepted 17.07.2024

Обзорная статья / Review article

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-38-49>
УДК [639.24:639.381.3]:664



Современные направления создания и применения биологически активных добавок к пище (БАД) из жира морских млекопитающих

М.М. Ершова✉¹, А.В. Подкорытова²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет»;
г. Якутск, Российская Федерация
✉ershova678@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»;
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье дается обзор инновационных технологий изготовления БАД из жира морских ластоногих. Уже в древности было сказано: «Пусть пища будет лекарством, и лекарство – пищей» (Гиппократ). На данном постулате Гиппократа обоснована возможность и необходимость создания и применения для поддержания здоровья человека БАД – биологически активных добавок к пище. С давних времен человечество понимало значение правильного питания для здоровья и долголетия. Накапливая опыт использования тех или иных продуктов в пищу и значение их для поддержания и сохранения здоровья человека, исследователи находили всё новые пищевые вещества, обладающие биологической активностью, которые можно использовать для лечения и профилактики заболеваний [1, с.225-227]. Мы изучили биологическую активность жира нерпы, обитающей на Арктических территориях Якутии. Нерпа в больших количествах обитает в данной зоне, при этом наносит существенный ущерб промышленному рыболовству данной территории. По данным Росрыболовства, промышленная квота добычи нерпы в данной зоне может составить до 3 000 голов в год, что является экономическим обоснованием для внедрения технологии переработки продуктов, получаемых от морских млекопитающих, для получения сырья для пищевой, медицинской и косметической отраслей промышленности. Экстремальные климатические условия Арктической Якутии обуславливают богатый биохимический состав подкожного жира нерпы. Содержание жирных кислот в подкожном сале нерпы подтверждает его уникальность как сырья для БАД «Акибол» с высоким содержанием ПНЖК.

Ключевые слова: биологически активная добавка, «Акибол», полиненасыщенные жирные кислоты, технология, морские ластоногие, нерпа

Для цитирования: Ершова М.М., Подкорытова А.В. Современные направления создания и применения биологически активных добавок к пище (БАД) из жира морских млекопитающих. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):38-49. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-38-49>

Modern trends in the production and use of biologically active additives (BAA) from the fat of marine mammals

M. M. Ershova✉¹, A. V. Podkorytova²

© М.М. Ершова, А.В. Подкорытова, 2024

¹*Arctic State Agrotechnological University; Yakutsk, the Russian Federation*
✉ershova678@mail.ru

²*All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Moscow, the Russian Federation*

Abstract The article provides an overview of innovative technologies for the production of BAAs from the fat of marine pinnipeds. In ancient times they said: “Let food be medicine, and medicine – food” (Hippocrates). The possibility and necessity of creating and using BAAs - biologically active food additives to maintain human health are based on this postulate of Hippocrates. Since ancient times, mankind has understood the importance of proper nutrition for health and longevity. Accumulating experience in the use of certain products in food and their importance for maintaining and preserving human health, researchers have found new food substances with biological activity that can be used to treat and prevent diseases [1, p. 225-227]. Biological activity of seal fat that inhabits the Arctic territories of Yakutia has been studied. Seals inhabit this zone in large quantities, while causing significant damage to the industrial fishing of this territory. According to the Federal Agency for Fishery, the industrial quota for seal production in this zone can be up to 3,000 heads per year. This is an economic justification for the introduction of technology for processing products obtained from marine mammals to obtain raw materials for the food, medical and cosmetic industries. The extreme climatic conditions of Arctic Yakutia determine the rich biochemical composition of seal subcutaneous fat. The fatty acid content in the seal subcutaneous fat confirms its uniqueness as a raw material for the dietary supplement “Akibol” with a high content of PUFA.

Keywords: Biologically active supplement, “Akibol”, polyunsaturated fatty acids, technology, marine pinnipeds, seal

For citation: Ershova M.M., Podkorytova A.V. Modern trends in the production and use of biologically active additives (BAA) from the fat of marine mammals. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20 (3): 38-49. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-38-49>

Введение. Биологически активные добавки (БАД) из жира морских животных особенно привлекательны благодаря своему уникальному жирно-кислотному составу и значительному преимуществу для здоровья при их использовании. Основой в применении лечебно-профилактических продуктов является использование растительных и животных компонентов при учёте их благоприятного воздействия на организм человека и животных. Научно доказано, что возникновению различных заболеваний предшествуют отсутствие или недостаток тех или иных химических компонентов пищи: белков, жиров, углеводов, а также витаминов и минеральных веществ [2, с.19].

Целью данной статьи является обзор существующих технологий переработки

сырья из морских млекопитающих, с целью изготовления БАД. Для достижения поставленной цели мы определили следующие задачи: изучить литературу для проведения обзора существующих технологий изготовления БАД из сырья морского происхождения, описать методы и результаты проведенных нами лабораторных исследований, и дать рекомендации по применению, изготовленного нами БАД.

Актуальность выбранной нами цели научных исследований подтверждает современный уровень использования БАД, который достиг высокой степени развития благодаря научным исследованиям состава, свойств и функций компонентов тех или иных продуктов, а также их влияния на различные физиологические состояния человека [3, с.56].

Наиболее востребованы на рынке БАД - натуральные белковые препараты, липидные концентраты, пробиотики и пребиотики, минорные компоненты, ферменты, продукты микробиологического синтеза, биологически активные вещества, функциональные ингредиенты и др. [4].

Как известно, основными эффектами применения БАД как парафармацевтиков являются повышение резистентности организма к инфекциям, стрессорным, агрессивным воздействиям химической и физической природы [5]. Такие эффекты БАД в большинстве случаев обусловлены положительным влиянием их на различные звенья иммунной и детоксикационной систем организма и другие общие механизмы адаптационно-приспособительных реакций, в том числе за счет поддержания функции антиоксидантных систем.

Очевидно, что биологические функции липидов очень разнообразны и для живых организмов важны, так как они присутствуют во всех клетках. Живые организмы получают липиды (жиры) из продуктов питания. Жиры становятся источником энергии. Жиры и масла представляют собой форму энергии во многих организмах. Фосфолипиды - основные структурные элементы биологических мембран, участвующие в строительных процессах на клеточном уровне. Известно, что стероидные гормоны выполняют регуляторную функцию.

Основным источником получения биологически активных липидов являются морские млекопитающие монофилической группы ластоногих: моржовые, настоящие тюлени и ушастые тюлени.

Липиды являются наиболее изменчивыми макронутриентами в пищевых продуктах. Их окисление способствует порче и сокращению сроков годности, уменьшению питательной ценности и безопасности продуктов [6, с. 21-22].

У настоящих тюленей, в частности, у нерпы кольчатой, жир сосредоточен в

покровном сале и некоторая часть в мозге. В остальном теле жир встречается редко [7, с.115].

Жир нерпы содержит значительное количество полиненасыщенных жирных кислот – до 23%. Одним из основных факторов предотвращения окисления липидов является использование антиоксидантов, причем, учитывая их синергизм, лучше использовать не отдельные химические формы, а продукты или многокомпонентные системы, полученные из природного сырья [6, с. 21-22].

Известно, что биологическая ценность липидов покровного сала тюленей определяется наличием в них полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3, в том числе биологически активных эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) жирных кислот, витамина F (линоленовой (18:3 ω -3), линолевой (18:2 ω -6) и арахидоновой (20:4 ω -6) кислот) и пальмитолеиновой кислоты (16:1 ω -7). Последняя является главным элементом кожи, обладает противомикробными и антиоксидантными свойствами, способствует восстановлению и регенерации клеток кожи, а также является показателем подлинности тюленьего жира [8, с. 113-114].

Большое значение, в связи со специфическими свойствами жира нерпы, имеет разработка новых продуктов и их правильное использование. В настоящее время особое внимание уделяется разработке технологий гелеобразных продуктов и стойких эмульсий на основе рыбных жиров с эмульгаторами не только белковой природы (желатин), но и растительных полисахаридов (альгинат) [9, 10].

Одним из важных показателей пищевых продуктов является их безопасность для организма человека. При изготовлении пищевых продуктов необходимо применять продовольственное сырье, качество и безопасность которого соответствует требованиям нормативных документов

[11, с.59-60]. Фракционный состав подкожного жира ластоногих доказывает, что здесь аккумулируются жизненно важные и биологически активные вещества: это триглицериды, фосфолипиды, диглицериды, гликолипиды, моноглицериды, углеводы, холестерин. Но наиболее ценными фракциями состава подкожного жира ластоногих являются полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). В жире морских млекопитающих содержится Омега-3, Омега 6, Омега – 9 жирных кислот, включая эйкозапентаеновую и докозагексаеновую ЖК, витамин F (линоленовой), линолевую и арахидоновую, пальмитолеиновую кислоты, а также другие биологически активные вещества, что делает жир морских млекопитающих ценным сырьем для биологически активных добавок [12, с.105-110].

БАДы производят из жира рыб, таких как лосось, треска, а также из жира других морских обитателей, например, криля. Эти жиры богаты омега-3 жирными кислотами, которые считаются полезными для сердечно-сосудистой системы и общего состояния здоровья. Современные технологии обеспечивают сохранение полезных свойств жиров путем применения холодного прессования, ультрафильтрации и молекулярной дистилляции.

Из жира морских млекопитающих изготавливают капсулированные жидкофазные препараты для человека и животных, пищевые жиры, косметические и технические жиры. У настоящих тюленей, в частности, у нерпы кольчатой жир сосредоточен в покровном сале и некоторая часть в мозге. В остальном теле жир встречается редко [7, с.115].

Технологию производства БАД можно представить схематично:

1 этап – отбор сырья животного происхождения: внутренние органы, жир, и т.д.

2 этап - измельчение сырья и их смешивание в соответствии с формулой или рецептурой;

3 этап - получение, вытапливание или высушивание;

4 этап - создание окончательной формы.

Каждый этап направлен на получение физиологически активного вещества с минимизацией риска нанесения вреда организму. Следует отметить, что животное сырье также является источником инфекции или содержит вредные для организма вещества. Поэтому технология изготовления БАД должна соответствовать требованиям санитарно-гигиенических и медицинских норм. Изготовление БАД из жира морских млекопитающих имеет существенное отличие от технологии изготовления БАД из другого сырья и растений.

Стандарты качества и безопасности БАД постоянно ужесточаются. Во многих странах, в том числе и в России, действуют строгие нормативы, регулирующие содержание токсинов, тяжёлых металлов и других вредных примесей. На законодательном уровне биологически активные добавки отнесены к продуктам питания, следовательно, их производство и регистрация, а также последующая реализация осуществляются с учетом требований законодательства о безопасности и качестве пищевых продуктов.

Материалы и методы исследований. Научные исследования были проведены с целью подтверждения полезных свойств БАД и изучения их влияния на различные аспекты здоровья. Разрабатываются новые формулы с улучшенной биодоступностью и эффективностью. Нами были исследованы качественные показатели покровного сала 10 особей нерпы кольчатой, добытых в Арктических прибрежных территориях Якутии. Исследования проводились с целью выявления соответствия жи-

рового сырья нерпы качественным требованиям, для производства БАД из покровного сала нерпы кольчатой с повышенным содержанием ПНЖК и жирорастворимых витаминов. Для этого были проведены органолептические, физико-химические, микробиологические, токсикологические и радиологические исследования образцов жира нерпы, полученных в разные сезоны и от разных особей нерпы.

Для выявления биологической активности жира нерпы нами были проведены биохимические исследования жира нерпы на содержание основных жирных кислот и наличие жирорастворимых витаминов.

Результаты исследований. По результатам лабораторных исследований нами было установлено соответствие качества жира нерпы кольчатой, добытой на Арктической территории Якутии, всем требованиям, предъявляемым продуктам животного происхождения. Эти данные ранее были опубликованы нами в статьях [13, с.152-158; 14, с.77-82; 15, с.54-58; 16, с.23-26; 17, с.146-149; 18, с.44-46; 12, с.105-110].

По биохимическому составу жир нерпы является уникальным сырьем с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот. Результаты наших исследований отражены на рисунке 1.

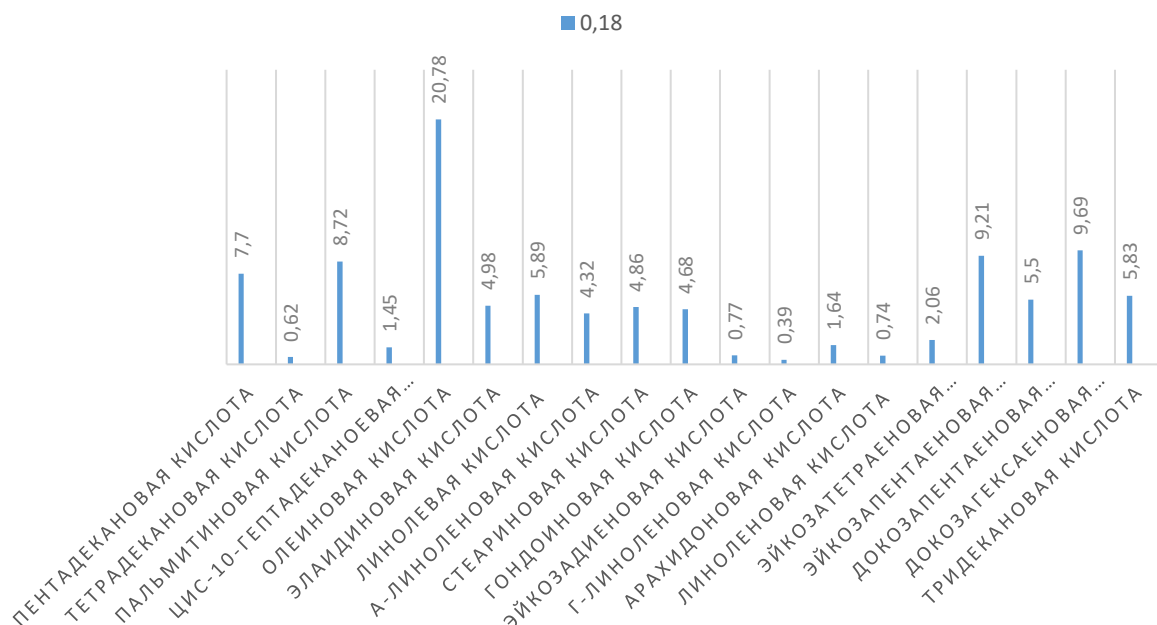


Рис. 1. Основные жирные кислоты, содержащиеся в жире нерпы кольчатой [13, с.152-158; 14, с.77-82; 15, с.54-58; 16, с.23-26; 17, с.146-149; 18, с.44-46; 12, с.105-110].

Fig. 1. The main fatty acids contained in ringed seal fat [13, pp. 152-158; 14, pp. 77-82; 15, pp. 54-58; 16, pp. 23-26; 17, pp. 146-149; 18, pp. 44-46; 12, pp. 105-110].

В жире нерпы, как видно из рисунка, содержатся все три разновидности жирных кислот. Также в большом количестве содержится пальмитолеиновая кислота (омега-7), которая отличается способностью поддерживать здоровый вес, предотвращать развитие сердечно-сосудистых заболеваний, а также защищать желудочно-кишечный тракт.

Для исследования биологической активности жира нерпы мы проводили анализ на содержание витаминов D3, A, E в жире нерпы, полученном в разные сезоны года и разных сроков хранения (табл.1). А также применяли различные добавки с антиоксидантными и бактерицидными свойствами, такие как ягель (в виде ультрадисперсного порошка и водно-спиртового

экстракта) и аргон (газообразный, способ – барботирование).

Как видно из таблицы, жир нерпы содержит витамины в больших количествах. Так, можно рекомендовать установить суточную дозу потребления БАД Акибол в 3 г для полного восполнения нормы потребления витаминов в сутки [19]. По результатам

проведенных исследований можно сделать вывод, что содержание витаминов в жире нерпы кольчатой очень сильно варьируется по сезонам года, и эти данные требуют более детального и тщательного изучения. В таблице 2 приведены общие данные по изменению содержания витаминов в жире нерпы в зависимости от сроков хранения.

Таблица 1. Содержание витаминов в растопленном жире нерпы кольчатой с добавкой ягеля и аргона

Table 1. Vitamin content in melted ringed seal fat with the addition of cup moss and argon

№	Проба	Витамин D3, МЕ/кг	Витамин А, МЕ/кг	Витамин Е, мг/ кг
1	Свежий жир нерпы	5000 $\pm$ 1000	101900 $\pm$ 20400	45
2	Жир нерпы + ягель	7200	38100	50
3	Жир нерпы + аргон	6400	37700	50
4	Жир нерпы + ягель + аргон	Менее 3000	29700	40
5	Жир нерпы + Аргон+ Ягель	5300	32300	40
6	Жир нерпы осенней добычи 1 летней давности	7200 $\pm$ 1800	Менее 3000	20 $\pm$ 5
7	Жир нерпы весенней добычи 2 летней давности	11400 $\pm$ 2900	85000 $\pm$ 1700	60

Таблица 2. Изменения содержания витаминов А, D3 и Е в жире нерпы кольчатой с разными сроками хранения и сезоном добычи

Table 2. Changes in the content of vitamins А, D3 and E in ringed seal fat, with different storage periods and harvest seasons

№	Наименование пробы	Сроки хранения	Витамин D3, мг/кг	Витамин А экв ретинолу, мг/кг	Витамин Е, мг/ кг
1.	Жир нерпы весенней добычи	Свежедобытый жир	285 $\pm$ 72	30,6 $\pm$ 6,1	60 $\pm$ 15
2.	Жир нерпы осенней добычи	1 год	180 $\pm$ 45	Менее 0,9	20 $\pm$ 5
3.	Жир нерпы весенней добычи	2 года	125 $\pm$ 25	26,0 $\pm$ 5,1	45 $\pm$ 9

Результаты исследований показали, что в процессе хранения жира нерпы кольчатой содержание витамина Д снизилось в первый год хранения на 36,8%, к концу второго года хранения на 56,1%. Витамин А через 1 год хранения снизился на 97%,

а проба 2 лет хранения имела в своем составе 86% витамина А от изначального значения, что свидетельствует о незначительном снижении содержания витаминов при правильном хранении. Аналогичные показатели прослеживаются в содержании ви-

тамина Е: через год хранения снижение содержания витамина Е составило 77%, а проба 2-х летней давности показала всего 25% снижения от изначального значения.

Функции омега-жирных кислот. Рынок БАД из жира морского происхождения растёт стремительно, и потребители могут выбирать для себя наиболее подходящие по составу, так как они всё больше осведомлены о важности омега-3 жирных кислот. Продукция становится доступнее, и появляются новые разнообразные и эффективные продукты.

Для здорового состояния организма требуется не только поступление омега-жирных кислот в нужных количествах, но и их баланс. То есть не стоит отдавать предпочтение какой-либо одной из омега-кислот, забывая о других: это может привести к их дисбалансу. По рекомендациям ВОЗ, соотношение поступающих с пищей омега-3 и омега-6 кислот должно быть 1:2–1:5, то есть омега-6 следует потреблять в 2–5 раз больше, чем омега-3 [20].

Основные функции Омега-3 [21, с.335-340]:

- поддержка мозга и нервной системы;
- улучшение кровообращения, снижение риска сердечно-сосудистых дисфункций;
- повышение иммунитета, подавление воспалительных процессов;
- улучшение зрения, предотвращение болезней глаз;
- снижение тромбоцитов, улучшение свойств крови;
- восстановление кожи, укрепление волос;
- снижение риска развития депрессии, болезней Паркинсона;
- улучшение качества сна, устранение тревоги, стресса.

Эффект от приема БАД бывает разным – это зависит от возраста, пола, образа

жизни человека и наличия сопутствующих болезней. Важно учитывать индивидуальные особенности организма при выборе дозировки и способа применения добавок к пище, а также необходимо проконсультироваться со специалистом перед началом употребления БАД.

Существует три основных вида Омега-3, которые содержатся в БАД «Акибол»:

- альфа-линоленовая (ALA) – нормализует функции мозга и нервной системы.
- эйкозапентаеновая (EPA) – уменьшает воспаление, укрепляет сосуды.
- докозагексаеновая (DHA) – восстанавливает здоровье глаз и мозга, а также полезна для развития плода.

Кроме Омега-3 в состав БАД «Акибол» входят омега-6 (линолевая кислота, арахидоновая кислота) и омега-9 (олеиновая кислота, элаидиновая кислота, гондоиновая кислота).

Омега-6 – группа полиненасыщенных жирных кислот, стабилизирующая обменные процессы в организме. Данные соединения поддерживают целостность клеточных мембран, потенцируют синтез гормоноподобных веществ, снижают психоэмоциональное напряжение, улучшают функциональное состояние кожи.

Линолевая кислота отвечает за рост и развитие тканей эмбриона (совместно с Омега-3), регулирует обмен липидов, сахаров, белков, витаминов группы В, потенцирует синтез гормонов и пищеварительных ферментов, ускоряет выведение отработанных веществ из клетки, уменьшает нервную возбудимость.

Арахидоновая кислота. Жиры данного типа относят к условно заменимым, поскольку они синтезируются из линолевой кислоты.

Арахидоновые липиды потенцируют синтез гормоноподобных веществ (простагландинов), увеличивают приток крови к

мышцам, поддерживают процессы дифференциации и пролиферации клеток, ускоряют рост «сухой» мускулатуры.

Омега-9 выполняют энергетическую, пластическую, противовоспалительную, гипотензивную и структурную функции.

Олеиновая кислота участвует в построении клеточных мембран. При замене триглицерида на другие мононенасыщенные соединения происходит резкое ухудшение проницаемости биологических оболочек. Кроме того, цис-9-октадеценовые липиды замедляют окисление депонированных жиров, служат источником энергии.

Выводы. Таким образом, на основании обзора литературы и результатов собственных исследований представлены разработки наиболее эффективного и менее затратного способа заготовки жирового сырья нерпы кольчатой в условиях промысла в Арктической зоне Якутии.

Полученные результаты по биохимическому исследованию жира нерпы кольчатой, добытой в Арктической зоне Якутии, свидетельствуют о высоком процентом содержании полиненасыщенных жирных кислот, таких как омега-3, омега-6, омега-9, омега-7. И содержание жирорастворимых витаминов А, Д, Е свидетельствует о высокой биологической активности жира нерпы, что послужило поводом для разработки нами технологии изготовления жидкофазной БАД «Акибол» с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот.

Приведены рекомендации по применению БАД «Акибол» с учетом содержания комплекса омега-3 ПНЖК в его составе. Взрослым рекомендуется принимать 1-2 грамма Омега-3 в день. Но оптимальная доза может различаться в зависимости от индивидуальных потребностей. Также рекомендуется принимать капсулы во время еды.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ершова М.М., Шашурин М.М. Биологическая ценность жира нерпы кольчатой, добытой на территории арктической Якутии. Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы XIII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (Петропавловск-Камчатский, 29-30 марта 2022 г.) / отв. за вып. Т.А. Клочкова. Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет; 2022: 225-227. EDN QRBVOM.
2. Тель Л.З. и др. Нутрициология: учебник. М.: Литтерра; 2016.
3. Илларионова Е.А., Сыроватский И.П. Биологически активные и пищевые добавки. Оценка эффективности и безопасности: учебное пособие. Иркутск: ИГМУ; 2020.
4. Российская энциклопедия биологически активных добавок: учебное пособие /под ред. В.И. Петрова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007.
5. Энциклопедия биологически активных добавок к пище. Российский регистр БАД /под ред. Л.Р. Семеновой. М.: Новая волна; 2003.
6. Ламажапова Г.П., Жамсаранрва С.Д. Биологическая активность липосом, полученных на основе триацглицеридов жира байкальской нерпы. От фундаментальной науки к новым технологиям. Химия и биотехнология биологически активных веществ,

пищевых продуктов и добавок. Экологически безопасные технологии: материалы Международной конференции молодых ученых. Тверь: ТГТУ; 2001: 21-22.

7. Трихина В.В., Остроумов Л.А. Использование БАД в производстве рыбо- и морепродуктов. Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сборник научных трудов. Кемерово; 2001:115.

8. Боева Н.П., Ржавская Ф.М., Балова О.А. Разработка новых медицинских лечебно-профилактических препаратов и продуктов на основе рыбных жиров. Технология переработки гидробионтов: материалы Международной конференции. М.; 1994: 113-114.

9. Ding, M., Zhang, T., Zhang, H., Tao, N., Wang, X., Zhong, J., Gelatin Molecular Structures Affect Behaviors of Fish Oil-Loaded Traditional and Pickering Emulsions. Food Chemistry 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125642>.

10. Lin D., Kelly A.L., Miao S. The role of the mixing sequence in the structuring of fat-soluble emulsions and emulsion gels obtained as a result of electrostatic protein-polysaccharide interactions between droplets coated with soy protein isolate and alginate molecules. Food hydrocolloids. 2021:106537. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106537.

11. Мягков А.С., Гриненко С.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза ластоногих животных. Актуальные проблемы ветеринарно-санитарного контроля сельскохозяйственной продукции: тезисы докладов II Международной научно-практической конференции. М.; 1997: 59-60.

12. Ершова М.М., Подкорытова А.В. Научное обоснование получения жира из покровного сала нерпы в условиях промысла на территории Арктической Якутии. Труды ВНИРО. Т. 185. М.; 2021: 105-110.

13. Березкина (Ершова) М.М., Хлебный Е.С., Малтугуева М.Х. Особенности жирнокислотного состава подкожного жира нерпы кольчатой (акибы), добываемой на территории Якутии. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017; 4(127): 152-158.

14. Ершова М.М., Малтугуева М.Х. Некоторые качественные показатели мяса и жира нерпы в условиях Крайнего Севера. Инновации в науке. 2013; 27: 77-82.

15. Ершова М.М., Малтугуева М.Х. Уровень содержания тяжелых металлов и радионуклидов в мясе и жире нерпы кольчатой, добываемой на территории Якутии. Международный вестник ветеринарии. 2016; 4: 54-58.

16. Ершова М.М., Малтугуева М.Х., Васильев С.В. Микробиологические показатели мяса нерпы кольчатой, добытой в Арктической зоне Республики Саха (Якутия). Международный вестник ветеринарии. 2017; 2: 23-26.

17. Ершова М.М. Сравнительная характеристика способов получения жира из покровного сала нерпы кольчатой, воздействием на него различных температур. Современные вопросы ветеринарии Республики Саха (Якутия): сборник материалов научно-методической конференции факультета ветеринарной медицины, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / под ред. М.Ф. Сидорова. Ставрополь; 2020: 146-149.

18. Ершова М.М., Петрова Е.М., Белогуров А.Н. Морфологические данные нерпы кольчатой, добытой на территории арктической зоны Якутии. Иппология. Ветеринария. 2020; 1(35): 44-46.

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

20. Медведев Ж.А. Питание и долголетие [Электронный ресурс]. Время. 2012. 528 с. Режим доступа: <https://foodandhealth.ru/komponenty-pitaniya/omega-3/>

21. Симакова М.А., Захарова И.Н., Бережная И.В. Полиненасыщенные жирные кислоты: омега-3 и омега-6 и неалкогольная жировая болезнь печени // Педиатрия. Приложение к журналу Consilium, 2021; 4: 335-340. DOI: 10.26442/26586630.2021.4.201348. REVIEW. Polyunsaturated fatty acids: omega-3 and omega-6 and nonalcoholic fatty liver disease.

REFERENCES

1. Ershova M.M., Shashurin M.M. Biological value of ringed seal fat harvested in Arctic Yakutia. Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use: Proceedings of the XIII National (All-Russian) Scientific and Practical Conference (Petropavlovsk-Kamchatsky, March 29-30, 2022) / Releaser T.A. Klochkova. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka State Technical University; 2022: 225-227. EDN QRBOM. (In Russ.)

2. Tel L.Z. et al. Nutritiology [Text]: textbook. Moscow: Littera; 2016. (In Russ.)

3. Illarionova E.A., Syrovatsky I.P. Biologically active and food additives. Evaluation of efficiency and safety: a tutorial. Irkutsk: Irkutsk State Medical University; 2020. (In Russ.)

4. Russian encyclopedia of biologically active additives: a tutorial / ed. by V.I. Petrov. Moscow: GEOTAR-Media; 2007. (In Russ.)

5. Encyclopedia of biologically active food additives. Russian register of dietary supplements / ed. by L.R. Semenov. Moscow: Novaya Volna; 2003. (In Russ.)

6. Lamazhapova G.P., Zhamsaranova S.D. Biological activity of liposomes obtained on the basis of triacylglycerides of fat of Baikal seal. From fundamental science to new technologies. Chemistry and biotechnology of biologically active substances, food products and additives. Environmentally friendly technologies. Proceedings of International conference of young scientists. Tver: TSTU; 2001: 21-22. (In Russ.)

7. Trikhina V.V., Ostroumov L.A. Use of dietary supplements in the production of fish and seafood. Food products and rational use of raw materials: collection of scientific papers. Kemerovo; 2001: 115. (In Russ.)

8. Boeva N.P., Rzhavskaya F.M., Balova O.A. Development of new medical therapeutic and prophylactic drugs and products based on fish oils. Technology for processing hydrobionts: international conference. M.; 1994: 113-114. (In Russ.)

9. Ding, M., Zhang, T., Zhang, H., Tao, N., Wang, X., Zhong, J., Gelatin Molecular Structures Affect Behaviors of Fish Oil-Loaded Traditional and Pickering Emulsions, Food Chemistry. 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125642>.

10. Lin D., Kelly A.L., Miao S. The role of the mixing sequence in the structuring of fat-soluble emulsions and emulsion gels obtained as a result of electrostatic protein-polysaccharide interactions between droplets coated with soy protein isolate and alginate molecules. Food hydrocolloids. 2021:106537. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106537.

11. Myagkov A.S., Grinenko S.V. Veterinary and sanitary examination of pinnipeds. Actual problems of veterinary and sanitary control of agricultural products: abstracts of the reports of the 2nd International scientific and practical conference. Moscow; 1997: 59-60. (In Russ.)

12. Ershova M.M., Podkorytova A.V. Scientific substantiation of obtaining fat from seal cover fat in fishing conditions in the territory of Arctic Yakutia. 2021; 185: 105-110 (In Russ.)

13. Berezkina (Ershova) M.M., Khlebnyy E.S., Maltugueva M.Kh. Features of the fatty acid composition of the subcutaneous fat of the ringed seal (akiba) harvested in Yakutia. Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2017; 4(127): 152-158. (In Russ.)

14. Ershova M.M., Maltugueva M.Kh. Some quality indicators of seal meat and fat in the Far North. *Innovations in Science*. 2013; 27: 77-82. (In Russ.)
15. Ershova M.M., Maltugueva M.Kh. The level of heavy metals and radionuclides in the meat and fat of ringed seals harvested in Yakutia. *International Veterinary Bulletin* Iss. 2016; 4: 54-58. (In Russ.)
16. Ershova M.M., Maltugueva M.Kh., Vasiliev S.V. Microbiological indicators of ringed seal meat harvested in the Arctic zone of the Sakha Republic (Yakutia). *International Veterinary Bulletin*. 2017; 2: 23-26. (In Russ.)
17. Ershova M.M. Comparative characteristics of methods for obtaining fat from ringed seal integumentary fat by exposing it to various temperatures. *Modern issues of veterinary science of the Sakha Republic (Yakutia). Collection of materials of the scientific and methodological conference of the faculty of veterinary medicine dedicated to the 75th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War*. Edited by M.F. Sidorov; 2020: 146-149. (In Russ.)
18. Ershova M.M., Petrova E.M., Belogurov A.N. Morphological data of ringed seals harvested in the Arctic zone of Yakutia. *Ippology. Veterinary Science*. 2020; 1(35): 44-46. (In Russ.)
19. Methodical recommendations MR 2.3.1.0253-21 "Norms for physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation". (In Russ.)
20. Medvedev Zh.A. Nutrition and longevity [Electronic resuors]. *Time*, 2012 528 p. Read more: <https://foodandhealth.ru/komponenty-pitaniya/omega-3/> (In Russ.)
21. Simakova M.A., Zakharova I.N., Berezhnaya I.V. Polyunsaturated fatty acids: omega-3 and omega-6 and nonalcoholic fatty liver disease. *Pediatrics. Supplement to the journal Consilium*, 2021; 4: 335-340. DOI: 10.26442/26586630.2021.4.201348. REVIEW. Polyunsaturated fatty acids: omega-3 and omega-6 and nonalcoholic fatty liver disease. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Ершова Марианна Михайловна, старший преподаватель кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и гигиены, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет», 677010, Российская Федерация, Якутск, Сергеляхское шоссе 3 км, дом 3, e-mail: ershova678@mail.ru

Подкорытова Антонина Владимировна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; 107140, Российская Федерация, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 17, e-mail: podkor@vniro.ru.

Marianna M. Ershova, Senior Lecturer, Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Hygiene, Arctic State Agrotechnological University, 677010, the Russian Federation, Yakutsk, 3 km Sergelyakhskoe shosse, building 3, e-mail: ershova678@mail.ru

Antonina V. Podkorytova, Dr of Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; 107140, the Russian Federation, Moscow, 17 Verkhnyaya Krasnoselskaya St., e-mail: podkor@vniro.ru

Заявленный вклад авторов

Ершова М.М.: замысел и дизайн исследования, сбор данных или анализ и интерпретацию данных, подготовка статьи.

Подкорытова А. В.: подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Claimed contribution of co-authors

Ershova M.M.: research game and design, data collection or data analysis and interpretation, article preparation.

Podkorytova A.V.: article preparation or critical revision for significant intellectual content, final approval of the article for publication.

Поступила в редакцию 04.07.2024

Поступила после рецензирования 08.08.2024

Принята к публикации 15.08.2024

Received 04.07.2024

Revised 08.08.2024

Accepted 15.08.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-50-60>
УДК 664.66.022.3:582.886



Разработка рецептуры хлеба с добавлением настоя кипрея

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

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»;
г. Екатеринбург, Российская Федерация
✉lopaeva77@mail.ru*

Аннотация. Данная работа включает исследования по разработке рецептуры хлеба с введением нового ингредиента – кипрей. Кипрей, или иван-чай, распространен повсеместно на территории Уральского региона. В его состав входят все необходимые организму витамины и микроэлементы, которые помогают снизить оксидативные процессы в организме. Компоненты иван-чая обладают иммуностимулирующими свойствами, они оказывают влияние на процессы кроветворения и на активность витаминов в организме и имеют большую важность при заболеваниях крови, атеросклерозе, некоторых видах опухолей. Разработка позволит расширить ассортимент хлеба, предлагаемых населению в магазинах и создать новые виды хлеба, в том числе и функциональной направленности [1, 2, 3]. Производство образцов хлеба состояло из следующих этапов: подготовка сырья, внесение ингредиентов, замес теста, созревание теста, его обминка, выпечка, охлаждение и инспектирование изделий. Было произведено и проанализировано пять образцов хлеба. Образцы №1 и №2 изготавливались на основе живой хлебопекарной закваски, а в образцах №3 и №4 использовали дрожжи хлебопекарные. Контрольный образец хлеба изготавливали в соответствии с действующим в РФ ГОСТ 31807-2018 «Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия». Настой кипрея вносили в четыре образца (№1, №2, №3 и №4) в объеме 100 и 200 мл. Органолептические показатели всех образцов оценивали по ГОСТ 31807-2018. Из физико-химических показателей определяли пористость (ГОСТ 5669-96), кислотность (ГОСТ 5670-96) и влажность (ГОСТ Р 58233-2018). В ходе исследований установлено, что лучшим являлся образец пшенично-ржаного хлеба (№2), приготовленный на закваске с добавлением настоя кипрея в объеме 200 мл. Внешний вид изделия соответствовал выпекаемой форме – формовой. Поверхность без трещин и подрывов. Цвет – светло-коричневый. Вкус и запах – свойственные данному виду изделия с нотками кипрея. Пористость развитая, без уплотнений. Следов непромешенных частиц не обнаружено. Влажность опытного образца №2 составила 47%, показатель кислотности был выше нормы на 0,5° и составил – 3,5°. Показатель пористости – 68,82%. Таким образом, можно предположить, что настой кипрея оказывает влияние на физико-химические показатели хлебных изделий (увеличением пористости на 0,82%) и отражается на органолептических свойствах образцов, улучшая вкус и внешний вид изделия.

Ключевые слова: хлеб, мука, отвар кипрея, изделия функционального назначения, увеличение пористости, органолептические показатели, кислотность, закваска хлебная

Для цитирования: Лопаева Н.Л., Смирнова Е.С., Ражина Е.В. и др. Разработка рецептуры хлеба с добавлением отвара кипрея разной концентрации. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(3):50-60. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-50-60>

DEVELOPMENT OF A BREAD RECIPE WITH ADDED FRENCH WILLOW INFUSION

Nadezhda L. Lopaeva✉, Ekaterina S. Smirnova, Eva V. Razhina,
Lyubov M. Stakheeva, Polina S. Galushina, Inna M. Khairova

Ural State Agrarian University; Ekaterinburg, Russia
✉lopaeva77@mail.ru

Abstract The article considers the research on the development of bread with added new ingredient – French willow. French willow or Ivan-tea is widespread throughout the Ural region. It contains all the vitamins and microelements necessary for the body, which help to reduce oxidative processes. The components of Ivan-tea have immunostimulating properties, they affect the processes of hematopoiesis and the activity of vitamins in the body and are of great importance in blood diseases, atherosclerosis, and some types of tumors. The development will expand the range of bread offered to the population in stores. And create new types of bread, including functional ones [1, 2, 3]. The production of bread samples consisted of the following stages: raw material preparation, ingredient addition, dough kneading, dough maturation, kneading, baking, cooling and product inspection. Five bread samples were produced and analyzed. Samples No. 1 and No. 2 were made using live sourdough, while samples No. 3 and No. 4 used baker's yeast. The control bread sample was made in accordance with GOST R 31807-2018, which is valid in the Russian Federation. Bakery products from rye flour and a mixture of rye and wheat flour. General specifications. French willow infusion was added to four samples (No. 1, No. 2, No. 3, and No. 4) in amounts of 100 and 200 ml. The organoleptic properties of all samples were assessed according to GOST 31807-2018. The physicochemical properties included porosity (GOST 5669-96), acidity (GOST 5670-96), and humidity (GOST R 58233-2018). The research showed that the best sample was wheat-rye bread (No. 2), prepared with sourdough and 200 ml of fireweed infusion. The appearance of the product corresponded to the baking form - tin. The surface was without cracks and tears. Color was light brown. Taste and smell were typical for this type of product with notes of fireweed. Porosity was developed, without compaction. Traces of unmixed particles were not found. The humidity of the experimental sample No. 2 was 47%, the acidity index was 0.5° higher than the norm and was - 3.5°. The porosity index was 68.82%. Thus, it can be assumed that the French willow infusion affects the physicochemical properties of bread products (increasing porosity by 0.82%). And it affects the organoleptic properties of the samples, improving the taste and appearance of the product.

Keywords: bread, flour, French willow infusion, functional products, increasing porosity, organoleptic properties, acidity, bread sourdough

For citation: Lopayeva N.L., Smirnova E.S., Razhina E.V. et al. Development of a bread recipe with added french willow infusion. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20 (3):50-60. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-50-60>

Введение. Хлебобулочные изделия являются неотъемлемой частью рациона человека. В их составе содержится большое количество питательных веществ, таких как белки, углеводы, минеральные вещества, витамины и пищевые волокна. Разработка продуктов, направленных на правильное и сбалансированное питание, на сегодняшний день весьма актуальна, в

связи с чем возникает потребность в расширении ассортимента и создании новых видов хлеба, в том числе и функциональной направленности [1, 2, 3].

Научная новизна работы заключается в том, что впервые в условиях Уральского региона использован настой кипрея в рецептуре хлеба для улучшения его органолептических и реологических свойств.

Так как кипрей, или иван-чай, распространен повсеместно на территории Уральского региона и обладает рядом уникальных свойств и богатым химическим составом. В состав кипрея входят многие витамины (на 100 г продукта):

- А - 13 мг;
- В1 - 0,11 мг;
- В2 - 0,137 мг;
- В5 - 1,356 мг;
- В6 - 0,632 мг;
- В9 - 0,112 мг;
- С - от 13 мг и выше;
- РР - 5 мг.

Также в составе иван-чая есть органические кислоты, сахара, флавоноиды, пектины, дубильные и слизистые вещества [4, 5]. Данный химический состав позволит обогатить тесто сахарами и витаминами, что способствует улучшению процессов брожения и большему накоплению спиртов и вкусоароматических веществ в хлебе. Это подтверждено полученными результатами (повышение пористости, улучшение вкуса).

Цель исследования. Разработать рецептуру пшеничного хлеба с добавлением настоя кипрея.

Задачи исследования:

- разработать рецептуру пшеничного хлеба с включением в него настоя кипрея в разном объеме;
- провести оценку органолептических и физико-химических показателей полученных образцов.

Объекты и методы. Исследования проводились по общепринятым методикам. Объектом исследования выступали 5 образцов пшеничного хлеба, приготовленные с помощью двух видов разрыхлителей теста (1 – ржаная закваска; 2 – дрожжи хлебопекарные). В четыре образца был внесен настой кипрея разного объема (с полной или частичной заменой воды как рецептурного ингредиента). В образцы №1 и №2 настой вносился при приготовлении

стар-терной закваски в объеме 100мл и 200 мл, а в образец №3 ввели 100 мл настоя и 100 мл воды, в образец №4 - 200 мл настоя, то есть полная замена воды, которая используется по классической рецептуре.

В качестве основного сырья использовали муку ржаную хлебопекарную (ГОСТ 7045), муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (ГОСТ Р 52189), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731), соль (ГОСТ Р 51574), сахар - песок (ГОСТ 32222), масло растительное (ГОСТ 1129), кипрей узколистный (ГОСТ 34964-2023), закваску хлебопекарную.

Использование кипрея и изготовление настоя для введения в хлеб осуществлялось в соответствии с требованиями ГОСТ 34964-2023 «Напиток чайный из кипрея узколистного. Технические условия».

Настой кипрея вводили в хлеб с целью улучшения органолептических и реологических показателей готового продукта [6].

Тесто готовили опарным способом для образцов №1 и №2 и контрольного образца. Вносили закваску хлебопекарную в количестве 40 гр. В качестве биологического разрыхлителя в образцах №3, №4 применяли хлебопекарные дрожжи. Поэтому тесто готовили однофазным способом (одновременное внесение всех рецептурных ингредиентов).

Подготовительным этапом введения кипрея в тесто является приготовление настоя. По рекомендованным литературным данным настой кипрея готовится следующим образом: 20 гр. сырья заливают кипяченой водой (в нашем случае 200 и 100 мл), настаивают два часа, процеживают и вводят в тесто [7].

Для образцов №3 и №4 использовали смесь пшеничной и ржаной муки, в которую вносили дрожжи хлебопекарные (5 г) и вместо воды использовали настой из отвара кипрея в объеме 100 и 200 мл

соответственно. Было получено пять образцов хлеба, рецептура которых представлена в таблице 1.

Исследования проводились в лабораторных условиях на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», факультета биотехнологии и пищевой инженерии. В ходе мониторинга были оценены показатели внешнего вида, состояние мякиша, вкус и запах; показатели кислотности, пористости и влажности, которые сравнивали с требованиями ГОСТ 31807-2018.

Результаты и их обсуждение.

Согласно литературным данным, химический состав кипрея достаточно богатый. В состав растения входят белки, жиры, углеводы, зола; витамины А, С, группы В; минеральные вещества: калий, кальций, натрий, фосфор, магний, медь, цинк, дубильные соединения, сахар, пектин, слизь, кверцетин, кемпферол, алкалоид херофиллин. Кипрей является малотоксичным и обладает противовоспалительными и обволакивающими свойствами [7, 8]. Соответственно, часть этих полезных веществ переходит в настой и остается в готовом изделии после выпечки. Поэтому настой кипрея вводили вместо воды в рецептуре хлеба (как жидкая фракция для замеса теста). Это является своеобразным улучшителем, обогатителем химического состава. Такой хлеб более полезен.

Стадии разработки тестовой основы состояли из нескольких этапов: 1 – приготовление опары; 2 – приготовление настоя на основе кипрея, который готовили отдельно и брали по необходимости; 3 - приготовление тестовой смеси [9, 10]. Впоследствии оценивали влияние отвара на свойства хлеба.

Опарный способ получения теста основан на нескольких этапах производства. На первом этапе вводят примерно

половину муки и жидкой фракции, в опыте №1 и №2 это еще и введение закваски в качестве разрыхлителя теста. Средняя продолжительность брожения составляет 4 часа. На втором этапе вводят все остальные рецептурные ингредиенты. Длительность брожения составляет около 1 часа. Во время брожения теста для всех опытных образцов применялись равные условия (температура около 35°C). Тесто обминали как минимум 2 раза. После расстойки приступили к формированию тестовых заготовок. Затем окончательная расстойка и выпечка [11].

Процесс выпекания является заключительным этапом. Он осуществляется в хлебопекарной печи (GEFEST ДА 602-01 (СП ОАО «Брестгазоаппарат», Беларусь)) при температуре 200 °С в течение около 30 минут. По завершении процесса выпечки изделия отлеживались в течение 1 часа. Затем провели оценку качества.

Для оценки была создана экспертная комиссия из числа профессорско-преподавательского состава кафедры биотехнологии и пищевых продуктов. Результаты дегустационной оценки представлены на рисунке 1.

По данным, отображенным в графике дегустационной оценки, видно, что лучшим был признан опытный образец хлеба №2 (200 мл настоя), приготовленный опарным способом, – он набрал 4,70 балла. Цвет у данного образца – коричневый, вкус и аромат – приятный с ощутимым привкусом кипрея, мякиш – пропеченный, более плотный, чем у образцов №3 и №4. Худшим, по мнению экспертной комиссии, был опытный образец №1 (4,15). В нем наблюдались следы непомеса, мякиш плотный, липкий. Вкус – мало выраженный, пресный.

Далее определили физико-химические показатели, представленные в таблице 2.

Таблица 1. Рецепт приготовления хлеба
Table 1. Bread recipe

Компоненты	Образцы				
	Контрольный	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Опара:					
Мука ржаная, г	200	200	200	-	-
Настой кипрея, мл / вода, мл	0/200	100/100	200/0	100/100	200/0
Мука ржаная, г	120	120	120	100	100
Мука пшеничная, г	50	50	50	300	300
Дрожжи, г	-	-	-	5	5
Соль, г	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Масло растительное, мл	30	30	30	30	30
Закваска хлебопекарная, гр.	40	40	40	-	-

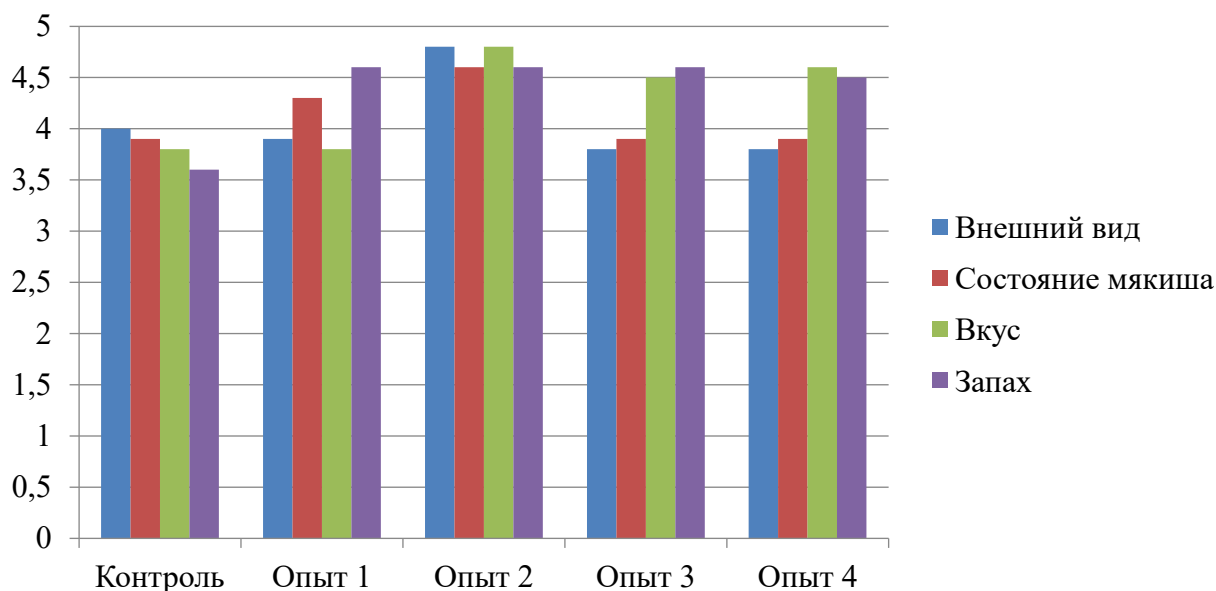


Рис. 1. Результаты дегустационной оценки
Fig. 1. Results of tasting assessment

Данные свидетельствуют о том, что исследуемые образцы хлеба по форме без вмятин, вздутий и повреждений, наплывов, трещин, имеют гладкую ровную поверхность, вкус характерный хлебный, без постороннего привкуса, запахов. Установлено отличие в цвете верхней корки в образце №2 (имеет несколько более темную корку) и слабый привкус кипрея, цвет изделия немного насыщенней, темнее. Это обусловлено наличием в рецептуре ржаной муки и большего количества отвара

кипрея. Но различие с остальными образцами незначительное. Хруст отсутствует во всех образцах, так как сырье, которое использовалось, соответствует всем показателям качества. Также все образцы были пропечены и правильно и качественно подготовлены к выпечке. В целом дефекты отсутствуют, и хлеб соответствует предъявляемым требованиям.

Далее определили физико-химические показатели, представленные в таблице 3.

Таблица 2. Дефекты готовых изделий
Table 2. Defects of finished products

Наименование показателя	Требования ГОСТ 31807-2018	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Форма	Без вмятин, вздутый и поврежденных, наплывов, трещин	Без вмятин, вздутый и поврежденных, наплывов, трещин	Без вмятин, вздутый и поврежденных, наплывов, трещин	Без вмятин, вздутый и поврежденных, наплывов, трещин	Без вмятин, вздутый и поврежденных, наплывов, трещин	Без вмятин, вздутый и поврежденных, наплывов, трещин
Поверхность	Гладкая, ровная	Гладкая, ровная	Гладкая, ровная	Гладкая, ровная	Гладкая, ровная	Гладкая, ровная
Запах и вкус при 20°C	Характерный, хлебный, без постороннего привкуса, запахов	Характерный, хлебный, без постороннего привкуса, запахов	Характерный, хлебный, без постороннего привкуса, запахов	Характерный, хлебный, с легким привкусом кипрея	Характерный, хлебный, без постороннего привкуса, запахов	Характерный, хлебный, без постороннего привкуса, запахов
Цвет	Равномерный, от светлого соломенного до темного коричневого на верхней корке	Равномерный, от светлого соломенного до темного коричневого на верхней корке	Равномерный, от светлого соломенного до темного коричневого на верхней корке	Имеет несколько более темную корку	Равномерный, от светлого соломенного до темного коричневого на верхней корке	Равномерный, от светлого соломенного до темного коричневого на верхней корке
Хруст	Должен отсутствовать	Хруст отсутствует	Хруст отсутствует	Хруст отсутствует	Хруст отсутствует	Хруст отсутствует
Пропеченность, промес	Однородная структура, без включений	Однородная структура, без включений	Однородная структура, без включений	Однородная структура, без включений	Однородная структура, без включений	Однородная структура, без включений

Таблица 3. Физико-химические показатели готовых изделий
Table 3. Physicochemical properties of finished products

Наименование показателя	Требования ГОСТ 31807-2018	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Влажность мякиша, %	19,0-50,0	47,00	45,80	47,00	44,80	45,00
Кислотность мякиша, град., не более	11,0	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Пористость мякиша, % не менее	46,0	68,00	68,65	68,82	68,55	68,58

Изучение данных физико-химических показателей образцов хлеба в соответствии с действующим на территории РФ в данное время ГОСТ 31807-2018, выявило, что по показателю влажности все образцы находились в пределах установленных норм – отклонений выявлено не было. Но наибольшую влажность имел образец с введением настоя кипрея в количестве 200 мл. Мякиш был более нежной консистенции, что обусловлено наличием слизей и пектина в настое. Кислотность образцов находится на одном уровне 3,5 градусов, что соответствует норме и обусловлено аналогичным протеканием спиртового и молочнокислого брожения в готовых изделиях. Наилучший результат по показателю пористости получен в образце №2 за счет введения 200 мл настоя кипрея. Доказано, что введение кипрея носит положительный характер за счет его химического состава. Сахара являются симулятором работы биологических разрыхлителей. Установлено незначительное повышение пористости (на 0,82% в образце №2, на 0,58% в образце №3 по сравнению с контрольным образцом).

Опарный способ приготовления теста также способствует лучшему раскрытию вкусовых достоинств изделия. Дополнительно это подтверждено О. Ya. Kolman [и др.], установлено, что растительные добавки вносимые в ингредиентный состав

хлеба, способствуют активизации процессов брожения. [12]. Размножение дрожжевых клеток может быть ускорено обогащением питательной среды витаминами и сахарами, которые содержатся в кипрее. Следовательно, это отразилось на полученных образцах и их характеристиках, а соответствии с накоплением в тесте спирта и эфиров, которые и обуславливают вкус и аромат хлеба.

Закключение. Разработана рецептура хлеба на основе введения настоя кипрея и проведена оценка приготовленных образцов. По результатам органолептической оценки лучшим был признан образец хлеба №2, приготовленный опарным способом с добавлением в рецептуру 200 мл настоя иван-чая. Это свидетельствует о целесообразности введения отвара в тесто, так как улучшаются свойства хлеба. Таким образом, установлено, что настоем кипрея оказывает влияние на физико-химические показатели хлебных изделий, содержащиеся в нем витамины и сахара способствуют улучшению свойств хлеба (увеличением пористости на 0,82% в образце №2, на 0,58% в образце №3 по сравнению с контрольным образцом).

Внешний вид изделия соответствовал требованиям нормативного документа и набрал 4,7 балла. Наименьшее количество баллов получил образец №1. Разница

между этими образцами составила 0,55 балла или 13,25%. По физико-химическим показателям все образцы находились в норме действующего ГОСТ 31807-2018.

Форма изделий, полученных образцов хлеба без вмятин, вздутий и поврежденных, наплывов, трещин, соответствует требованиям.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dandiyeva B., Adilkhan A.M., Mamayeva L.A. Development of technology for the production of bread using additives from vegetable raw. *Ізденістер, Нәтижелер*. 2022; 1(93): 77-85.
2. Шевелева Т.Л. Нетрадиционное растительное сырье в рецептурах хлебобулочных изделий. *Вестник КрасГАУ*. 2021; 2(167): 143-150.
3. Mickiewicz B., Britchenko I. Main trends and development forecast of bread and bakery products market. *VUZF Review*. 2022; 7(3): 113-123.
4. Невская Е.В., Зуева А.Г., Беляев А.Г. Использование экстракта и порошка кипрея узколистного в рецептуре хлебобулочных. *Техника и технология пищевых производств*. 2020; 50(1): 61-69.
5. Козлов О.И., Садыгова М.К. Разработка рецептуры хлеба, обогащенного пищевыми волокнами [Электронный ресурс]. *Аграрный научный журнал*. 2014; 10: 50-53. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/296652>
6. Бакин И.А., Мустафина А.С., Вечтомова Е.А. и др. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]. *Техника и технология пищевых производств*. 2017; 2: 5-12. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/301478>
7. Зайцев В.Н. Иван-чай. Защитник от 100 болезней. М.: РИПОЛ классик; 2013.
8. Набатников С.А., Мартиросян Л.Ю. Некоторые аспекты использования Кипрея узколистного (*Chamaenérion angustifolium*). *Аграрная наука*. 2022; 12: 130-134.
9. Belavina G.A. Study of quality and efficiency indicator parameters of functional product on a plant based. *Aip publishing: aip publishing*, 2023; 2526: 040011.
10. Kukhtyn M., Kravchenyuk K., Selskyi V. et al. Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2022; 24(97): 14-19.
11. Ломовских П.А. Еще раз об особенностях производства ржано-пшеничного хлеба. *Академическая публицистика*. 2021; 12-2: 42-48.
12. Мингалеева З.Ш., Старовойтова О.В., Агзамова Л.И. и др. Производство хлеба и хлебобулочных изделий: учебное пособие. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет; 2016.
13. Kolman O.Ya., Gubanenko G.A., Safronova T.N. et al. Study of the effect of herbal additives on the acidity of wheat bread dough and wheat-rye bread. *Modern Science and Innovations*. 2023; 3(43): 86-98.

14. Бредищева О.Ф., Иванова Э.С., Земцова Н.В. и др. Разработка хлеба функционального назначения с добавлением растительных экстрактов и растительных порошков. Наука и Образование. 2023; 6(2).
15. Ермилова С.В. Приготовление, оформление и подготовка к реализации хлебобулочных, мучных кондитерских изделий разнообразного ассортимента: учебник. М.: Академия; 2018.
16. Степычева Н.В., Петрова С.Н. Теоретические и практические аспекты разработки функциональных хлебобулочных изделий [Электронный ресурс]: учебное пособие. СПб.: Троицкий мост; 2022. URL: <https://e.lanbook.com/book/207680>

REFERENCES

1. Dandiyeva B., Adilkhan A.M., Mamayeva L.A. Development of technology for the production of bread using additives from vegetable raw. Journal of Food Science, National Research University. 2022; 1(93): 77-85.
2. Sheveleva T.L. Non-traditional plant-based raw materials in bakery product formulations. Vestnik KrasSAU. 2021; 2(167): 143-150. (In Russ.)
3. Mickiewicz B., Britchenko I. Main trends and development forecast of bread and bakery products market. VUZF Review. 2022; 7(3): 113-123.
4. Nevskaya E.V., Zueva A.G., Belyaev A.G. Use of fireweed extract and powder in bakery recipes. Food production technology and equipment. 2020; 50(1): 61-69. (In Russ.)
5. Kozlov O.I., Sadygova M.K. Development of a recipe for bread enriched with dietary fiber [Electronic resource]. Agricultural scientific journal. 2014; 10: 50-53. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/296652> (In Russ.)
6. Bakin I.A., Mustafina A.S., Vechtomova E.A. et al. Use of secondary resources of berry raw materials in the technology of confectionery and bakery products [Electronic resource]. Food production technology and equipment. 2017; 2: 5-12. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/301478> (In Russ.)
7. Zaitsev V.N. Ivan-tea. Defender from 100 diseases. Moscow: RIPOL classic; 2013. (In Russ.)
8. Nabatnikov S.A., Martirosyan L.Yu. Some aspects of the use of fireweed (*Chamaenérion angustifolium*). Agrarian science. 2022; 12: 130-134. (In Russ.)
9. Belavina G.A. Study of quality and efficiency indicator parameters of functional product on a plant based. Aip publishing; aip publishing, 2023; 2526: 040011.
10. Kukhtyn M., Kravchenyuk K., Selskyi V. et al. Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 2022; 24(97): 14-19.
11. Lomovskikh P.A. Once again about the features of rye-wheat bread production. Academic journalism. 2021; 12-2: 42-48. (In Russ.)
12. Mingaleeva Z.Sh., Starovoytova O.V., Agzamova L.I. et al. Bread and bakery products production: a tutorial. Kazan: Kazan National Research Technological University; 2016. (In Russ.)
13. Kolman O.Ya., Gubanenko G.A., Safronova T.N. et al. Study of the effect of herbal additives on the acidity of wheat bread dough and wheat-rye bread. Modern Science and Innovations. 2023; 3(43): 86-98.

14. Bredishcheva O.F., Ivanova E.S., Zemtsova N.V., et al. Development of functional bread with the addition of plant extracts and plant powders. Science and Education. 2023; 6(2). (In Russ.)

15. Ermilova S.V. Preparation, design and preparation for sale of bakery, flour confectionery products of a wide range: a textbook. Moscow: Academy; 2018. (In Russ.)

16. Stepycheva N.V., Petrova S.N. Theoretical and practical aspects of the development of functional bakery products [Electronic resource]: study guide. St. Petersburg: Troitsky Most; 2022. URL: <https://e.lanbook.com/book/207680> (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Лопаева Надежда Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биотехнологии и пищевых продуктов», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620075, Российская Федерация, Свердловская обл., Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, e-mail: lopaeva77@mail.ru

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

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

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

Стахеева Любовь Михайловна, кандидат экономических наук, кафедры «Бухгалтерского учета и аудита», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620075, Российская Федерация, Свердловская обл., Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, e-mail: staheeva53@mail.ru

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

Nadezhda L. Lopayeva, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University, 620075, the Russian Federation, the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht St., e-mail: lopayeva77@mail.ru

Ekaterina S. Smirnova, PhD (Agricult.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University, 620075, the Russian Federation, the Sverdlovsk region, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht str., e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

Eva V. Razhina, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University, 620075, the Russian Federation, the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht St., e-mail: eva.mats@mail.ru

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

Lyubov M. Stakheeva, PhD (Econ.), the Department of Accounting and Auditing, Ural State Agrarian University, 620075, the Russian Federation, the Sverdlovsk region, Yekaterinburg, 42 Karl Liebknecht str., e-mail: staheeva53@mail.ru

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

Заявленный вклад авторов

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

Claimed contribution of 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 15.05.2024

Поступила после рецензирования 24.06.2024

Принята к публикации 28.06.2024

Received 15.05.2024

Revised 24.06.2024

Accepted 28.06.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-61-69>
УДК 633.34:66-911.48:621.7.022.6



Построение технологического процесса и конструктивная проработка многофункциональной установки для обработки нативной сои ультразвуком. Обоснование водно-сырьевой суспензии

**Д.В. Макаров, Ф.Я. Рудик, О.С. Фоменко✉,
В.С. Куценкова, А.В. Банникова**

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

Аннотация. Злаковые и зернобобовые культуры обладают пористой структурой, являясь при массообменных процессах инертным носителем, содержат в себе пустоты в виде пор и устьиц, на поверхности которых находятся инородные извлекаемые вещества в твердом состоянии, в частности, белки ингибиторов трипсина и уреазы. Эти вещества, ввиду своего вредного воздействия на конечный продукт, и подлежат удалению экстрагированием. Одним из способов инактивации антипитательных веществ является ультразвуковая обработка сои. В статье рассмотрена технология инактивации ингибиторов, ухудшающих продуктивную и протеиновую ценность нативной сои. В разрабатываемой технологии преследовалась цель растворения твердого вещества – белка ингибитора сои в жидкости, осуществляемой за счет молекулярной диффузии, интенсифицирующей процессы массопередачи и массоотдачи. При создании суспензии путем смешения твердой (измельченного зерна сои) и жидкой (воды) фаз начинается проникновение молекул воды, являющихся растворителем, проникающим под действием капиллярных сил в поры и устьица обрабатываемого тела. На этом основании установлены технологические направления исследований, построена последовательность и обоснована физическая суть операций, состоящая из четырех основных этапов: измельчение зерна сои, создание суспензии «вода-соя», ультразвуковая (УЗ) обработка сои, сушка. В результате проведенных исследований установлены оптимальные технологические параметры для интенсификации процесса инактивации антипитательных веществ, содержащихся в нативной сое: степень измельчения зерна сои 0,5-1,0 мм; соотношение водно-соевой суспензии (1:1). Эффективностью разработанного технологического процесса будут факторы, воздействующие на качество получаемой продукции, длительность и энергоемкость процесса, ресурсосбережение, простота конструкции и невысокая стоимость изготовления, возможность автоматизации.

Ключевые слова: технологический процесс, ультразвуковая обработка, многофункциональная установка, антипитательные вещества, инактивация, потребительские свойства

Для цитирования: Макаров Д.В., Рудик Ф.Я., Фоменко О.С., Куценкова В.С., Банникова А.В. Построение технологического процесса и конструктивная проработка многофункциональной установки для обработки нативной сои ультразвуком. Обоснование водно-сырьевой суспензии. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):61-69. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-61-69>

Construction of the technological process and design development of a multifunctional unit for processing vital soybeans with ultrasound. Feasibility of water-crude suspension

Denis V. Makarov, Felix Y. Rudik, Olga S. Fomenko✉, Vasilissa S. Kutsenkova, Anna V. Bannikova

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

Abstract Cereals and legumes have a porous structure, being an inert carrier during mass exchange processes; they contain voids in the form of pores and stomata, on the surface of which there are foreign extractable substances in a solid state, in particular, trypsin and urease inhibitor proteins. These substances, due to their harmful effect on the final product, are subject to removal by extraction. One of the methods for inactivating anti-nutritional substances is ultrasonic treatment of soybeans.

The article discusses the technology of inactivating inhibitors that worsen food and protein value of vital soybeans. The developed technology was aimed at dissolving a solid substance - soybean inhibitor protein in a liquid, carried out due to molecular diffusion, intensifying the processes of mass transfer and mass return. When creating a suspension by mixing the solid (crushed soybean grain) and liquid (water) phases, water molecules, which are a solvent, penetrate under the action of capillary forces into the pores and stomata of the treated body, begin to penetrate. On this basis, technological directions of research have been established, a sequence has been built and the physical essence of operations has been substantiated, consisting of four main ones - grinding soybean grain, creating a "water-soybean" suspension, ultrasonic (US) treatment of soybeans, drying. As a result of the conducted research, optimal technological parameters have been established for intensifying the process of inactivation of anti-nutritional substances contained in native soybeans: the degree of grinding of soybean grains is 0.5-1.0 mm; the ratio of water-soy suspension (1:1). The efficiency of the developed technological process will be factors affecting the quality of the resulting products, the duration and energy intensity of the process, resource conservation, simplicity of design and low cost of manufacture, the possibility of automation.

Keywords: technological process, ultrasonic treatment, multifunctional unit, anti-nutritional substances, inactivation, consumer properties

For citation: Makarov D.V., Rudik F.Ya., Fomenko O.S., Kutsenkova V.S., Bannikova A.V. Construction of the technological process and design development of a multifunctional unit for processing vital soybeans with ultrasound. Feasibility of water-crude suspension. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024;20(3): 61-69. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-61-69>

Введение. Получающая всё большее распространение в пищевой и кормовой сферах АПК такая зернобобовая культура, как соя, объясняется её неординарными свойствами, отличающимися неприхотливостью к выращиванию; достаточно высокой урожайностью во многих климатических зонах Российской Федерации; высокой пищевой и протеиновой ценностью; высокой сохранностью в течение длительных сроков хранения и др. Однако исполь-

зование нативной сои не рационально по причине достаточно высокого содержания в ней антипитательных веществ, входящих в регуляторную функцию, и состоящую из ингибитора протеаз (трипсина и химотрипсина), описываемых двумя состояниями – ингибитором Кунитца (до 70%) и ингибитором Баумана-Бирка (до 30%). В целом белки ингибиторы составляют порядка 20% от общего белкового состояния. Ингибиторы действуют совместно и ухудшают

биологическую активность протеаз и, как следствие, ухудшается ферментативная реакция расщепления белка [1-3]. В результате снижается перевариваемость белка, связываются аминокислоты и их некоторая часть (до 20%) не усваивается пищеварительным трактом. При использовании нативной сои негативно также воздействие уреазы, представляющей собой гидролитический фермент, обладающий свойством катализировать гидролиз мочевины в диоксиды углерода и аммиака. Всё описанное ведет к низкой перевариваемости сои, неприятному вязущему вкусу и запаху. Сою необходимо инактивировать, тем самым повысить её потребительские свойства [4]. Одним из способов инактивации и является ультразвуковая обработка сои.

Цель исследования. Повышение качества и производительности инактивации ингибитора трипсина и уреазы при ультразвуковой обработке нативной сои.

При проведении исследований решались следующие задачи:

– разработать и исследовать систему построения технологического процесса и предпроектное конструктивное решение технических средств;

– обосновать эффективность среды для ультразвуковой (УЗ) обработки зерна сои и параметры водно-сырьевой суспензии.

Материалы и методы исследований. Методика исследований основана на базе данных, полученных в условиях лабораторных пооперационных исследований предложенного технологического процесса инактивации ингибиторов трипсина и уреазы сои; теории процессуальных явлений массопередачи и массоотдачи при обработке ультразвуком и правил проектирования multifunctional шнековой установки в промышленных целях, представленных в ранее изданных статьях авторов [5-8].

Результаты исследований и их обсуждение. В соответствии с проведенными исследованиями разработана и оптимизирована пооперационная схема технологического процесса инактивации сои с целью удаления из нее антипитательных веществ – ингибитора трипсина и уреазы (рис. 1.).

Операция измельчения сои не отличается новизной, и для её реализации может быть использован любой измельчитель необходимой производительности, обеспечивающий дробление сои до нужной фракции.

Массообменные процессы предназначены для перехода вещества из одной фазы в другую за счет диффузии и движущей силы, обеспечиваемой разностью концентраций вещества между фазами рассматриваемой системы.

В разрабатываемой технологии преследовалась цель растворения твердого вещества – белка ингибитора сои в жидкости, осуществляемой за счет молекулярной диффузии, интенсифицирующей процессы массопередачи и массоотдачи. При создании суспензии путем смешения твердой (измельченного зерна сои) и жидкой (воды) фаз начинается проникновение молекул воды, являющихся растворителем, проникающим под действием капиллярных сил в поры и устья обрабатываемого тела.

Кинетика проникновения растворителя в глубину пористой части тела объясняется наличием на границе фаз концентрации раствора равной концентрации насыщения

$$c = S, \quad (1)$$

где: c – концентрация раствора, моль/л, $c = m/V$; (m – количество растворенного вещества, V – объем раствора); S – растворимость вещества, моль/л, $S = m/M \cdot V$; (M – молекулярная масса растворенного вещества)

$$\frac{m}{V} = \frac{m}{M \cdot V}, \quad (2)$$

Это условие и является решающим для создания на границе фаз переменных в пространстве (объеме суспензии) в функции времени и поля концентраций, обладающего свойством перемещаться и проникать вглубь пористого тела. Создаваемый поток жидкости обладает определенными диффузионными скоростными способностями, способствующими отделению растворимого вещества белка ингибитора от поверхностей пор и устьиц обрабатываемой сои и его выноса из обрабатываемой

сои. Это обуславливается, прежде всего, скоростью диффузии

$$DF = DM \cdot K_{\text{эф}}, \quad (3)$$

где: DM – коэффициент свободной молекулярной диффузии; $K_{\text{эф}}$ – коэффициент сопротивления продвижению молекулы и выделяемого вещества о стенки капилляров и пор. Он зависит от целого ряда физико-механических и биологических свойств сои

$$K_{\text{эф}} = f(L; I; B; T), \quad (4)$$

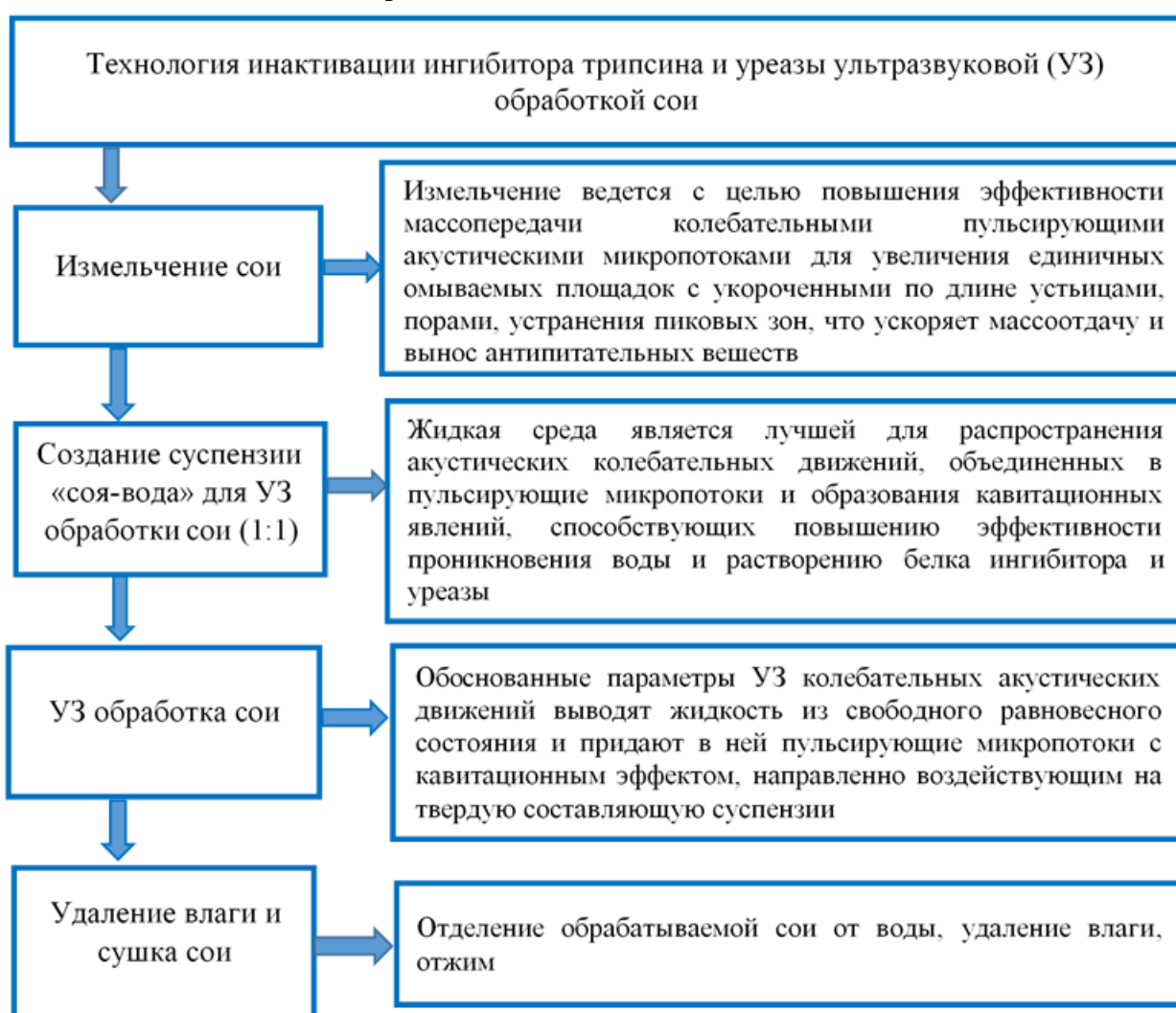


Рис. 1. Технологическая схема обработки сои
Fig. 1. Technological scheme of soybean processing

В итоге, важным технологическим предпроектным условием является вопрос оптимизации коэффициента сопротивле-

ния диффузии, компонентами которого являются длина пор и устьиц L ; извилистость пор и устьиц I ; блокировка продвижения

растворителя биологическим структурным строением сои B ; силы молекулярного трения растворителя о стенки пор и устьиц T . Все они управляемы путем установленной системы дробления сои.

Белок ингибитора и уреазы являются растворимыми, и поэтому при прохождении растворителя осуществляется их вынос. Этот процесс непрерывен и имеет свойство продвижения до границ окончанния пустот. Инертная же структура, состоящая из полезных макромолекул белка, аминокислот, витаминов и микроэлементов, остается в неизменном виде.

Зерно сои представляет собой пористую твердую структуру, из которой по разрабатываемой технологии следует выделить и удалить белок ингибитора трипсина. Извлечение целевых компонентов из твердых пористых тел можно осуществить ультразвуковыми колебательными движениями путем их перемещения в пространстве в течение какого-то промежутка времени. Колебательные возбуждения способны перемещаться в газообразном, жидком и твердом состоянии обрабатываемого материала. Они вызывают направленные продвижения и смещение частиц. Скорость распространения ультразвуковых колебательных движений по известным данным в среде воздуха составляет 343,1 м/с., а в жидкой среде она возрастает более чем в четыре раза до 1500 м/с. Объяснением этому является прерывистость воздуха и необходимость частого преодоления препятствий на границах фаз, создающих сопротивление волновому продвижению колебательных акустических движений. То есть у каждого очередного препятствия волна затухает и поэтапно теряет свою интенсивность [9,10].

Газообразная среда нами не рассматривается, в нашем случае ее нет. Научный интерес вызывает жидкая среда, от которой зависит скорость и, соответственно, интенсивность распространения ультразвуковых

колебаний, воздействующих на массоперемещу.

В случае распространения колебательных движений в жидкости наблюдается эффект распространения направленных пульсирующих микропотоков, создаваемых акустическими волнами. При этом каждая предыдущая затухает значительно медленнее по причине постоянного импульсирующего воздействия на нее последующей волной.

Таким образом, при УЗ обработке среда играет существенную конструктивную роль, предопределяющую возможность минимизировать воздействия эффекта затухания звуковой волны по мере ее распространения. Оно обуславливается следующими параметрическими состояниями:

- от расстояния источника УЗ колебаний до поверхности обрабатываемого материала;
- от рассеяния УЗ колебаний на неоднородностях среды (связано с уменьшением потока энергии);
- от поглощения УЗ колебаний с переходом их энергии в другие формы (тепло, жидкостное и механическое трение, электрические сигналы).

Исходя из приведенных параметрических обстоятельств, можно сделать следующие конструктивные выводы:

- колебательная энергия, излучаемая акустическим источником, распространяется при обработке сои во все увеличивающуюся по времени поверхность, она уменьшается, следовательно, проходя через каждую единичную поверхность, волновая поверхность растёт от расстояния r от источника до r^2 , а амплитуда колебательных движений цилиндрической формы пропорциональна $r=1/2$. Рассеяние УЗ колебательных движений протекает за счет изменения свойств среды (её плотности и упругости) на границе неоднородностей, размеры которых сравнимы с длиной

волны. Поглощение УЗ волны повышается за счет вязкости и теплопроводности среды;

- при прохождении УЗ колебательных движений их интенсивность зависит от плотности, вязкости и температуры обрабатываемой среды, их эффективность формируется за счет интенсивности и частоты УЗ движений. Глубина проникновения волны зависит от частоты, и она характеризуется обратно пропорциональной связью - чем меньше частота, тем выше глубина проникновения. Этим и характеризуется поглощающая способность среды, она значительно ниже в жидкости, чем в твёрдой и газообразной средах;

- жидкая среда обладает способностью создания под действием акустических волн постоянного движения и разряжения частиц среды, что ведёт к образованию переменного импульсного давления и, как итог, пульсирующих микропотоков. Они являются постоянными и действуют в конструктивно заданном направлении, обладают эффектом подталкивания, значительно ускоряют процесс массопередачи и, соответственно, массоотдачи выделяемого белка ингибитора трипсина. Наряду с созданием пульсирующих микропотоков в жидкой среде в области разряжения создаются кавитирующие паровоздушные пузырьки. Они имеют свойство ускорять процесс проницаемости жидкости в поры и устьице. Высокое давление, создаваемое кавитационным схлопыванием, сопровождается образованием значительных сил мо-

лекулярного трения – это вызывает химическую реакцию возбуждения и разрыва молекулярных связей. Разрыв молекулярных связей, в свою очередь, ведет к образованию ионов и радикалов, молекулы воды расщепляются на водород и гидрофильную группу. Химическая реакция зарождает пероксид водорода, повышающий за счет окислительного процесса интенсивность массоотдачи. Чем выше интенсивность транспортирующей способности и процесса инактивации, тем большую УЗ интенсивность передается жидкости.

Заключение. Капиллярное продвижение растворителя при свободном равновесном состоянии жидкости имеет медленное развитие, возникает необходимость его ускорения интенсификаций процесса за счет дополнительных возбуждающих давлений посредством применения УЗ колебательных движений. Достаточно существенным установленным обстоятельством целесообразности использования водно-соевой суспензии является то, что среда жидкости, в отличие от твердого состояния и газа, повышает процесс массопередачи даже в свободном равновесном состоянии жидкости больше чем в 4 раза [11,12]. На основании приведенного и экспериментальных данных установлены следующие технологические параметры: степень измельчения 0,5-1,0 мм; водно-соевая суспензия (1:1), вошедшие в патент на полезную модель «Многофункциональное шнековое устройство для обработки зерновых и зернобобовых культур» [13].

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балакай Г.Т., Безуглова О. С. Соя: экология, агротехника, переработка. Ростов на/Д: Феникс; 2003.
2. Мякушко О.А., Баранов Ф.Б. Соя. М.: Колос; 2003.

3. Скурихин И.М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник. М.: ДеЛи принт; 2002.
4. Власов Г.П. Биodeградируемые полимеры на основе полипептидов и белков. Экология и промышленность России. 2010; 5: 67-71.
5. Устройство для обработки зерна, пивного солода, семян масличных культур: патент на полезную модель № 208531 U1 Рос. Федерация, МПК В02В 5/00 / Д.В. Макаров, Е.А. Сундуков, Ф.Я. Рудик, Н.Л. Моргунова; заявитель ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»; ООО «Химмаш-Старт»; заявл. 05.04.2021; опубл. 23.12.2021
6. Рудик Ф.Я., Загородских Б.П., Моргунова Н.Л. и др. Совершенствование технологии переработки сои с использованием ультразвука. Вестник Мордовского университета. 2018; 28(2): 266-286.
7. Моргунова Н.Л., Макаров Д.В., Рудик Ф. Теоретический анализ и обоснование процесса взаимодействия гидродинамических колебательных систем при технологическом воздействии на зернобобовые культуры. Аграрный научный журнал. 2021; 9: 92-94.
8. Рудик Ф.Я., Моргунова Н.Л., Скрыбина Л.Ю. Ультразвуковая обработка зерна при подготовке к помолу. Хранение и переработка сельхозсырья. 2016; 2: 53-56.
9. Моргунова Н.Л., Макаров Д.В., Рудик Ф.Я. Теоретический анализ и обоснование процесса взаимодействия гидродинамических колебательных систем при технологическом воздействии на зернобобовые культуры. Аграрный научный журнал. 2021; 9: 92-94.
10. Рудик Ф.Я., Загородских Б.П., Моргунова Н.Л. Совершенствование технологии переработки сои с использованием ультразвука. Вестник Мордовского университета. 2018; 28(2): 266-286.
11. Многофункциональное шнековое устройство для обработки зерновых и зернобобовых культур: патент на полезную модель № 223297 U1 Рос. Федерация, МПК В02В 5/02 / Ф.Я. Рудик, Н.Л. Моргунова, Д.В. Макаров и др.; заявитель ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»; № 2023134013, заявл. 20.12.2023, опубл. 13.02.2024.

REFERENCES

1. Balakai G.T., Bezuglova O.S. Soy: Ecology, Agricultural technology, processing. Rostov on / D: Phoenix; 2003. (In Russ.)
2. Myakushko O.A., Baranov F.B. Soy. Moscow: Kolos; 2003. (In Russ.)
3. Skurikhin I.M. Chemical composition of Russian food products: reference book. Moscow: DeLi print; 2002. (In Russ.)
4. Vlasov G.P. Biodegradable polymers based on polypeptides and proteins. Ecology and industry of Russia. 2010; 5: 67-71. (In Russ.)
5. Device for processing grain, brewer's malt, oilseeds: patent for utility model No. 208531 U1 Russian Federation, IPC B02B 5/00 / D.V. Makarov, E.A. Sundukov, F.Ya. Rudik, N.L. Morgunova; applicant Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov; Khimmash-Start, LLC; declared 05/04/2021; published 23/12/2021 (In Russ.)
6. Rudik F.Ya., Zagorodskikh B.P., Morgunova N.L. et al. Improving the technology of soybean processing using ultrasound. Bulletin of the Mordovian University. 2018; 28(2): 266-286. (In Russ.)

7. Morgunova N.L., Makarov D.V., Rudik F. Theoretical analysis and substantiation of the interaction process of hydrodynamic oscillatory systems under technological impact on leguminous crops. *Agricultural Scientific Journal*. 2021; 9: 92-94. (In Russ.)
8. Rudik F.Ya., Morgunova N.L., Skryabina L.Yu. Ultrasonic treatment of grain in preparation for milling. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2016; 2: 53-56. (In Russ.)
9. Morgunova N.L., Makarov D.V., Rudik F.Ya. Theoretical analysis and substantiation of the interaction process of hydrodynamic oscillatory systems under technological influence on leguminous crops. *Agricultural scientific journal*. 2021; 9: 92-94. (In Russ.)
10. Rudik F.Ya., Zagorodskikh B.P., Morgunova N.L. Improving the technology of soybean processing using ultrasound. *Bulletin of the Mordovian University*. 2018; 28(2): 266-286. (In Russ.)
11. Multifunctional auger device for processing grain and leguminous crops: patent for utility model No. 223297 U1 the Russian Federation, IPC B02B 5/02 / F.Ya. Rudik, N.L. Morgunova, D.V. Makarov et al.; applicant Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; No. 2023134013, declared 20.12.2023, published 13.02.2024. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Макаров Денис Вячеславович, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, e-mail: lmdv@inbox.ru

Рудик Феликс Яковлевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, e-mail: rudik.sgau@mail.ru

Фоменко Ольга Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, e-mail: fomenkoos@mail.ru

Куценкова Василисса Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, e-mail: vasilissakutsenkova@yandex.ru

Банникова Анна Владимировна, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»; 410012, Российская Федерация, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3, e-mail: annbannikova@gmail.com

Denis V. Makarov, Postgraduate student, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bldg. 4, suite 3, e-mail: 1mdv@inbox.ru

Felix Ya. Rudik, Dr Sci. (Eng.), Professor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bldg. 4, suite 3, e-mail: rudik.sgau@mail.ru

Olga S. Fomenko, PhD (Eng.), Associate Professor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bldg. 4, suite 3, e-mail: fomenkoos@mail.ru

Vasilissa S. Kutsenkova, PhD (Eng.), Associate Professor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bldg. 4, suite 3, e-mail: vasilissakutsenkova@yandex.ru

Anna V. Bannikova, Dr Sci. (Eng.), Professor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, the Russian Federation, Saratov, Pyotr Stolypin Ave., bldg. 4, suite 3, e-mail: annbannikova@gmail.com

Заявленный вклад авторов

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

Claimed contribution of authors

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

Поступила в редакцию 16.05.2024
Поступила после рецензирования 24.06.2024
Принята к публикации 28.06.2024

Received 16.05.2024
Revised 24.06.2024
Accepted 28.06.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-70-85>
УДК 637.1:613.292:615.3



Перспективы повышения функциональности молокосодержащих продуктов за счет использования нетрадиционного растительного сырья

Е. А. Молибога✉, Л. М. Завгородняя

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Омский государственный технический университет»;
г. Омск, Российская Федерация
✉mea130980@mail.ru*

Аннотация. Неоспорим тот факт, что питание является важной и неотъемлемой частью жизни человека. К сожалению, питание не всегда бывает полноценным и сбалансированным. Исходя из анализа литературных данных, установлено, что только рациональное питание является тем рычагом, с помощью которого возможно обеспечение нормального роста и развития организма. Предприятия пищевой промышленности пытаются создать именно такие условия для адекватной адаптации человека к реалиям окружающего мира, а именно разрабатывают и, соответственно, выпускают линейки специализированной продукции, способствующей не только профилактике заболеваний, но и стабильному повышению умственной и физической работоспособности. Тем более, что данные мероприятия не противоречат государственной политике в части оздоровления населения за счет внедрения в торговую сеть продуктов правильного питания, за счет различной помощи предприятиям – изготовителям (субсидии, грантовая поддержка). Производители молочносодержащих продуктов питания, важность которых неоспорима, достаточно активно продвигают ассортиментные линейки для отдельных слоев населения, например, для детей, беременных и кормящих женщин и лиц пожилого возраста. Основной целью научно – исследовательской работы является разработка технологии молочносодержащего продукта (йогурта питьевого), включающего в себе несколько важных для человека предназначений: функциональных, диабетических, пробиотических. Придание продукту заданных функций происходит за счет включения в рецептуру научно обоснованных компонентов, в том числе изготовленных из нетрадиционного вида сырья. Для подтверждения качественных показателей готового изделия использованы стандартные и индивидуальные методы исследования. Основным результатом исследования является определение вида растительного сырья, отвечающего заданным требованиям и характеристикам и способствующего приданию готовому продукту дополнительных свойств (пробиотических, функциональных, диабетических). Итоговым результатом исследований является получение продукта, способствующего повышению иммуноустойчивости организма к отрицательным воздействиям окружающего мира. Новизной данного исследования можно считать использование с пищевой целью вторичного растительного сырья, способствующего конструированию пищевого продукта с определенным качественным составом и заданными потребительскими свойствами в сравнении с существующими аналогами.

Ключевые слова: конкурентоспособность, молочносодержащая продукция российских производителей, эффективность, технология производства, функциональность, молочные продукты, моллокоемкость, питание

Для цитирования: Молибога Е.А., Завгородняя Л.М. Перспективы повышения функциональности молочносодержащих продуктов за счет использования нетрадиционного растительного сырья. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):70-85. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-70-85>

Prospects for increasing the functionality of milk-containing products through the use of non-traditional plant raw materials

Elena A. Moliboga✉, Lyubov M. Zavgorodnyaya

Omsk State Technical University;
Omsk, the Russian Federation
✉meal30980@mail.ru

Abstract It is an undeniable fact that nutrition is an important and integral part of human life. Unfortunately, nutrition is not always complete and balanced. It has been established that only rational nutrition is the lever by which it is possible to ensure normal growth and development of the body. Food industry enterprises are trying to create exactly such conditions for adequate human adaptation to the regalia of the surrounding world, namely, they develop and produce specialized products that contribute not only to disease prevention, but also to a stable increase in mental and physical performance. Moreover, these activities do not contradict the state policy in terms of improving the health of the population, through the introduction of healthy nutrition products into the retail network, through various assistance to manufacturing enterprises (subsidies, grant support). Regarding manufacturers of milk-containing food products, the importance of which is undeniable, they quite actively promote product lines for certain segments of the population, for example, children, pregnant and lactating women and the elderly. The main objective of the research is to develop a technology for a milk-containing product (drinking yoghurt) that includes several functions important for humans, namely, functional, diabetic, probiotic ones. The product is given the specified functions by including scientifically substantiated components in the recipe, including those from non-traditional raw materials. Standard and individual research methods have been used to confirm the quality indicators of the finished product. The main results of the research include determining the type of plant material that meets the specified requirements and characteristics and contributes to giving the finished product additional properties (prebiotic, functional, diabetic). The final result of the research is obtaining a product that helps increase the body resistance to the negative environmental effects. The use of secondary plant materials for food purposes, which contributes to the design of a food product with a certain quality composition and specified consumer properties, in comparison with existing analogues, can be considered the novelty of the research.

Keywords: competitiveness, milk-containing products of Russian manufacturers, efficiency, production technology, functionality, dairy products, milk capacity, nutrition

For citation: Moliboga E.A., Zavgorodnyaya L.M. Prospects for increasing the functionality of milk-containing products through the use of non-traditional plant raw materials. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024;20(3):70-85. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-70-85>

Введение. В настоящее время российская пищевая промышленность объединяет в себе большое количество предприятий, доля которых заметна в объёме российского производства (более 10 % от общего значения) [7; 8]. Промышленность, отвечающая за выпуск молочно-

держащей продукции, сосредотачивает в себе предприятия по выработке различной продукции с содержанием молочных составляющих. Возможности и специфическая уникальность масштабов каждой производственной цепочки (предприятия) в пищевом сообществе по

производству ассортиментных линеек молочных и молокосодержащих продуктов при возможности переориентируется на численность обслуживаемого населения, его генетический и творческий потенциал. Немаловажным является то, что питательные свойства данного вида сырья (молока) представляет собой достаточно совершенный вид продовольствия, именно составные части его идеально сбалансированы [4]. Последние десятилетия молочные комплексы стараются осуществлять комплексную логистическую переработку основного и вторичного сырья за счет переоснащения, механизированных и автоматизированных линий на каждой технологической цепочке производства [2; 3]. Большая часть получаемого молока на российском рынке предназначена для переработки и производства именно молочной продукции: долевое производство цельного молока составляет более 84 % в количественном выражении. Именно поэтому молокоперерабатывающие предприятия всегда считались одними из основополагающих составных частей сельхозпереработчиков в агропромышленном комплексе. Именно они решали основную задачу, на которую направлена и данная научно-исследовательская работа, а именно: удовлетворение потребностей населения в жизненно важной пищевой продукции, в том числе молоке, молокосодержащих и кисломолочных продуктах, с учетом предпочтений и уровня доходов потребителя. Оценивая общую картину пищевого производства, именно тенденции постепенного роста ассортиментной линейки на рынке молочной продукции можно оценить как положительные и достаточно стабильные [3; 6].

Общей огласке подвержены следующие причины по увеличению объемов рынка молочной продукции:

- стабильное увеличение доходов населения;

- потенциал емкости рынка, который связан с низким текущим уровнем потребления молочных продуктов (сравнение с уровнем потребления в странах Европы);

- повышенный интерес к рациональному питанию и здоровому образу жизни;

- приверженность всех возрастных групп населения России к молочным продуктам.

Учитывая данные причины, можно объективно оценить факты, способствующие увеличению спроса на молочную продукцию [7]. Ежедневный спрос покупателя практически на весь ассортиментный ряд молочной продукции возможно удовлетворить только с помощью присутствия на рынке товаропроизводителей российского и иностранного производства. Стоит учесть тот факт, что доля импортной продукции в пищевых сегментах рынка закономерно и стабильно растет. Как следствие, необходимо отметить, что стали доступны дополнительные возможности для внедрения и распространения рынка для отечественных товаропроизводителей именно за счет импортозамещения. Также неоспорим тот факт (по прогнозам экспертов), что потребление традиционных молочных продуктов неуклонно снижается, а спрос на обогащенные виды продукции (функциональные, специализированные (биокефир, биомолоко, биойогурт)) растет. Необходимо отметить, что наиболее перспективны и востребованы на данный момент молокосодержащие десертные продукты нового поколения. Необходимость употребления данных продуктов вызвана в первую очередь пониманием культуры питания: люди потребляют молочные десерты не для утоления голода, а для удовольствия. Это еще одно подтверждение увеличения доходов населения и желания пробовать что-то новое. С годами общий объем востребованности данной категории продуктов будет стабильно расти не только

за счет увеличения количественного состава новых потребителей, а также за счет растущей частоты потребления постоянными покупателями этой инновационной категории продуктов [6].

Для проведения научно-исследовательской работы был выбран кисломолочный продукт в виде питьевого йогурта. По данным Федерального центра Госсанэпиднадзора Минздрава России, доля выработки питьевого йогурта составила 18,3%, а вязкого – 13,5% от общей массы вырабатываемых молочных продуктов, что говорит о большей востребованности потребления питьевого йогурта [7; 8] и необходимости проведения дополнительных исследований, т.е. придания дополнительных свойств готовому продукту за счет композиционных решений между составными частями сырья.

Методы. Целью данного исследования является изучение дополнительно возможных факторов, способствующих повышению конкурентоспособности молокосодержащих продуктов, в том числе за счет придания им функциональных свойств.

Реализация и выполнение поставленной цели будет возможна при детальной проработке методологической схемы эксперимента, т.е. проработке ряда основных и вспомогательных задач, среди которых:

- 1) проведение анализа литературных данных, по исследуемой научной проблематике;
- 2) подбор методологической базы для проведения исследований по научно-исследовательской работе;
- 3) аргументированный выбор функциональные ингредиенты в зависимости от функционального направления;
- 4) установление оптимально допустимого количества функционального ингредиента в разработанной технологии;
- 5) исследование ряда качественных показателей опытных образцов;

6) проектирование технологии молокосодержащего продукта функционального назначения;

7) разработка проекта заявки на изобретение в РФ.

При организации и проведении исследований применялся комплекс общепринятых, стандартных и модифицированных физико-химических, микробиологических, биохимических методов, а также математических методов статистической обработки результатов исследований.

Методология проведения научно-исследовательской работы заключается в проведении ряда основных этапов исследования.

Первый этап исследований – аналитический, содержащий в себе весь материал по данной научно-исследовательской проблематике.

Второй этап – экспериментальный, являющийся основой в проведении эксперимента и подборе методов исследования.

Третий этап – практический, предполагающий разработку итоговой рецептуры изделия и его качественных показателей.

Перечень качественных показателей, а также методологические основы и нормативно-технические стандарты представлены в таблице 1.

Для определения сенсорных показателей качества авторами была проработана балловая шкала оценивания, с помощью которой достаточно быстро возможно произвести количественную оценку и анализ, т.е. шкалу выражения уровня качественного признака. Контролируемые показатели были оценены по 5-ти бальной шкале (табл. 2).

Для придания продукту максимальной значимости, а, соответственно пробиотических свойств необходимо было провести исследование по подбору заквасочных культур, которые отвечали бы определен-

ным технологическим свойствам и требованиям. Основой эксперимента являлся подбор вида бифидобактерий, которые способны к полноценному проведению процесса биоферментации молочной смеси. Существенной проблемой является то, что данный вид микрофлоры плохо развивается в молоке, т.е. процесс ферментации длителен и достигает до (16 ± 2) ч, что недопустимо для проведения технологического процесса, соответствующего требованиям нормативной документации на выпускаемый продукт. По литературным данным, наиболее целесообразно их вносить с молочнокислыми микроорганизмами, способствующими стимулированию их роста,

или добавлять бифидогенные факторы роста [4; 5]. Преимущественным свойством вторых является возможность существования в различных условиях: в присутствии источника кислорода или его отсутствия. Важнейшей функцией в жизнедеятельности лактобактерий является способность выработки продукта жизнедеятельности - фермента лактазы, способной произвести расщепление молочного сахара (лактозу). Но важность и необходимость обеих разновидностей микроорганизмов в жизнедеятельности человека неоспорима, именно сбалансированность между ними и условно патогенными бактериями необходимо отслеживать [22].

Таблица 1. Методы определения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей

Table 1. Methods for determining organoleptic, physicochemical and microbiological indicators

№	Перечень показателей	Методология проведения	Стандарты
1	Кислотность	Титриметрический	ГОСТ 3624-92 [10] ГОСТ Р 51455-99 [11]
2	Сухие веществ	Термогравиметрический	ГОСТ 30648.3-99 [12]
3	Жирность	Кислотный	ГОСТ 5867-90 [13]
4	Белок	По Кьельдалю	ГОСТ 23327-98 [14]
5	Плотность	Ареометрический	ГОСТ 3625-71 [15]
6	Температура	Термометрический	ГОСТ 26754-85 [16]
7	Сенсорные показатели	Органолептический	Пропись
8	Молочнокислые микроорганизмы	Метод разведения	ГОСТ 10444.11-13 [17]
9	Бифидобактерии	Метод разведения	ГОСТ 10444.11 [17]
10	Бактерии рода <i>Staphylococcus aureus</i>	Микробиологический	ГОСТ 30347-97 [18]
11	Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Микробиологический	ГОСТ 30519-97 [19]
12	Дрожжи, плесени	Микробиологический	ГОСТ 33566-15 [20]
13	Бактерии группы кишечной палочки	Микробиологический	ГОСТ 9225-84 [21]

Source: [Compiled by the authors]

Необходимо отметить, что для определения перечисленных показателей качества необходимо произвести предварительный отбор проб согласно требованиям

стандартов. Для микробиологического анализа отбор проб производится в первую очередь, далее – для физико-химического, затем – органолептического анализа [9].

Для микробиологического анализа пробы предварительно нейтрализуют за счет добавления стерильного раствора двууглекислого натрия с массовой концентрацией 100г/дм³. Приготовление посевов проводят стандартными методами при разведении продукта в стерильных растворах хлористого натрия или фосфатного буфера [9].

Результат. В качестве сырья для составления смеси экспериментального продукта используется коровье молоко-сырье с массовой долей жира (МДЖ), массовой долей белка (МДБ), массовой долей сухих

веществ (МД сухих веществ), сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) в зависимости от требуемой жирности нормализованной смеси. Нормализованное пастеризованное молоко должно соответствовать физико-химическим показателям, представленным в таблице 3.

Такое соотношение составных частей молока подобрано с учетом всех физиологических особенностей организма человека для максимального усвоения, получения готового продукта с определенными сенсорными и качественными показателями.

Таблица 2. Характеристика баллов оценивания продукта
Table 2. Characteristics of product evaluation scores

Балл	Вкус и аромат	Цвет	Консистенция
«5»	приятный кисломолочный, присущий йогурту	от белого до кремового	однородная, без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком
«4»	приятный кисломолочный, присущий йогурту, с соответствующим привкусом вносимого компонента	от белого до кремового	однородная без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком
«3»	приятный кисломолочный, присущий йогурту, с соответствующим привкусом вносимого компонента	от белого до кремового	однородная без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком, с частицами вносимого компонента

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 3. Показатели нормализованного пастеризованного молока
Table 3. Indicators of normalized pasteurized milk

Сырье	Норма, не менее				
Молоко коровье	МДЖ, %	МДБ, %	Плотность, г/см ³	МД сухих веществ, %	СОМО, %
	3,3	3,2	1,028	12,3	8,2

Source: [Compiled by the authors]

В качестве контрольного образца был выбран питьевой йогурт, выработанный из цельного молока с м.д.ж. 3,3%, с использованием следующих заквасочных культур молочнокислых микроорганизмов Yo-Flex и без внесения функциональных компонентов.

Для определения состава культур для ферментации питьевого йогурта была

проведена серия опытов. Смешивание производили по методике Всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы (ВНИИМС) (Москва, Россия) при различных температурах с учетом антагонистических свойств различных культур микроорганизмов. В первом опыте были организованы методом смешения лиофилизированные заквасоч-

ные культуры (DVS закваски) BB-12 и Yo-Flex, во втором опыте смешали DVS закваски BB-12 и YFL-811, в третьем опыте смешали DVS закваски BB-12 и YFL-812. Оптимальным соотношением культур заквасок было принято соотношение 1:1, а лучшим сочетанием заквасочных культур было определено опытным путем сочетание заквасок BB-12:Yo-Flex.

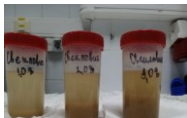
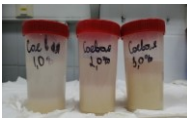
В ходе эксперимента были выбраны условия проведения процесса ферментации, которые будут наиболее эффективными для разрабатываемого продукта. Основным результатом данного экспериментального исследования было определение оптимальной температуры культивирования (38 ± 2)°C, пробиотического эффекта, т.е. пробиотической функции заквасочного комплекса бифидобактерии в количестве 10^{12} КОЕ/г (колонеобразующих микроорганизмов (КОЕ)); активная кислотность 4,6 ед. pH.

Необходимо отметить, что наиболее важными стадиями развития микроорганизмов является процесс жизнедеятельно-

сти микроорганизмов, который заключается в питании и размножении с последующим синтезом полезных веществ. Основным питательным веществом микроорганизмов в молоке является лактоза. В процессе своей жизнедеятельности микроорганизмы преобразуют составные части сырья до образования ряда полезных для человека веществ [1]. Можно предположить, что наиболее востребованным элементом в питании микроорганизмов являются пищевые волокна. Поэтому гипотезой данной научно-исследовательской работы является решение использовать вторичное растительное сырьё (шрот и жмых) в качестве альтернативного источника пищевых волокон.

В качестве объектов исследования использованы соевый шрот и свекловичный жмых. Для анализа технологических свойств данных объектов были проведены определенные исследования, например, растворимость в воде и молоке: при температуре (38 ± 2)°C, при расчетных процентных соотношениях (табл. 4).

Таблица 4. Показатели растворимости в воде и молоке
Table 4. Solubility indices in water and milk

Вид клетчатки	Внешний вид	Среда для растворения	
		водная	молочная
Свекловичная			
Соевая			

Source: [Compiled by the authors]

В процессе термостатирования водных и молочных растворов происходит набухание функционального компонента, данный процесс в дальнейшем не приведет к усложнению технологического процесса производства или необходимости введения дополнительного технологического оборудования. В результате установлено, что

выбранные пищевые волокна целесообразно использовать в качестве дополнительного компонента при производстве функционального молочного продукта.

На следующем этапе исследований было принято решение разработать технологию ферментированного комплекса для определения пробиотических свойств

подобранных растительных компонентов на основе выбранных пробиотических микроорганизмов и условий культивирования. Также намечен эксперимент по замене сахара на подсластитель сладкий белок «Браззеин» (сладкий белок (СБ)), исходя из данных по его сладости, технологическая необходимость использования подсластителя в растворенном виде в небольшом количестве подготовленной воды.

Состав опытных образцов, используемых в технологии питьевых йогуртов, представлен в следующих комбинациях.

Контроль: классический питьевой йогурт.

Опыт 1: питьевой йогурт на основе комплекса на подобранных заквасочных культурах и различных процентных внесе-

ниях соевой клетчатки от массы нормализованной смеси:

Опыт 1/1- 1,0%+ СБ;

Опыт 1/2- 2,0%+ СБ;

Опыт 1/3- 3,0%+ СБ.

Опыт 2: Питьевой йогурт на основе комплекса на подобранных заквасочных культурах и различных процентных внесениях свекловичной клетчатки от массы нормализованной смеси:

Опыт 2/1- 1,0%+ СБ;

Опыт 2/2- 2,0%+ СБ;

Опыт 2/3- 3,0%+ СБ.

Для правильной постановки эксперимента необходимо рассчитать рецептуры опытных образцов, т.е. разработать проекты спецификации на новые виды продуктов (табл. 5).

Таблица 5. Рецептуры опытных продукта на 1000 кг

Table 5. Recipes of experimental products per 1000 kg

Ингредиент, кг	Контроль	Опыт 1			Опыт 2		
		1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3
Молоко нормализованное	957,9	990,0	980,0	970,0	990,0	980,0	970,0
Сладкий белок	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Сахар-песок	42,1	-	-	-	-	-	-
Соевая клетчатка	-	10,0	20,0	30,0			
Свекловичная клетчатка	-				10,0	20,0	30,0
Закваска прямого внесения	По норме						
Пробиотическая закваска прямого внесения	-	По норме					

Source: [Compiled by the authors]

В качестве технологии производства заквасочного комплекса для производства йогурта использовалась традиционная схема приготовления йогурта с включением растительного компонента. Проведенные исследования по внесению растительного компонента более 3% от массы смеси привело к ухудшению органолептических показателей. Заквасочные культуры были использованы в виде заквасок

«YoFlex»:«BB-12» в состав которых входят: *Streptococcus thermophilus* и *Bifidobacterium lactis*; оптимальные условия ферментирования которых: температура (38±2)°C, время сквашивания (9±3) часов.

Выдвинута гипотеза: растительный компонент, клетчатка различного производства может являться в выбранной закваске пребиотическим элементом для

стимулирования жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов. В готовом продукте содержится необходимое по нормативной документации количество жизнеспособных микроорганизмов, следовательно, продукт считается пробиотическим.

Отличительной особенностью опытных выработок является разница в количестве введении растительного компонента: от 1 до 3 % от массы молочной основы, подготовленной по расчетной рецептуре продукта (табл. 5) при соблюдении оптимально необходимых условий культивирования. Продолжительность процесса культивирования, момент образования сгустка, ферментационная активность сгустков представлены в таблице 6.

Необходимо отметить, что в сравнении с контрольным образцом в опытных йогуртах был удален весь состав сахара-песка и внесен раствор подсластителя «Браззеин», который придает сладкий вкус и снижает гликемический индекс продукта на 50%. Экспериментальные исследования по внесению инновационного подсластителя продолжаются.

Экспериментально полученные данные свидетельствуют о том, что пропорциональное увеличение пребиотико-ориентированного компонента, а именно растительного компонента ускоряет процесс загустения молочной смеси и способствует ухудшению сенсорных показателей продукта, при этом увеличивает количество жизнеспособных микроорганизмов, что может привести к быстрому нарастанию титруемой кислотности и преждевременному прокисанию продукта. Пропорциональное увеличение компонента сказывается на сенсорных показателях, т.е. способствует либо ухудшению органолептических показателей, либо возникновению пороков консистенции данного ферментированного комплекса.

Из представленных в данном разделе данных видно, что увеличение количества вносимого наполнителя до 3% для соевой клетчатки, 2 и 3% для свекловичной клетчатки способствовало ухудшению органолептических показателей, поэтому данные опытные образцы были исключены из эксперимента. Полученный ферментированный комплекс возможно использовать непосредственно в технологическом процессе сразу после получения, предварительно перемешав его или охладить до $t(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ и использовать при необходимости.

Для определения продолжительности сквашивания ферментированного комплекса с разной дозировкой внесения растительного компонента проводили скрининговый анализ процесса ферментации в течение (9 ± 3) ч, данные представлены в таблице 6, 7.

По результатам предыдущих разделов был разработан ферментированный комплекс (Закваска – 3), который может являться заквасочным материалом для производства различной кисломолочной продукции функциональной направленности.

По органолептическим показателям опыт 1/1 максимально похож с опытным образцом: приятный кисломолочный вкус, белый цвет, однородная жидкая консистенция; опыт 1/2 отличается от опыта 1/1 консистенцией, в данном испытуемом образце чувствуется крупа; опыт 1/3 имеет густую мучнистую консистенцию, на вкус напоминает мел.

В ходе эксперимента было выявлено, что продукт с заявленными показателями получается при внесении функционального компонента в количестве 1 и 2%. Конечные технологические показатели опытных образцов представлены в таблице 8.

По физико-химическим показателям образцы соответствуют нормируемым

показателям. Данные, полученные при микробиологическом анализе опытных образцов молочносодержащей основы с различными комбинациями заквасочных культур: YFL-811:BB-12; YFL-812:BB-12; YFL-903:BB-12; Yo-Flex:BB12, свидетельствуют о достаточной активности всех сочетаний. При этом следует констатировать факт повышенного ферментационного

кислотообразования при сочетании культур (Yo-Flex:BB12) в сравнении с параллельными опытными вариациями. Полученная совокупность показателей готовых стустков, характеризующих активность изучаемых сочетаний заквасочных культур и различных процентных внесений компонента, представлена в таблице 9.

Таблица 6. Ферментационный процесс производства образца с соевой клетчаткой

Table 6. Fermentation process for producing soybean fiber sample

Опытный образец	Состав образца: Закваска + % клетчатки	Активная кислотность (по времени), ч							Количество бифидобактерий, КОЕ/г
		0,0	2,5	3,5	4,5	4,5	5,3	6,0	
Контроль	Закваска (3)	6,6	5,38	4,97	4,66	4,60			-
Опыт 1/1	3+1,0	6,6	5,32	5,11	4,89	4,72	4,66	4,60	$2,8 \cdot 10^7$
Опыт 1/2	3+2,0	6,6	4,89	4,77	4,69	4,61			$1,6 \cdot 10^7$
Опыт 1/3	3+3,0	6,6	4,86	4,74	4,66	4,60			-

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 7. Параметры процесса ферментации с свекловичной клетчаткой

Table 7. Parameters of the fermentation process with beet fiber

Опытный образец	Состав образца: Закваска + % клетчатки	Активная кислотность pH (по времени), ч											Количество бифидобактерий, КОЕ/г
		0,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	
Контроль	-	6,60	5,38	4,97	4,66	4,60							-
Опыт 2/1	3+1,0	6,60	5,39	5,17	5,11	5,01	4,93	4,85	4,75	4,67	4,61		$8,8 \cdot 10^6$
Опыт 2/2	3+2,0	6,60	5,33	5,12	4,89	4,79	4,73	4,69	4,64	4,60			-
Опыт 2/3	3+3,0	6,60	5,40	5,21	4,99	4,88	4,81	4,78	4,73	4,69	4,65	4,60	-

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 8. Качественные показатели готового продукта

Table 8. Quality indicators of the finished product

Наименование показателя	Контроль	Соевая клетчатка		Свекловичная клетчатка
		Опыт 1/1	Опыт 1/2	
МДЖ, %	$3,3 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$
МДБ, %	$3,2 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$
Сухие вещества, %	$12,35 \pm 0,2$	$2,72 \pm 0,2$	$13,01 \pm 0,2$	$13,45 \pm 0,2$
Титруемая кислотность, °Т	$81,0 \pm 1,0$	$79,0 \pm 1,0$	$77,0 \pm 1,0$	$79,0 \pm 1,0$
pH, ед. pH	$4,52 \pm 0,5$	$4,53 \pm 0,5$	$4,54 \pm 0,5$	$4,55 \pm 0,5$

Source: [Compiled by the authors]

В ходе процесса ферментации и органолептической оценки экспериментальных образцов были выявлены и сняты с дальнейшего исследования несоответствующие образцы: с соевой клетчаткой - образец с 3% компонента, так как не соответствовал по органолептическим показателям, во вкусе преобладал внесенный компонент, консистенция крупинчатая; с свекловичной клетчаткой - образца с 2 и 3% компонента, в данных образцах процесс ферментации достиг максимально допустимого

предела 11 ч, вследствие чего сгусток был нарушен, консистенция неоднородная, с частицами внесенного компонента, вкус меловой.

Экспериментально установлено, что клетчатка стимулирует ферментативные процессы технологической микрофлоры. При этом наибольшая активность отмечена при добавлении соевой клетчатки.

Для изучения качества продукта в процессе хранения были изучены наиболее важные показатели (табл. 10).

Таблица 9. Оценка процесса ферментации опытных образцов
Table 9. Evaluation of the fermentation process of experimental samples

Наименование образца	Продолжительность ферментации до готовности, ч	Показатель активной кислотности, ед. pH
Контроль	4,5±0,1	4,60±0,5
Опыт 1/1	6,0±0,1	4,60±0,5
Опыт 1/2	4,5±0,1	4,61±0,5
Опыт 1/3	4,5±0,1	4,60±0,5
Опыт 2/1	8,0±0,1	4,60±0,5
Опыт 2/2	7,5±0,1	4,61±0,5
Опыт 2/3	8,5±0,1	4,60±0,5

Source: [Compiled by the authors]

Таблица 10. Микробиологическая характеристика продукта
Table 10. Microbiological characteristics of the product

Образцы	Количество микроорганизмов на конец технологического процесса, КОЕ/г		Визуализация полученного результата	Количество микроорганизмов на конец гарантированного срока хранения		Визуализация полученного результата
	бифидобактерии (не менее $1,0 \cdot 10^6$)	молочно-кислые микроорганизмы (не менее $1,0 \cdot 10^7$)		бифидобактерии (не менее $1,0 \cdot 10^6$)	молочно-кислые микроорганизмы (не менее $1,0 \cdot 10^7$)	
Контроль	-	$1,1 \cdot 10^9$	-	-	$1,1 \cdot 10^9$	
Опыт 1/1	$2,8 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^9$		$3,8 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^9$	
Опыт 1/2	$1,6 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^9$		$5,7 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^9$	
Опыт 2/1	$8,8 \cdot 10^6$	$7,0 \cdot 10^8$		$7,3 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^9$	

Source: [Compiled by the authors]

В процессе хранения у опыта 2/1 ухудшились органолептические показатели, а в опыте 1/2 количество бифидобактерий меньше, чем в опыте 1/1, следовательно, свекловичную клетчатку (опыт 2/1) нецелесообразно применять для производства продукта согласно заданию, а соевую клетчатку вносить в дозировке 2,0% (опыт 1/2).

На основании полученных данных, можно спроектировать технологический процесс производства йогурта: при выработке йогурта нормализация молока проводится в потоке до м.д.ж. 3,3%; нормализованную по массовой доли жира смесь, подвергнутую нагреванию до температуры $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$, гомогенизируют при следующих условиях: давлении $(12 \pm 12,5)$ Мпа; пастеризуют $(87 \pm 2)^\circ\text{C}$, выдержка 30 секунд; принудительное охлаждение подготовленной смеси до температуры, которая приемлема для заквашивания $(38 \pm 2)^\circ\text{C}$; производство инновационного компонента - ферментного комплекса, содержащего подобранный растительный компонент со свойствами пребиотика и комбинации заквасочных культур; процесс постепенного внесения ферментного комплекса и инновационного подсластителя при постоянном перемешивании (до полного и равномерного распространения по всей массе); заквашивание: $(38 \pm 2)^\circ\text{C}$, в течении (9 ± 3) часов; по окончании сквашивания сгусток перемешивают (15-20) минут; охлаждают до температуры $(17 \pm 2)^\circ\text{C}$; оставляют на созревание; разливают и направляют на доохлаждение; созревание в холодильной камере, хранения при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Обсуждение. В результате проведенных экспериментальных исследований по разработке функциональных молочкосодержащих продуктов можно сделать вывод, что данные технологии не противоречат основам конструирования пищевых продуктов. Необходимо отметить, что представленные в работе данные возможно

проработать в различных функциональных направлениях, что не противоречит работам д.т.н., заслуженного работника высшей школы (ВШ) Российской Федерации (РФ) Гавриловой Н.Б. Представленные в литературе данные являются основополагающими в производстве биотехнологических исследований в производстве специализированной, функциональной лечебно-профилактической продукции [4]. Представленные в статье данные являются неотъемлемой частью основных постулатов, но достаточно широко показывают возможные пути расширения ассортиментной линейки продукции в направлении диабетического питания.

Необходимо отметить большое количество литературных данных по работе с пробиотической микрофлорой, а также возможностями ее стимулирования в сторону количественного увеличения [1]. В статье приведены примеры практико-ориентированной технологии с возможностями использования вторичного растительного сырья с определенными пребиотико содержащими элементами.

В литературных данных по производству йогуртов не представлен комплекс используемых компонентов в системе «пробиотик – пребиотик» [3]. Помимо того, что в статье используется достаточно стабильная система на основе поликомпонентных заквасок, она подкрепляется работой пребиотической системой вторичного сырья, являющегося стимулирующим носителем пищевых веществ. Представленный в работе консорциум полезной микрофлоры и предварительно подготовленного растительного сырья можно считать основой производства не только молочных десертов, но и другой продукции на основе ферментных комплексов.

Полученные результаты при внесении ферментированных комплексов на основе пробиотических и пребиотических компонентов не противоречат основным

законам микробиотических исследований известных ученых [2]. Использование в качестве основы микробиологических законов размножения микроорганизмов является достаточной причиной для продолжения исследований, направленных на поиск дополнительно возможных сырьевых потоков, способствующих не только ресурсосбережению, но и в проработке элементарно важных для организма человека элементов, содержащихся в растительном сырье. Необходимо отметить, что внесение исследуемых в работе компонентов являются достаточно перспективным направлением в работе с рядом молочносодержащих продуктов.

Заключение. В результате научно-исследовательской работы была разработана технология молочного десерта с включением ферментированного белково-растительного комплекса на основе вторичного сырья и пробиотического комплекса заквасочных культур, а также инновационного подсластителя «Браззеин». В результате проведенных исследований установлены наиболее приемлемые сырьевые составляющие, позволяющие стимулировать жизнеспособную микрофлору к активной способности образовывать колонии, и, как следствие, придавать готовой продукции пробиотические свойства. Необходимо отметить выбор заквасочных культур, которые были основой пробиотического процесса: «Nu-Trish BB-12» и «Yo-Flex» – и использовались в виде лиофилизированных заквасочных культур. Введение в биотехнологический процесс растительного сырья на основе соевой клетчатки позволило стимулировать рост полезной микро-

флоры более чем на $2,8 \cdot 10^7$ КОЕ/г в готовой продукции при внесении выбранного на стадии эксперимента, процента внесения клетчатки в количестве 1,0% от массы смеси, которое было выбрано оптимально допустимым. При определении потребительских свойств готовой продукции наиболее оптимальной была определена соевая клетчатка, не ухудшающая установленных нормативно-технической документацией показателей: вкус и аромат приятный кисломолочный, присущие йогурту, цвет (от белого до кремового), консистенция однородная, без осадка и хлопьев, с ненарушенным сгустком. Относительно физико-химических показателей готовый продукт обладал массовой долей жира 3,3%; массовой долей белка 3,2%; массовой долей сухих веществ 12,72%; титруемая кислотность (79) °Т; активная кислотность 4,54 ед. рН; микробиологические показатели: количество бифидобактерий в готовом продукте – $2,8 \cdot 10^7$ КОЕ/г, на конец срока годности – $3,8 \cdot 10^8$ КОЕ/г. Для подтверждения диабетических свойств готовой продукции в рецептуру был введен инновационный подсластитель «Браззеин», способствующий уменьшению гликемического индекса продукта на 50% за счет сокращения количественного введения сахара. При разработке технологии молочного десерта предполагалось введение новых видов сырья, которые в процессе производства могут стимулировать различные биохимические процессы. При изучении хранимоспособности, а также процентного сохранения качественных показателей готового продукта были установлены гарантированные сроки годности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bannikova L.I. Selection of lactic acid bacteria and their application in the dairy industry. M.: Food industry; 2013.
2. Bannikova L.A., Koroleva N.S., Semenikhin V.F. Microbiological foundations of dairy production. M.: Agropromizdat; 2007.
3. Barton G. Yogurt production. M.: Food industry; 2011.
4. Gavrilova N.B., Moliboga E.A. Biotechnology of medical, preventive and special nutrition products: textbook. Allowance. Omsk: OmGAU; 2015.
5. Gorlenko V.A., Kutuzova N.M., Pyatunina S.K. Scientific foundations of biotechnology [Electronic resource]: textbook. allowance. Part 1. Nanotechnologies in biology. M.: Prometheus; 2013.
6. Petersen E. Dairy products. M.: Publishing house of foreign literature; 2012.
7. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
8. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
9. GOST 26809-86 Milk and dairy products. Acceptance rules, sampling methods and preparation of samples for analysis. M.: Publishing house of standards. Moscow; 1986.
10. GOST 3624-92 Milk and dairy products. Titrimetric methods for determining acidity. Moscow; 1992.
11. Standartinform R Yoghurts. Potentiometric method for determining the titratable acidity of natural yoghurt. Moscow.
12. GOST 30648.3 Dairy products for baby food, Moscow; 1999.
13. GOST 5867-90 Milk and dairy products Methods for determination of fat. Moscow; 1990.
14. GOST 23327-98 Milk and dairy products. Method for measuring the mass fraction of total nitrogen according to Kjeldahl and determining the mass fraction of protein. Moscow; 1998.
15. GOST 3625-71 Milk and dairy products. Density determination methods. Moscow; 1971.
16. GOST 26754-85 Milk. Temperature measurement met. Moscow; 1985.
17. GOST 10444.11 2013 Food microbiology. Moscow; 2013.
18. GOST 30347-97 Milk and dairy products. Method for determination of *Staphylococcus aureus*. Moscow; 1997.
19. GOST 30519-97 Food products. Method for detection of bacteria of the genus *Salmonella*. Moscow; 1997.
20. GOST 33566-15 Milk and dairy products. Determination of yeasts and molds. Moscow; 2015.
21. GOST 9225-84 Milk and dairy products. Methods of microbiological analysis. Moscow; 1984.
22. Venetsianskiy A.S, Yu. O. Mishina. Technology of production of functional food products: teaching aid. Voronezh: VGU; 2014.

REFERENCES

1. Bannikova L.I. Selection of lactic acid bacteria and their application in the dairy industry. M.: Food industry; 2013.

2. Bannikova L.A., Koroleva N.S., Semenikhin V.F. Microbiological foundations of dairy production. M.: Agropromizdat; 2007.
3. Barton G. Yogurt production. M.: Food industry; 2011.
4. Gavrilova N.B., Moliboga E.A. Biotechnology of medical, preventive and special nutrition products: textbook. Allowance. Omsk: OmGAU; 2015.
5. Gorlenko V.A., Kutuzova N.M., Pyatunina S.K. Scientific foundations of biotechnology [Electronic resource]: textbook. allowance. Part 1. Nanotechnologies in biology. M.: Prometheus; 2013.
6. Petersen E. Dairy products. M.: Publishing house of foreign literature; 2012.
7. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
8. Production of dairy products: quality and efficiency. M.: Federal Center of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2014.
9. GOST 26809-86 Milk and dairy products. Acceptance rules, sampling methods and preparation of samples for analysis. M.: Publishing house of standards. Moscow; 1986.
10. GOST 3624-92 Milk and dairy products. Titrimetric methods for determining acidity. Moscow; 1992.
11. Standartinform R Yoghurts. Potentiometric method for determining the titratable acidity of natural yoghurt. Moscow.
12. GOST 30648.3 Dairy products for baby food, Moscow; 1999.
13. GOST 5867-90 Milk and dairy products Methods for determination of fat. Moscow; 1990.
14. GOST 23327-98 Milk and dairy products. Method for measuring the mass fraction of total nitrogen according to Kjeldahl and determining the mass fraction of protein. Moscow; 1998.
15. GOST 3625-71 Milk and dairy products. Density determination methods. Moscow; 1971.
16. GOST 26754-85 Milk. Temperature measurement met. Moscow; 198(In English)
17. GOST 10444.11 2013 Food microbiology. Moscow; 2013.
18. GOST 30347-97 Milk and dairy products. Method for determination of *Staphylococcus aureus*. Moscow; 1997.
19. GOST 30519-97 Food products. Method for detection of bacteria of the genus *Salmonella*. Moscow; 1997.
20. GOST 33566-15 Milk and dairy products. Determination of yeasts and molds. Moscow; 2015.
21. GOST 9225-84 Milk and dairy products. Methods of microbiological analysis. Moscow; 1984.
22. Venetsianskiy A.S, Yu. O. Mishina. Technology of production of functional food products: teaching aid. Voronezh: VGU; 2014.

Информация об авторах / Information about the authors

Молибога Елена Александровна, доктор технических наук, профессор кафедры «Биотехнология, технология общественного питания и товароведения», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», 644050, Российская Федерация, г. Омск, проспект Мира, 11, e-mail: mea130980@mail.ru

Завгородняя Любовь Михайловна, старший преподаватель кафедры «Биотехнология, технология общественного питания и товароведения», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», 644050, Российская Федерация, г. Омск, проспект Мира, 11, e-mail: lybovi5@yandex.ru

Elena A. Moliboga, Dr Sci. (Eng.), Professor, the Department of Biotechnology, Public Catering Technology and Commodity Science, Omsk State Technical University, 644050, the Russian Federation, Omsk, 11 Mira Avenue, e-mail: mea130980@mail.ru

Lyubov M. Zavgorodnyaya, Senior Lecturer, the Department of Biotechnology, Public Catering Technology and Commodity Science Omsk State Technical University, 644050, the Russian Federation, Omsk, 11 Mira Avenue, e-mail: lybovi5@yandex.ru

Поступила в редакцию 16.05.2024
Поступила после рецензирования 21.06.2024
Принята к публикации 26.06.2024

Received 16.05.2024
Revised 21.06.2024
Accepted 26.06.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-86-93>

УДК 635.751:631.53.01:631.361.02



Экспериментальная модель раздавливания семени кориандра

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

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

Аннотация. Измельчения семян – одна из основных технологических операций [1] процесса получения эфирного и жирного масел, от которой зависят его выход и качество [2]. Совершенствование процесса подготовки к экстракции семян кориандра селективной криодезинтеграцией и создание технологических линий различной производительности имеет существенное значение и актуальность, поскольку современные способы и средства криодезинтеграции семян кориандра требуют исследования и совершенствования. Процесс измельчения семян разделяется на три фазы [3]: упругая деформация, которая протекает с начала действия приложенной силы на измельчаемый материал до достижения предела упругости и сопровождается уплотнением и сжатием структурных агрегатов семян; пластическая деформация наступает с момента начала сдвига отдельных элементов материала относительно друг друга и характеризуется относительным смещением структурных агрегатов ядрасемян, в результате чего материал уплотняется и плющится; разрушение материала с образованием свободной поверхности частиц. Теоретическому обоснованию подлежит основной параметр процесса криодезинтеграции семян кориандра – нормальное давление, приводящее к деформации, при которой давление на семена превышает их предел прочности, но отсутствует появление масла на поверхности раскрытых семян. Это предотвращает потери масла и загрязнения рабочих органов, особенно эфирными маслами. Мониторинг теоретических исследований процесса измельчения позволяет говорить о необходимости развития математического описания данного процесса.

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

Для цитирования: Стерехова Н.В., Гонежук С.Ю., Меретуков З.А., Щербаков М.В. Экспериментальная модель раздавливания семени кориандра. *Новые технологии / New technologies*. 2024; 20(3):86-93. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-86-93>

Experimental model of crushing coriander seeds

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

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

Abstract Seed crushing is one of the main technological operations [1] in the process of obtaining essential and fatty oils, on which their yield and quality depend [2]. Improving the process of preparation for the extraction of coriander seeds by selective cryodesintegration and creating technological lines of various productivity is of significant importance and relevance. However, modern methods and means of cryodesintegration of coriander seeds require research and improvement. The process of seed grinding is divided into three phases [3]: elastic deformation, which occurs from the beginning of the action of the applied force on the material being ground until the elastic limit is reached and is accompanied by compaction and compression of the structural aggregates of the seeds; plastic deformation, which occurs from the moment of the beginning of the shift of individual elements of the material relative to each other and is characterized by the relative displacement of the structural aggregates of the seed kernel, as a result of which the material is compacted and flattened; destruction of the material with the formation of a free surface of particles. The main parameter of the process of cryodesintegration of coriander seeds is subject to theoretical justification - normal pressure, leading to deformation, where the pressure on the seeds exceeds their tensile strength, but there is no appearance of oil on the surface of the opened seeds. This prevents oil loss and contamination of the working parts, especially with essential oils. Monitoring theoretical studies of the grinding process allows us to talk about the need to develop a mathematical description of this process.

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

For citation: Sterekhova N.V., Gonezhuk S.Y., Meretukov Z.A., Sherbakov M.V. Experimental model of crushing coriander seeds. *Novye Tehnologii / New technologies*. 2024;20(3):86-93. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-86-93>

Введение. Анализируя теоретические исследования процесса измельчения семян масличных культур перед извлечением эфирного и жирного масел [4], стоит отметить, что известные исследования направлены на определение давления, необходимого для измельчения семян. Однако отсутствуют математические исследования раздавливания семян эфиромасличных культур. Эти исследования в дальнейшем позволят определить режимы работы машины для криодезинтеграции семян кориандра перед извлечением эфирного и жирного масел, тем самым обеспечивая максимальный выход масла при оптимальных энергозатратах. В частности, позволяет установить необходимый зазор, при котором происходит криодезинтеграция семян, но отсутствует появление жирного масла на их поверхности. Поэтому, возникает необходимость установить математическую модель криодезинтеграции эфиромасличных семян кориандра, а

именно зависимости деформации и максимального давления в плоскости контакта от силы сжатия семян.

Объект и методы исследования. Для анализа взаимозависимостей этих параметров была рассмотрена модель распределения давления между семенем кориандра и двумя стальными пластинами, нижняя из которых неподвижна, а на верхнюю, подвижную, действует сдвигающая сила. Реализация такого нагружения была смоделирована экспериментально на анализаторе текстуры структурометре СТ-2, который позволяет в автоматическом режиме регулировать скорость движения индентора (верхняя пластина) и скорость нагружения семени кориандра. Ход анализа в этом случае, с построением соответствующих графиков, отображается в режиме реального времени на персональном компьютере, при этом имеется возможность всесторонней обработки получаемых результатов. В этом случае, согласно

теории Герца [5], на плоскости контакта образованной плоскостью пластины (принимавшейся как полубесконечное тело) и деформируемой сферы возникает давление, которое вызывает перемещение в точках контактной площадки в зависимости от свойств материала семени, характеризующегося следующими параметрами: (ν) – коэффициентом Пуассона семени кориандра, м/м; (E) – модулем упругости Юнга семени кориандра при сжатии, Па. В этом случае сближение (α) соприкасающихся сферического тела (семя кориандра) и плоскости (индентора на анализаторе текстуры структурометре СТ-2) определяется следующей [6] расчетной формулой (м):

$$\alpha = 0.8255 \cdot \sqrt[3]{\frac{P^2}{R_k} \cdot \left(\frac{1-\nu^2}{E} + \frac{1-\nu_{инд}^2}{E_{инд}} \right)^2}; \quad (1)$$

где P – сила сжатия индентора анализатора текстуры структурометра СТ-2, Н; R_k – радиус семени кориандра, м, α – сближение, м; ν – коэффициент Пуассона индентора, м/м; $E_{инд}$ – модуль упругости Юнга индентора при сжатии Па. С учетом того, что материал индентора практически на деформируется по сравнению с материалом семени кориандра ($E \ll E_{инд}$), формула (1) может быть преобразована к более простому виду:

$$\alpha = 0.8255 \cdot \sqrt[3]{\frac{P^2}{R_k} \cdot \frac{(1-\nu^2)^2}{E^2}}; \quad (2)$$

Из уравнения (2) выразим в явном виде квадрат модуля упругости Юнга семени кориандра при сжатии:

$$E^2 = \frac{0.5625 \cdot P^2 \cdot (1-\nu^2)^2}{R_k \cdot \alpha^3}; \quad (3)$$

Из (3) следует, что квадрат модуля упругости Юнга семени кориандра при сжатии при условии упругой деформации, которая протекает с начала действия приложенной силы на измельчаемый материал до достижения предела упругости и сопровождается уплотнением и сжатием структурных агрегатов семян, пропорционален параметру коэффициента Пуассона:

$$E^2 = \frac{0.5625 \cdot P^2}{R_k \cdot \alpha^3} \cdot b_\nu; \quad (4)$$

где $b_\nu = (1 - \nu^2)^2$ – коэффициент пропорциональности, определяемый на прямолинейном участке графика упругой деформации и представляющей собой коэффициент наклона точек деформации семени кориандра этого графика в координатах $\{(0.5625 \cdot P^2) / (R \cdot \alpha^3) - \alpha\}$.

Результаты исследования и их обсуждение. Рассмотрим экспериментальные данные, обработанные с учетом вышеизложенного, для определения модуля упругости Юнга семени кориандра при сжатии на структурометре СТ-2 (Таблица 1). Представленные в таблице данные сгруппированы по участкам фаз деформации при сжатии семени кориандра на структурометре СТ 2. Экспериментальные точки упругой деформации отмечены на графике (Рис.) символом ($\circ$), а экспериментальные точки пластической деформации символом (Δ). Как видно из представленных данных (Таблица 1) и (Рис.), построение деформационных зависимостей в осях $\{(0.5625 \cdot P^2) / (R \cdot \alpha^3) - \alpha\}$ позволяет надежно классифицировать фазы деформации семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2.

Для определения (E) – модуля упругости Юнга семени кориандра при сжатии используем коэффициент пропорциональности $b_\nu = (1 - \nu^2)^2$, определяемый на прямолинейном участке графика упругой деформации. В этом случае модуль упругости Юнга семени кориандра может быть рассчитан по точкам прямой линии упругой деформации по следующей формуле:

$$E = \sqrt{\frac{\frac{0.5625 \cdot (3.835 \text{ Н})^2}{R} - \frac{0.5625 \cdot (1.682 \text{ Н})^2}{R}}{0.00038 \text{ м} - 0.00015 \text{ м}}} = 9.3 \text{ МПа}; \quad (5)$$

Определив значение модуля упругости Юнга семени кориандра по формуле (5) и подставив полученное значение в уравнение (2), можно рассчитать коэффициент Пуассона семени кориандра, выразив в яв-

ном виде параметр (ν). Как видно из (2), решению данного уравнения будет соответствовать четыре корня, которые дают полный перечень значений, удовлетворяющих этому уравнению. Для рассмотренного экспериментального материала значения этого множества корней соответственно дают следующие величины: $\nu \equiv \{(1.241); (-1.241); (-0.678); (0.678)\}$. Так как коэффициент Пуассона характеризует отношение поперечной деформации к продольной и является одной из упругих констант материала из вышеперечисленных корней, удовлетворяющих решению данного уравнения (2), относительно параметра (ν), единственным корнем, имеющим

физический смысл, является последний, определяемый по формуле:

$$\nu = \sqrt{2.223 \times 10^{-10} \frac{4.5 \times 10^9 \cdot P_0 - 6 \times 10^9 \cdot E \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{\alpha_0^3}}{P_0}} = 0.678; \quad (6)$$

где $P_0 = 1.168$ Н – начальное значение силы сжатия индентора анализатора текстуры структурометра СТ-2; $\alpha_0 = 0.00015$ – начальное сближение индентора м. Учитывая значительные порядки множителей, входящих в формулу (6), более удобно использовать приближенную формулу:

$$\nu = 0.879 \cdot \sqrt{\frac{P_0 - E \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{\alpha_0^3}}{P_0}} = 0.678; \quad (7)$$

Таблица 1. Экспериментальные данные процесса измельчения семени кориандра при сжатии на структурометре СТ 2 (радиус семени $R \approx 1.5$ мм)

Table 1. Experimental data on the process of grinding coriander seeds under compression on the CT 2 structure meter (seed radius is $R \approx 1.5$ mm)

α	P	$(0.5625 \cdot P^2) / (R \cdot \alpha^3)$		Фазы деформации
0,00015	1,68184	290,45		упругая деформация $\circ$
0,00038	3,83538	98,19		
0,00063	6,12131		56,737	пластическая деформация Δ
0,00091	7,62761		28,859	
0,00119	4,8337		5,148	
0,00144	2,78313		0,975	разрушение материала
0,00168	2,52129		0,500	
0,00197	9,95963		4,888	
0,00205	12,7839		7,114	
м	Н	МПа ²		размерности

Таким образом последовательное использование формул (5) и (7) позволяет надежно определять как коэффициент Пуассона, так и модуль упругости Юнга семени кориандра. Для проверки полученных значений коэффициента Пуассона и модуль упругости Юнга семени кориандра используем формулу (2) с найденными значениями:

$$\alpha = 0.8255 \cdot \sqrt[3]{\frac{(1.682 \text{ Н})^2}{0.0015 \text{ м}} \cdot \frac{(1-0.168^2)^2}{(9.3 \text{ МПа})^2}} = 0,00015 \text{ м.} \quad (8)$$

Из (8) следует, что найденное значение сближения индентора на участке упругой деформации практически описывается уравнением (2) с использованием найденных параметров коэффициента Пуассона, равного 0.168 м/м, и модуля упругости Юнга, равного 9.3 МПа. Полученные значения имеют порядок величин, близких к аналогичным исследованиям при определении коэффициента Пуассона и модуля Юнга внешней плодовой оболочки зерна кукурузы [7]. В работах [8] и [9], связанных

с технологией измельчения и обрушивания, был определен модуль упругости Юнга семян подсолнечника, и величина этого параметра также близка к найденным в данной работе значениям. Экспериментально определенные [10] значения модуля упругости и предела прочности зерна сои по сортам при влажности 6,5% изменяются от 12 МПа до 28 МПа, и с увеличением влажности уменьшается в 1,5...2 раза. Эти

литературные данные показывают, что как коэффициент Пуассона, так и модуль упругости Юнга семени кориандра, определенные в данной работе, могут быть использованы для расчета силового воздействия и определения зависимости между прочностью семян кориандра и действующими на него усилиями и возникающими в нем деформациями в процессах селективной дезинтеграции.

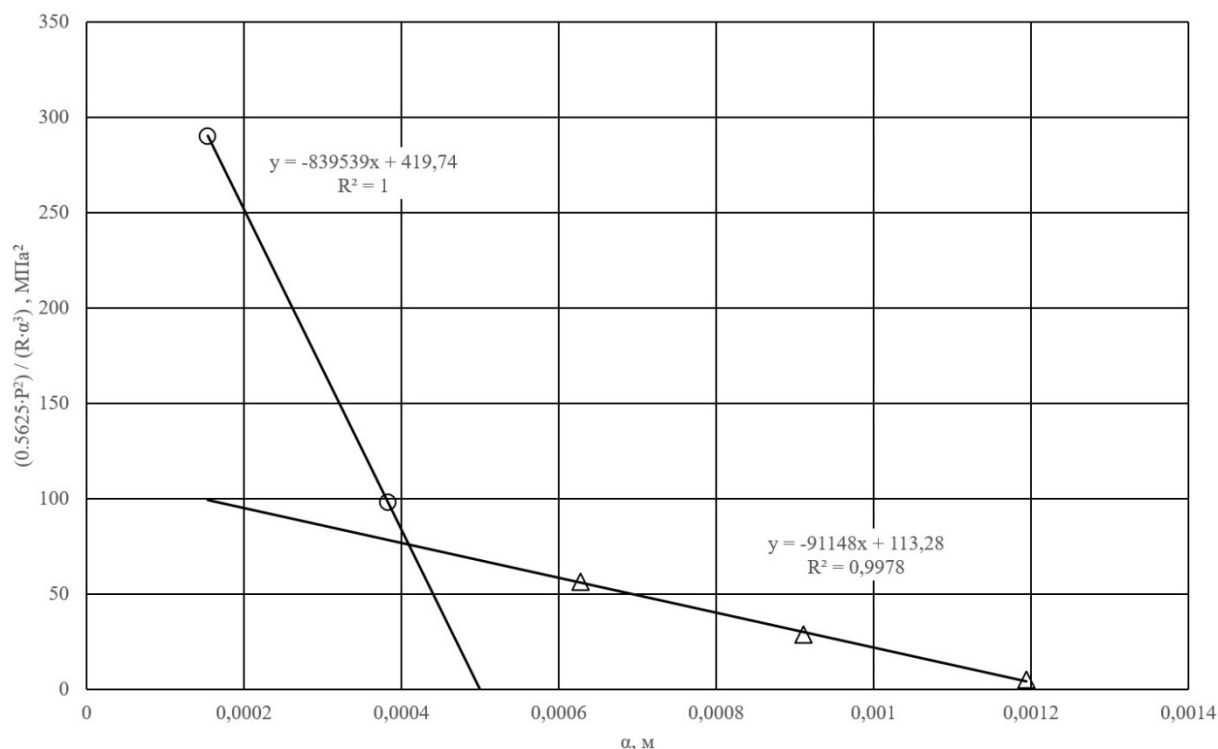


Рис. 1. Фазы деформации при сжатии семени кориандра на структурометре СТ 2
Fig. 1. Deformation phases during compression of coriander seed on the ST 2 structurometer

Выводы.

1. Для более полного прикладного применения контактной задачи теории упругости Г. Герца при моделировании процессов селективной дезинтеграции кориандра необходимо знание коэффициента Пуассона и модуля Юнга семян кориандра.
2. Коэффициент Пуассона в среднем составляет 0,678 для упругой деформации участка сдавливания кориандра.

3. Модуль Юнга для упругой деформации участка сдавливания кориандра равен 9,3 МПа.

4. Полученные численные значения данных механико-технологических характеристик могут быть использованы при моделировании деформационных процессов, регламентирующих скоростные режимы селективной дезинтеграции семенной массы кориандра.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаззо А.А., Гюлушанян А.П., Мхитарьянц Л.А. Современное состояние техники и технологии переработки семян подсолнечника современной селекции. Новые технологии. 2011; 4: 110-114.
2. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. Машины и аппараты пищевых производств: в 2-х кн. Кн. 1: учебник для вузов / под ред. акад В.А. Панфилова. М.: Высш. шк.; 2001.
3. Хусид С.Д. Измельчение зерна (теоретические основы и практика) –М.: Хлебоиздат. 1958. 450 с.: ил.
4. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки: конструкция и расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение; 1990.
5. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости / пер. с англ. М.: Наука; 1975.
6. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Наук. Думка; 1988.
7. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф. и др. Определение коэффициента Пуассона и модуля Юнга внешней плодовой оболочки зерна кукурузы. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2022; 16(3): 20-26.
8. Лобанов В.Г., Шаззо А.Ю. Прогнозирование изменения технологического качества семян подсолнечника в процессе обрушивания и измельчения. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1999; 2/3(249/250): 62-65.
9. Мякинков А.Г. Прогнозирование изменения технологического качества семян подсолнечника в процессе обрушивания и измельчения. Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2000; 3: 1105.
10. Присяжная И.М., Присяжная С.П. Моделирование процесса силового воздействия рабочих органов молотильных устройств комбайна на зерно сои. Агронаука. 2023; 1(2): 134-142. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-134-142>.

REFERENCES

1. Shazzo A.A., Gyulushanyan A.P., Mkhitaryants L.A. Current state of technology and equipment for processing sunflower seeds of modern selection. New technologies. 2011; 4: 110-114. (In Russ.).
2. Antipov S.T., Kretov I.T., Ostrikov A.N. et al. Machines and equipment for food production. In 2 books. Book 1: textbook for universities. M.: Higher. School; 2001. (In Russ.).
3. Khusid S.D. Grinding grain (theoretical foundations and practice). M.: Bread Publishing House; 1958 (In Russ.).
4. Klushantsev B.V., Kosarev A.I., Muizemnek Yu.A. Crushers: design and calculation, operating features. Mechanical Engineering, Moscow; 1990. (In Russ.).
5. Timoshenko S.P., Goodyer J. Theory of elasticity. translated from English, Main editorial board of physical and mathematical literature of the Nauka publishing house; 1975. (In Russ.).
6. Pisarenko G.S., Yakovlev A.P., Matveyev V.V. Handbook of strength of materials. 2nd ed., revised and add. Kiev: Nauk. Dumka; 1988. (In Russ.).

7. Pastukhov A.G., Bakharev D.N., Volvak S.F., Dobritsky A.A. Determination of Poisson's ratio and Young's modulus of the outer fruit shell of corn grain. *Agricultural machinery and technology*. 2022; 16(3): 20-26. (In Russ.).
8. Lobanov V.G., Shazzo A.Yu. Forecasting changes in the technological quality of sunflower seeds in the process of hulling and grinding. *News of higher educational institutions. Food technology*. 1999; 2/3(249/250): 62-65. (In Russ.).
9. Myakinkov A.G. Forecasting changes in the technological quality of sunflower seeds in the process of hulling and grinding. *Food and processing industry. Abstract journal*. 2000; 3: 1105. (In Russ.).
10. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P. Modeling the process of force action of the working bodies of the combine threshing devices on soybean grain. *Agroscience*. 2023; 1(2): 134-142. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2023-1-2-134-142>. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Стерехова Надежда Валентиновна, аспирант, старший преподаватель кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, e-mail: nadia1982m@mail.ru

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

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

Щербаков Михаил Васильевич, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191

Nadezhda V. Sterekhova, Postgraduate student, Senior lecturer, the Department of Construction and General Professional Disciplines, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., e-mail: nadia1982m@mail.ru

Susana Y. Gonezhuk, Postgraduate student, Senior lecturer, the Department of Construction and General Professional Disciplines, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., e-mail: gonezhuk.79@mail.ru

Zaur A. Meretukov, Dr Sci. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Construction and General Professional Disciplines, Maikop State Technological University;

385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., e-mail: zaur-meretukov@yandex.ru

Mikhail V. Sherbakov, Postgraduate student, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St.

Заявленный вклад авторов

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

Claimed contribution of 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 02.07.2024

Поступила после рецензирования 31.07.2024

Принята к публикации 05.08.2024

Received 02.07.2024

Revised 31.07.2024

Accepted 05.08.2024



Биохимическая характеристика некоторых сортов персика и нектарина, произрастающих в условиях Сочи

Ю.С. Абиьфазова✉

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»; г. Сочи, Российская Федерация

✉Citrus_Sochi@mail.ru

Аннотация. Показана биохимическая характеристика и особенности наиболее перспективных сортов из представленных для исследований косточковых культур (персик, нектарин). Биохимические анализы плодов персика и нектарина, возделываемых во влажных субтропиках России, проведены в 2019-2020 гг. на базе Субтропического научного центра РАН в лаборатории физиологии и биохимии растений. Для биохимических анализов использованы сорта: Ранняя заря, Лариса (контроль), Осенний румянец, Антон Чехов, Биг Топ, Нектарин Склор. Содержание биологически ценных веществ в плодах косточковых, обуславливающих не только их вкусовые особенности, но также питательное и лечебно-профилактическое воздействие, является критерием высоких товарных качеств продукции. Именно поэтому перед нами стоит задача, которая заключается в оценке химического состава плодов персика и нектаринов, что напрямую зависит от погодноклиматических условий, сортовых особенностей, места произрастания и т.д. Известно, что в мякоти плодов персика и нектаринов содержится большое количество сахаров, органических кислот (в основном – яблочной), витаминов, ферментов, макро и микроэлементов. В оценке вкусовых качеств плодов персика и нектаринов большое значение имеет содержание сахаров, кислот и витамина С (или аскорбиновой кислоты), который выполняет роль антиоксиданта. Биохимическими анализами плодов персика и нектаринов установлено максимальное содержание сахара (10,16%) у сорта Лариса (конт.) среднепозднего срока созревания, минимальное – у сорта Ранняя заря раннего срока созревания, что значительно ниже (в 1,3) раза в сравнении с контролем. Отмечено высокое содержание витамина С в плодах сорта Лариса (до 16,56 мг%), что существенно (на 2,60-5,19 мг%) превышает другие исследуемые сорта. Перспективные сорта Лариса и Антон Чехов отличились сбалансированным вкусом плодов и устойчивостью к абиотическим факторам среды Черноморского побережья России.

Ключевые слова: персик, нектарин, сорта, влажные субтропики, засуха, химический состав, качество плодов, антиоксиданты

Благодарность: Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СНЦ РАН № 0492-2021-0008 «Создание, изучение и сохранение генофонда коллекции субтропических и декоративных культур»

Для цитирования: Абиьфазова Ю.С. Биохимическая характеристика некоторых сортов персика и нектарина, произрастающих в условиях Сочи. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(2):94-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-94-102>

Biochemical characteristics of some varieties of peach and nectarine grown in Sochi

Yu.S. Abilfazova✉

*Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;
Sochi, the Russian Federation
✉Citrus_Sochi@mail.ru*

Abstract Biochemical characteristics and features of the most promising varieties of stone fruit crops (peach, nectarine) submitted for research have been shown. Biochemical analyzes of peach and nectarine fruits grown in the humid subtropics of Russia were carried out in 2019-2020 at the Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences in the Laboratory of Plant physiology and Biochemistry. The following varieties were used for biochemical analyzes: Rannyaya zarya, Larisa (control one), Osenniy rymyanets, Anton Chekhov, Big Top, Nectarine Sklor. The content of biologically valuable substances in stone fruits, which determine not only their taste characteristics, but also their nutritional and therapeutic and prophylactic effects, is a criterion for high commercial quality of products. That is why we are faced with the task of assessing the chemical composition of peaches and nectarines, which directly depends on weather and climate conditions, varietal characteristics, place of growth, etc. It is known that the pulp of peaches and nectarines contains a large amount of sugars, organic acids (mainly malic), vitamins, enzymes, macro- and microelements. In assessing the taste qualities of peaches and nectarines, the content of sugars, acids and vitamin C (or ascorbic acid), which acts as an antioxidant, is of great importance. Biochemical analysis of peach and nectarine fruits revealed the maximum sugar content - 10.16% in the Larisa variety (control one) of mid-late ripening period, the minimum in the Rannyaya Zarya variety of early ripening period, which is significantly lower by 1.3 times compared to the control one. High vitamin C content in the Larisa variety fruits was noted - up to 16.56 mg%, which is significantly higher than other studied varieties by 2.60-5.19 mg%. Promising varieties Larisa and Anton Chekhov were distinguished by a balanced taste of fruits and resistance to abiotic factors of the environment of the Black Sea coast of Russia.

Keywords: peach, nectarine, varieties, humid subtropics, drought, chemical composition, fruit quality, antioxidants

Acknowledgements: The publication was prepared within the framework of the implementation of the State Task Force of the Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences No. 0492-2021-0008 "Creation, study and preservation of the gene pool of the collection of subtropical and ornamental crops"

For citation: Abilfazova Yu.S. Biochemical characteristics of some varieties of peach and nectarine grown in Sochi. *Novye Tehnologii // New technologies*. 2024; 20 (2):94-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-94-102>

Введение. Из возделываемых в субтропической зоне Краснодарского края косточковых плодовых культур особое место занимает *Persica vulgaris* (Mill.). Персик является многолетним листопадным растением из подсемейства миндальных (Amygdalaceae), относится к семейству розоцветных (Rosaceae Juss) (2n=16). Физиолого-биохимические показатели дают

возможность продолжительное время (с середины июня по сентябрь) обеспечивать и наслаждаться не только населению Черноморского побережья, но и гостям города-курорта Сочи свежими качественными плодами с большим количеством полезных питательных и биологически активных веществ (витамины А, Е, С, макро- и микроэлементы, ферменты, флавоноиды),

которые делают эту культуру востребованной для населения и ценным сырьем для переработки [1]. Обычно плоды персика и нектаринов различают по форме: округлые, яйцевидные, плоские, плоскоокруглые; по опушенности: опушенные или голые (нектарины); по окраске: от оранжево-жёлтой до белой. Дерево может достигать 7-8 м, диаметр ствола до 30 см. Крона бывает ширококораскидистая или обратно-пирамидальная, что зависит от сорта. Сказочное цветение с розовидными или колокольчатыми цветами, продолжается до 15-20 дней. Декоративные сорта персика с махровыми цветками оригинальной формы и окраски, которых в основном используют для озеленения, очень нестойкие к болезням и грибным заболеваниям. Листья у персика бывают разной формы: ланцетовидные, узколанцетовидные, а у нектарина по краям листья пильчатые. Плохой уход за насаждениями (отсутствие защиты растений), сильная засуха, повторяющаяся ежегодно приводят к скручиванию листьев из-за недостатка влаги [16].

Культура персика хоть и является теплолюбивой, но вместе с тем может выдерживать морозы до 22-25 °С. При возделывании растений персика следует учитывать его требовательность к условиям произрастания. Земля должна быть плодородной, рыхлой, с хорошей дренажной системой и нейтральной pH 7,0-7,5. Возделыванием культуры персика занимаются почти вся Европа, Азия, Америка, Африка, республики бывшего Советского Союза, Краснодарской край, Крым, Северо-Кавказские регионы и др. [2].

Существующий сортимент персика и нектаринов в ФИЦ СНИЦ РАН достаточно большой, но среди них мало раннеспелых и позднеспелых генотипов, которые продлили бы сроки обеспечения населения г. Сочи и отдыхающих плодами персика и нектаринов до сентября-октября [3]. Высокая экономическая эффективность и

продуктивность персика и нектаринов определяют необходимость создания новых сортов, организации их промышленных насаждений и культивирования в любительских садах. Поэтому в нашем Центре обновляется и пополняется существующий сортимент новыми сортами отечественной и зарубежной селекции с высокой продуктивностью, хорошим химическим составом плодов и засухоустойчивостью культур к дестабилизации погодно-климатических условий влажных субтропиков России [4].

Большое количество тепла, которое характерно для г. Сочи, должно обеспечивать высокие вкусовые качества персикам и нектарином, произрастающим в субтропической зоне России. Но за годы исследований установлено, что под влиянием погодно-климатических условий влажных субтропиков, особенно в вегетационный период и период созревания плодов персика и нектаринов, происходят следующие изменения: при дождливой и прохладной погоде в плодах накапливается незначительное количество сухих веществ, а, соответственно, и сахаров, но при этом повышается их кислотность, обратное явление происходит лишь в жаркое летнее время. Необходимо отметить, что химический состав зависит не только от метеорологических условий, но и от места произрастания, сорта, массы плодов и их расположения на дереве.

Культура персика во влажных субтропиках обладает достаточным потенциалом устойчивости, и, конечно же, не без почвенно-климатических условий и сортовой особенности исследуемых растений. В субтропической зоне России не редки нарушения водно-термического режима, которые сопровождаются поздними весенними заморозками и выпадающими в большом количестве осадками ливневого характера, которые при высоком испарении приводят к засухе, и, самое главное, эти

неблагоприятные факторы отражаются на выживании и созревании плодов персика и нектаринов. Ежегодно повторяющаяся прохладная с возвратными заморозками и дождливая погода весной, а летом - засуха приводят к снижению качества плодов, изменению его химического состава и продуктивности [18,5].

Дана краткая характеристика некоторых интродуцированных и наилучших сортов растений *Persica vulgaris* (Mill.) и *Nectarine*, произрастающих в условиях Сочи для импортозамещения [17].

Сорт Ранняя заря (*Rannyya zarya*) - дерево среднерослое, с округлой кроной. Листья удлинённо-ланцетовидные. Цветки мелкие колокольчатые. Плоды массой до 130г, иногда сжатые с боков. Кожица плотная, волокнистая, но легко снимется с плода. Мякоть плотная, не отделяется от косточки. Плоды раннего срока созревания (первая декада июля). Хорошая транспортабельность. Урожайность регулярная до 80 ц/га. Дегустационная оценка составила 3,5 балла.

Сорт Лариса (*Larisa*) - дерево среднерослое с шаровидной кроной, среднепозднего срока созревания. Сорт выделен в ФГБНУ ВНИИЦиСК (г. Сочи) в 2010 году. Листья удлинённые, ланцетовидные. Цветки колокольчатые, мелкие. Плоды массой до 140 -160г. Плод оранжево-желтого цвета. Мякоть сочная, кисло-сладкого вкуса, оранжево-желтая. Косточка плохо отделяется от мякоти. Урожайность высокая 65-120 ц/га. Дегустационная оценка 4,8 балла. Высокая транспортабельность.

Осенний румянец (*Osenniy rumyanets*) - дерево среднего размера с шаровидной кроной, позднего срока созревания, универсального назначения. Листья узкие, ланцетовидные, длиннозаостренные. Край листа городчатый, ровный. Плодовая ветка с антоциановой окраской, цветки розовидные. Кожица грубая, хрящеватая. Плоды имеют кремовый оттенок,

крупные, массой 150-200 г, кисло-сладкого вкуса. Косточка крупная и не отделяется от мякоти. Вкус сладко-кислый с пряностью. Дегустационная оценка - 4,7 балла. Урожай и транспортабельность высокая.

Сорт Антон Чехов (*Anton Chekhov*) - дерево среднерослое с густо раскидистой кроной И.М.Рядовым. Цветки розовидные. Листья ниже среднего и среднего размеров, широколанцетовидной формы. Плоды массой от 100 до 160г. Кожица довольно плотная. Мякоть белая, сочная. Является столовым сортом. Созревает в первой декаде августа. Органолептическая оценка - 4,4 балла.

Биг-Топ (*Big Top*) - нектарин американского происхождения, раннего срока созревания, сильнорослый, слабораскидистый. Листья темные, цветки крупные розовые. Плоды крупные до 150 г и более. Окраска мякоти желтая, сочная, твердая. Косточка плохо отделяется от мякоти. Урожайность невысокая. Транспортабельность средняя из-за высокой влажности воздуха в период созревания плодов, они лопаются и загнивают на деревьях.

Нектарин Склор (*Nektarin Sklor*) - среднерослое дерево (Украина) с округлой кроной. Цветки розовидные. Плоды массой до 100-110 г. Кожица зеленовато-желтая, без опушения. Окраска мякоти желтая, волокнистая. Имеет кисло-сладкий вкус. Косточка очень крупная и хорошо отделяется. Сорт относится к позднему сроку созревания, относительно устойчив к болезням. При дегустации данный сорт получил оценку 4,0 балла. Урожайность высокая. Транспортабельность хорошая.

Методы и объекты исследований. Сортоизучение коллекции персика и нектарина проводится в открытом грунте в полевых условиях на базе ФИЦ ШЦ РАН в опытно-технологическом отделе сектора плодовых культур в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных

культур (1999) [6]. Опытный участок составляет 0,5 га, площадь питания 5 x 2 м, посадка 2011 г. Растения находятся над уровнем моря на высоте до 70 м с V-образной кроной. Биохимические анализы проводились в лаборатории физиологии и биохимии растений классическими методами. Почвы бурые лесные, с глубиной до 68-70 см. Гумус составляет 1,39 - 2,95 %, pH = 6,49 – 7,86. Агротехника общепринятая для выращивания культуры персика и нектарина в условиях Черноморского побережья России. Для выявления наиболее устойчивых сортов персика к дестабилизации погодно-климатических условий влажных субтропиков, а также знойной жары летом, с июня по конец августа, отбирались однородно зрелые плоды для исследования. В коммерческих целях проводились биохимические анализы на содержание незаменимых экстрактивных веществ в плодах сортов персика и нектаринов: Ранняя заря (*Rannyya zarya*) раннего срока созревания, Лариса (*Larisa*) средне-позднего срока созревания, Осенний румянец (*Osenniy rumyanets*) позднего срока созревания, Антон Чехов (*Anton Chekhov*) позднего срока созревания, Биг-Топ (*Big Top*) раннего срока созревания, Нектарин Склор (*Nektarin Sklor*) позднего срока созревания.

Химический состав определялся в лаборатории физиологии и биохимии растений следующими методами: количественное содержание сахара по Бертрону, где происходит реакция окисления сахаров медно-щелочным раствором; общая кислотность – титрованием с 0,1 моль/дм³ NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина; содержание аскорбиновой кислоты – йодометрическим методом с 2 % HCl и титрованием – 0,001 N раствором KIO₃; сухое вещество – методом высушивания до постоянного веса. Повторность лабораторных анализов 3-кратная [7,8]. Оценку плодов осуществляли в

соответствии с методикой Госсортоиспытания [9].

Статистическая обработка результатов – методом дисперсионного анализа по Доспехову, с применением математического пакета программ Excel XP.

Результаты исследований. Персик, как и все другие плодовые культуры, не имеет территориальных ограничений, выращиванием персика занимаются повсеместно и, самое интересное, что с каждым годом интерес к этому растению всё больше растёт независимо от региона (южный или сибирский). Поэтому, внедряя современную систему выращивания, закладываются новые перспективные сорта с учетом совершенствовании агротехники и погодно-климатических условий влажных субтропиков [10].

На сегодняшний день актуальность наших исследований заключается в биохимических исследованиях тех или иных плодов растений, содержащих экстрактивные вещества, необходимые организму человека: витамины, сахара, кислоты, полифенолы, микро и макроэлементы, ферменты и т.д. [14, 17].

Качество плодов имеет важное значение в хозяйственной оценке сорта: величина, внешний вид, вкус, химический состав и другие признаки. Косточковые культуры, как известно, содержат незаменимые витамины, среди которых значимым является витамин С, или аскорбиновая кислота, которая считается стимулятором формирования плодов, проявляя свои антиоксидантные свойства, тем самым защищая растение от пагубного окислительного воздействия свободных радикалов [11,12,15]. Плоды персика и нектаринов являются природными источниками витамина С. Обычно содержание этого нутриента в плодах персика и нектаринов быстро увеличивается в незрелых плодах, но, достигая полной зрелости, он понижается. Так, полученные результаты свидетельствуют о том, что

содержание аскорбиновой кислоты в плодах персика и нектаринов неустойчивое, зависящее от сортовых особенностей, возрастных изменений и сложившихся погодно-климатических условий в годы исследований. Как видно из таблицы, содержание аскорбиновой кислоты в плодах персика и нектаринов в среднем составляло 11,37 – 13,90 мг%. Высокое содержание витамина С установлено в плодах персика сорта Лариса 16,56 мг% (табл. 1) при НСР ($P \leq 0,05$) = 2,02, тогда как сорта Ранняя заря, Антон Чехов, Осенний румянец и сорта нектаринов Биг Топ, Нектарин Склор отличались существенным снижением содержанием на 2,60-5,19 мг% указанного витамина в сравнении с контролем, что связано с сортовыми особенностями, жаркой температурой воздуха, агротехникой, водным режимом воздушной и почвенной влаги на юге России.

В процессах обмена веществ важную роль играют органические кислоты. В настоящее время в плодах персика и нектаринов обнаружено много кислот, где в большинстве своем преобладает яблочная, затем винная, лимонная, янтарная, которые играют важную роль в определении вкусовых качеств и аромата плодов. Указанные кислоты придают плодам специфический вкус, а также способствуют их лучшему усвоению.

Давая характеристику органическим кислотам, подчеркивается их важнейшая роль как вкусовых качеств. Чтобы дать оценку вкусовым качествам плодов персика и нектаринов, используют титруемую кислотность, которая является показателем содержания органических кислот. Полученные показатели свидетельствуют о том, что общая титруемая кислотность плодов персика и нектаринов в среднем достигала 0,95 – 1,06 %. По результатам данных сортов существенных различий не обнаружено (НСР ($P \leq 0,05$)) = 0,17).

Кроме того, в оценке вкусовых качеств косточковых культур большое значение имеет общее содержание сахаров. Говоря о содержании сахаров в мякоти персика и нектаринов, следует отметить, что плоды среднего и позднего сроков созревания, у которых косточка не отделяется от мякоти, обладают большей сахаристостью, чем сорта с легко отделяющейся косточкой тех же сроков созревания [13]. Выявлено, что количественное содержание общего сахара в плодах персика и нектаринов составило в среднем 7,56 (сорт Ранняя заря раннего срока созревания) - 8,81% (Антон Чехов среднего срока созревания). Максимальное содержание сахара было установлено у сорта Лариса (10,16 %), минимальное - у сорта Ранняя заря, что достоверно ниже в 1,3 раза в сравнении с контролем (при (НСР ($P \leq 0,05$)) = 1,08).

Содержание сухих веществ отвечает не только за вкусовые качества продукции, но и за пищевую ценность, лёжкость и транспортабельность плодов. Результатами наших исследований выявлено, что наибольшее количество сухих веществ было накоплено плодами персика сорта Лариса (15,78 %), а также плодами нектаринов Биг Топ и Нектарин Склор - 16,38 – 18,01 %, соответственно. Значительно меньшими показателями отличились сорта Ранняя заря, Антон Чехов и Осенний румянец, что существенно ниже в 1,3 – 1,4 раза по отношению к контрольному варианту и другим испытываемым сортам (при НСР ($P \leq 0,05$)) = 3,03).

Одним из важных качественных показателей плодов персика, представляющих интерес для потребителя, является их вкус, который во многом определяется сахарокислотным коэффициентом (СКК). Полученными данными установлена величина сахарокислотного коэффициента по опыту в среднем от 7,85 отн.ед. до 10,42 отн.ед. Максимальный сахарокислотный

индекс плодов отмечен у сортов Антон Чехов и Лариса – 9,23-10,42 отн.ед., минимальный у сорта Ранняя заря, что ниже в 1,2-1,3 раза в сравнении с указанными выше сортами. У сортов Осенний румянец, Биг Топ и Нектарин Склор биохимические показатели были стабильно равными. Наилучшими вкусовыми качествами выделялись сорта Антон Чехов и Лариса, что позволило плодам этих растений получить при дегустации высокие оценки – 4,4 и 4,8 (по 5-балльной системе), минимальная

оценка установлена у сорта Ранняя заря – 3,5 балла.

Таким образом, на основании полученных биохимических анализов установлено, что перспективные сорта Антон Чехов и Лариса обладали наилучшими вкусовыми качествами плодов, отличались сбалансированным вкусом и довольно высокой устойчивостью в период водно-термических нарушений в субтропической зоне Краснодарского края.

Таблица 1. Биохимический состав плодов персика и нектаринов

Table 1. Biochemical composition of peach and nectarine fruits

Сорта	Сахар, %	Титруемая кислотность, %	Витамин С, мг%	Соотношение сахара/кислот, о.е.	Сухое вещество, %
Ранняя заря	7,56±0,06	0,97±0,08	11,37±1,61	7,85±0,57	12,90±1,10
Лариса (конт.)	10,16±1,3	0,98±0,06	16,56±1,90	10,42±1,97	15,78±0,95
Осенний румянец	8,64±1,30	0,99±0,01	13,90±1,00	8,74±1,44	13,26±1,78
Антон Чехов	8,81±0,29	0,95±0,05	11,60±0,74	9,23±0,18	12,53±2,09
Биг Топ	8,49±0,51	1,01±0,10	13,43±1,17	8,43±0,32	16,38±4,77
Нектарин Склор	8,45±0,28	1,06±0,09	12,82±0,28	8,03±0,43	18,01±1,40
НСР05	1,08	0,17	2,02	1,17	3,03

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смагин Н.Е., Абиляфазова Ю.С. Характеристика сортов персика для импортозамещения во влажных субтропиках России. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016; 5: 57-59.
2. Шайтан И.М., Чуприна Л.М., Анпилогова В.А. Биологические особенности и выращивание персика, абрикоса и алычи. Киев: Наукова Думка; 1989: 6-154.
3. Смагин Н.Е., Абиляфазова Ю.С. Бесперывный конвейер созревания плодов персика. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015; 6: 49-51.
4. Абиляфазова Ю.С. Биохимический состав плодов персика в субтропиках России. Садоводство и виноградарство. 2021; 2: 19-23.
5. Абиляфазова Ю.С. Биохимическая оценка плодов персика в условиях Черноморского побережья Краснодарского края. Новые технологии. 2017; 3: 64-68.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК; 1999.
7. Методы биохимического анализа растений. Киев: Наукова думка; 1976: 39-178.

8. Вознесенский В.Л., Горбачёва Г.И., Шталько Т.П. Определение сахаров по обесцвечиванию жидкости Феллинга. Физиология растений. 1962; 9(2): 255-257.
9. Методика Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М.А. Федина. М.; 1985.
10. Ерёмин Г.А. Селекционное улучшение персика и нектарина в Краснодарском крае. Научный журнал КубГАУ. 2010; 63(09).
11. Павел А.Р. Содержание аскорбиновой кислоты и особенности её накопления в плодах иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК. Современное садоводство. 2012; 1: 1-6.
12. Абиьфазова Ю.С. Динамика накопления витамина С в плодах персика в субтропиках России. Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сборник научных трудов II Международной дистанционной конференции «Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства». Т. XXI. Челябинск: ЮУНИИСК; 2019: 15-21.
13. Абиьфазова Ю.С. Оценка качества плодов разных сортов персика в условиях Сочи. Субтропическое и декоративное садоводство. 2018; 67: 137-141.
14. Andreotti C., Ravaglia D., Ragaini A. et al. Phenolic compounds in peach (*Prunus pérsica*) cultivars at harvest and during fruit maturation. Ann. Appl. Biol. 2008; 153: 11-23.
15. Barbosa W., Bettiol Neto J.E., Campo-Dall'orto F.A. et al. Dall'orto Pessego e Nectarina. In: Donadio, L.C. (Org.). História da Fruticultura Paulista. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 2010: 285302.
16. Bellini E., Giordani E., Perria R. et al. Leaf curl in peach: new resistant genotypes and molecular markers. Acta Hort. 2002; 592: 649-653.
17. Belous O., Abilphazova Yu. Chapter 4. Peach Culture in the Humid Subtropics of Russia: A Biochemical Aspect. In book: *Prunus persica: Production, Nutritional Properties and Health Effects (Agricultural Research Updates)*. Nova Science Publishers, Inc., USA. 2021: 234-240.
18. Cain D.W., Kidley J.D., Nevvill W.C. Fruit survival of peach and nectarines following late spring freezes during two years. Fruit Varieties Journal. 1984; 38(4): 136-139.

REFERENCES

1. Smagin N.E., Abilfazova Yu.S. Characteristics of peach varieties for import substitution in the humid subtropics of Russia. Bulletin of Russian agricultural science. 2016; 5: 57-59. (In Russ.)
2. Shaitan I.M., Chuprina L.M., Anpilogova V.A. Biological features and cultivation of peach, apricot and cherry plum. Kyiv: Naukova Dumka; 1989: 6-154. (In Russ.)
3. Smagin N.E., Abilfazova Yu.S. Continuous conveyor of peach fruit ripening. Bulletin of Russian agricultural science. 2015; 6: 49-51. (In Russ.)
4. Abilfazova Yu.S. Biochemical composition of peach fruits in the subtropics of Russia. Horticulture and viticulture. 2021; 2: 19-23. (In Russ.)
5. Abilfazova Yu.S. Biochemical evaluation of peach fruits in the conditions of the Black Sea coast of Krasnodar Territory. New technologies. 2017; 3: 64-68. (In Russ.)
6. Program and methods of variety testing of fruit, berry and nut crops / edited by E.N. Orel: VNIISPК; 1999. (In Russ.)
7. Methods of biochemical analysis of plants. Kyiv: Naukova Dumka; 1976: 39-178. (In Russ.)

8. Voznesensky V.L., Gorbacheva G.I., Shtalko T.P. Determination of sugars by decolorization of Felling's liquid. Plant physiology. 1962; 9(2): 255-257. (In Russ.)
9. Methodology of State variety testing of agricultural crops / edited by M.A. Fedin. M.; 1985. (In Russ.)
10. Eremin G.A. Breeding improvement of peach and nectarine in the Krasnodar Territory. Scientific journal of KubSAU. 2010; 63(09). (In Russ.)
11. Pavel A.R. Content of ascorbic acid and features of its accumulation in fruits of scab-immune apple varieties bred by VNIISPK. Modern gardening. 2012; 1: 1-6. (In Russ.)
12. Abilfazova Yu.S. Dynamics of vitamin C accumulation in peach fruits in the subtropics of Russia. Breeding, seed production and technology of fruit and berry crops and potatoes: collection of scientific papers of the II International distance conference "Topical issues of horticulture and potato growing". Vol. XXI. Chelyabinsk: YUNIISK; 2019: 15-21. (In Russ.)
13. Abilfazova Yu.S. Fruit quality assessment of different peach cultivars under Sochi conditions. Subtropical and ornamental gardening. 2018; 67: 137-141. (In Russ.)
14. Andreotti C., Ravaglia D., Ragaini A. et al. Phenolic compounds in peach (*Prunus pérsica*) cultivars at harvest and during fruit maturation. Ann. Appl. Biol. 2008; 153: 11-23. (In Eng.)
15. Barbosa W., Bettiol Neto J.E., Campo-Dall'orto F.A. et al. Dall'orto Pessego e Nectarina. In: Donadio, L.C. (Org.). História da Fruticultura Paulista. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura. 2010: 285302.
16. Bellini E, Giordani E, Perria R et al. Leaf curl in peach: new resistant genotypes and molecular markers. Acta Hort. 2002; 592:649-653.
17. Belous O., Abilphazova Yu. Chapter 4. Peach Culture in the Humid Subtropics of Russia: A Biochemical Aspect. In book: *Prunus persica*: Production, Nutritional Properties and Health Effects (Agricultural Research Updates). Nova Science Publishers, Inc., USA. 2021: 234-240.
18. Cain D.W., Kidley J.D., Nevvill W.C. Fruit survival of peach and nectarines following late spring freezes during two years. Fruit Varieties Journal. 1984; 38(4): 136-139.

Информация об авторе / Information about the author

Абильфазова Юлия Сулевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений, Федеральное государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», 354002, Российская Федерация, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса 2/28, e-mail: Citrus_Sochi@mail.ru

Yulia S. Abilfazova, PhD (Biol.), Senior Researcher, Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Federal Research Center "Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", 354002, the Russian Federation, Sochi, 2/28 Yan Fabritsius St., e-mail: Citrus_Sochi@mail.ru

Поступила в редакцию 07.02.2024
Поступила после рецензирования 02.04.2024
Принята к публикации 12.04.2024

Received 07.02.2024
Revised 02.04.2024
Accepted 12.04.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-103-114>
УДК 630.182(470.621)



**Оценка степени антропогенной трансформации
послесельной растительности пос. Гузерипль и его окрестностей
(Республика Адыгея, Западный Кавказ)
по составу и структуре комплексов доминирующих видов**

В.В. Акатов^{1,2}, ✉, Т.В. Акатова², Т.Г. Ескина²

¹ *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»;*
г. Майкоп, Российская Федерация
[✉akatovmgti@mail.ru](mailto:akatovmgti@mail.ru)

² *Кавказский государственный природный биосферный заповедник;*
г. Майкоп, Российская Федерация

Аннотация. Среди способов индикации нарушений растительного покрова широкое распространение получило определение в составе сообществ, их ценофлор или региональных флор доли числа или участия видов в той или иной степени устойчивых или, напротив, неустойчивых к такому воздействию. Однако такие исследования, если они проводятся в крупном пространственном масштабе, требуют значительных затрат времени и не предполагают пространственную детализацию результатов. Высказывается мнение, что по нескольким причинам для решения этой задачи было бы полезным использовать доминирующие виды. Цель данной работы – на примере растительности небольшого населенного пункта (горного поселка Гузерипль) показать возможности одного из вариантов данного подхода. Он заключается в изучении состава (уровня синантропизации) и структуры комплексов видов, которые доминируют в сообществах на относительно крупных визуально однородных участках местности (0.15–0.2 га). Результаты показали, что в среднем наиболее высоким уровнем синантропизации (трансформации) характеризуются доминантные комплексы молодых залежей, более низким – пустырей и обочин дорог, существенно более низким – старых залежей и сенокосных полей. В целом в районе исследования по площади преобладают сообщества со средней степенью нарушенности. Результаты также свидетельствуют, что воздействие антропогенных факторов на участки растительного покрова ведет к изменению не только состава доминантных комплексов, но и их структуры, параметры которой можно рассматривать в качестве дополнительного инструмента индикации антропогенных нарушений.

Ключевые слова: растительный покров, доминантные комплексы, проективное покрытие, антропогенные нарушения, синантропизация, Западный Кавказ

Для цитирования: Акатов В.В., Акатова Т.В., Ескина Т.Г. Оценка степени антропогенной трансформации послесельной растительности пос. Гузерипль и его окрестностей (Республика Адыгея, Западный Кавказ) по составу и структуре комплексов доминирующих видов. *Новые технологии / New technologies*. 2024; 20(3):103-114. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-103-114>

Благодарность. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FZRG-2024-0012)

**Assessment of the anthropogenic transformation
of post-forest vegetation in the village of Guzeripl and its environs
(the Republic of Adygea, the Western Caucasus)
based on the composition and structure of complexes of dominant species**

Valeriy V. Akatov¹, ✉, Tatyana V. Akatova², Tatyana G. Eskina²

¹ *Maykop State Technological University; Maikop, the Russian Federation*
✉akatovmgti@mail.ru

² *Caucasian State Nature Biosphere Reserve;
Maikop, the Russian Federation*

Abstract Definition of the ceno-flora or regional flora in the cenosis, the proportion of species resistant or non-resistant to impacts has become widespread among the methods of indicating disturbances in vegetation cover.

However, such studies, if they are conducted on a large spatial scale, require significant time and do not imply spatial detailing of the results. It is suggested that for several reasons it would be useful to use dominant species to solve this problem. The goal of the research is to demonstrate the possibilities of one of the variants of this approach using the example of vegetation of a small settlement (the mountain village of Guzeripl). It consists in studying the composition (level of synanthropization) and structure of species complexes that dominate communities in relatively large visually homogeneous areas of the terrain (0.15–0.2 ha). The results have shown that, on average, the highest level of synanthropization (transformation) is characteristic of dominant complexes of young fallow lands, a lower level of wastelands and roadsides, and a significantly lower level of old fallow lands and hayfields. In general, communities with a moderate degree of disturbance predominate in the study area. The results also indicate that the impact of anthropogenic factors on areas of vegetation leads to changes not only in the composition of dominant complexes, but also in their structure, the parameters of which can be considered as an additional tool for indicating anthropogenic disturbances.

Keywords: vegetation cover, dominant complexes, projective cover, anthropogenic disturbances, synanthropization, the Western Caucasus

For citation: Akatov V.V., Akatova T.V., Yeskina T.G. Assessment of the anthropogenic transformation of post-forest vegetation in the village of Guzeripl and its environs (the Republic of Adygea, the Western Caucasus) based on the composition and structure of complexes of dominant species. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024; 20(3):103-114. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-103-114>

Acknowledgements. The research was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. FZRG-2024-0012)

Введение. Индикация степени антропогенной трансформации растительного покрова становится все более востребованной [1–5]. Для решения данной задачи необходимы удобные и надежные методы, позволяющие получать интегральную оценку воздействия человека на растительность, которое не может быть измерено прямым способом [1]. Наибольшее распро-

странение получило определение доли числа (участия) в составе растительных сообществ, их ценофлор или региональных флор, видов в той или иной степени устойчивых или, напротив, неустойчивых к такому воздействию (индексы синантропизации, гемеробии, натурализации и другие: [2, 5–7]). Однако такие исследования, если они проводятся в крупном пространствен-

ном масштабе, требуют значительных затрат времени и не предполагают пространственную детализацию результатов. Данное обстоятельство является важным, поскольку будущие проблемы, связанные с нарушениями и сокращением площади природных ландшафтов, защитой биоразнообразия и изменением климата, потребуют сбора, анализа и интерпретации данных о растительном покрове с огромных территорий [1, 5].

Высказывается мнение, что для решения этой задачи было бы полезным использовать доминирующие виды [3, 4, 8, 9]. Во-первых, они нередко быстрее реагируют на антропогенные воздействия, чем видовое богатство, функциональный состав сообществ и другие показатели биоразнообразия [3, 4, 8]. Кроме того, сосредоточение внимания на доминирующих видах позволяет упростить сложные системы многовидовых сообществ и обеспечить лучшее понимание характера влияния антропогенных воздействий на экологические процессы [9, 10]. Наконец, это позволяет проводить наблюдения в более крупных пространственных масштабах и в более короткие временные сроки, чем это было бы возможно, если бы объектом мониторинга выступал видовой состав сообществ в целом [4, 9]. Цель данной работы – на примере послелесной растительности небольшого населенного пункта (горного пос. Гузерипль) показать возможности одного из вариантов данного подхода. Он заключается в изучении состава и структуры комплексов видов, которые доминируют в сообществах на относительно крупных визуально однородных участках местности.

Материал и методика. Гузерипль – небольшой посёлок в Майкопском районе Республики Адыгея (постоянно проживает около 100 человек). Расположен в горно-лесной зоне (пояс буково-пихтовых лесов) на левом берегу р. Белой на высоте 663–700 м над ур. м. В прошлом пос. Гузерипль был

центром Гузерипльского леспромхоза, а работники этого предприятия составляли основную часть его населения. Широко было развито личное подсобное хозяйство. В настоящее время Гузерипль развивается как дачный поселок и туристический центр с гостиницами, турбазами, гостевыми домами. На правом берегу р. Белой расположен одноимённый кордон Кавказского государственного природного биосферного заповедника.

Травяная растительность пос. Гузерипль, его окрестностей и кордона заповедника была разбита нами на относительно однородные участки (пробные площади) по 0.15–0.2 га (sampling plots – SP), в пределах которых регулярным способом было заложено 100–150 учетных площадок по 1 м² (accounting plots – AP). На каждой учетной площадке была оценена роль доминирующих видов в формировании травостоя по пятибалльной шкале: 1 – доминирующий вид не выражен; 2 – проективное покрытие доминирующего вида менее 40%; 3 – 40–60%; 4 – 60–80%; 5 – более 80%. Аналогичным образом мы описали пробные площади (SP) на сенокосных полях рядом с кордоном. Общее число заложённых SP составило 31, учетных площадок (AP) – 4114. В том числе, 11 SP были заложены вдоль грунтовых и асфальтированных дорог, 5 – на пустырях (растительность подвергается антропогенному воздействию, но почвенный покров радикально не изменен), 5 – на свежих залежах (недавно вскопанных или вспаханных участках) и 4 – на старых залежах (участки перепаживались 20–40 лет назад), 6 – на сенокосных полях.

На основе результатов учетов были рассчитаны и сопоставлены значения нескольких показателей: 1) доля учетных площадок (AP) без выраженного доминанта от общего числа таких площадок, заложённых в пределах SP; 2) доля AP с покрытием доминантов менее 40%, 40–60%,

60–80%, более 80%; 3) доля АР с доминированием определенного вида (в том числе с покрытием менее 40%, 40–60%, 60–80%, более 80%); 4) число доминирующих видов (в том числе отдельно аборигенных и чужеродных), имеющих разное покрытие; *SL* – уровень синантропизации растительности пробных участков. Мы оценивали *SL* как долю учетных площадок (АР) с доминированием синантропных видов от общего числа АР. В соответствии с представлением П.Л. Горчаковского [1], к таким видам следует относить как чужеродные, так и местные растения, позиция которых в составе растительных сообществ усиливается при возрастании антропогенных нагрузок. Отнесение видов к этой категории было проведено нами в соответствии с конспектом флоры российского Кавказа А.А. Иванова [11]. В качестве синантропных мы рассматривали виды, отнесенные автором в группу облигатных (*RR*) и факультативных (*R*) рудеральных флороценоэлементов [11]. Эта же работа была использована нами для отнесения доминирующих видов к другим флороценоэлементам (преимущественно лесному – *S*, луговому – *P*, степному – *ST*, пустынному – *D*, аквальному – *A*). Названия видов даны по А.С. Зернову [12]. Оценка характера и статистической значимости связи между значениями анализируемых параметров была выполнена с использованием коэффициента корреляции Пирсона (*r*).

Результаты и обсуждение. На 31 пробной площади (СП), заложенной на участках растительности пос. Гузерибль и его окрестностей, было выявлено 110 доминирующих видов. Среди них 35 доминантов (32%) были учтены на пяти и большем числе пробных участков, остальные – на одном-четырех. В том числе на сенокосных полянах было выявлено 12 доминирующих видов, на старых залежах – 22 вида, молодых залежах – 41, пустырях – 36, вдоль грунтовых дорог – 37, асфальтированных дорог – 49 (табл. 1). На участках сенокосных полей подавляющее большинство доминантов ожидаемо относится к преимущественно луговому флороценоэлементу. На старых залежах лидирующие позиции занимают луговые и рудеральные виды. На остальных местообитаниях – рудеральные. При этом вторую и третью позиции разделяют преимущественно лесные и луговые, либо лесные и аквальные флороценоэлементы (табл. 1). В целом, участки растительности с предположительно высоким уровнем антропогенной трансформации характеризуются более высоким разнообразием доминирующих видов, чем естественные или слабонарушенные сообщества, что косвенно может свидетельствовать в пользу ранее сделанных наблюдений об относительно высокой пространственной неоднородности нарушенных человеком участков местности [13–15].

Таблица 1. Распределение комплексов доминирующих видов по флороценоэлементам
Table 1. Distribution of dominant species complexes according to florocenoelements

Тип местообитаний	СП	СЗ	ПУСТ	МЗ	ГД	АД
<i>S</i>	12	22	36	41	37	49
Рудеральный	8.3	31.8	55.6	52.5	45.9	44.0
Лесной	8.3	18.2	13.9	20.0	32.4	30.0
Луговой	66.7	36.4	16.7	15.0	10.8	10.0
Степной	8.3	9.1	2.7	2.5	0	0
Аквальный	8.3	4.5	11.1	10.0	10.8	16.0

Примечание: *S* – число доминирующих видов; в поле таблицы – доля видов (в про-

центах) определенного флороценоэлемента от общего числа видов (распреде-

ние видов по флороценоэлементам было выполнено по А.А. Иванову [11]). Здесь и в таблицах 2 и 3: СП – сенокосные поляны, СЗ – старые залежи, ПУСТ – пустыри, МЗ – молодые залежи, ГД – участки вдоль грунтовых дорог, АД – вдоль асфальтированных дорог.

Общее число синантропных доминантов (облигатные и факультативные рудералы) составило 40 (36% от их общего числа) (табл. 2). На сенокосных полянах их доля очень низкая (8.3%), на старых залежах – несколько выше (30%), в сообществах вдоль грунтовых и асфальтированных дорог – более 40%, на молодых залежах и пустырях – более 50%. Доля чужеродных видов в доминантных комплексах этих местообитаний составила 0, 9.1, 8.1, 6.1, 14.6 и 16.7%, соответственно. То есть более высокая доля синантропных видов в доминантных комплексах предполагает и более высокую долю в них чужеродных видов. Данная закономерность является широко распространенной и применительно к полным сообществам [13–17].

Уровень синантропизации участков растительности, оцененный по участию в их формировании (суммарной частоте доминирования) синантропных видов, варьировал в пределах от 0 до 77%. Участки растительности с уровнем синантропизации равным нулю были выявлены в пределах сенокосных полян. Низким уровнем синантропизации (до 20%) характеризуются некоторые участки растительности вдоль грунтовых дорог, старых залежей и пустырей; умеренным (20–60%) – вдоль грунтовых и асфальтированных дорог, некоторых пустырей и молодых залежей; высоким (более 60%) – некоторых пустырей и молодых залежей. Если не рассматривать растительность сенокосных полян, то в пределах и окрестностях пос. Гузерибль преобладают сообщества со средней степенью трансформации. Они составляют примерно 65% от общей площади растительного

покрова этого населенного пункта. Доля участков растительности с низким уровнем синантропизации равна примерно 20%, с высоким – 15%.

Из таблицы 2 видно, что в среднем наиболее высоким уровнем синантропизации характеризуются участки молодых залежей ($SL = 57.9 \pm 8.4\%$), несколько ниже синантропизация сообществ пустырей ($47.9 \pm 8.9\%$), существенно ниже – придорожных сообществ (вдоль асфальтированных дорог – $36.5 \pm 4.5\%$, грунтовых дорог – $31.2 \pm 4.3\%$). Низким уровнем синантропизации характеризуется растительность старых залежей ($9.6 \pm 2.2\%$) и очень низким – сенокосных полян (почти 0%). Обратим внимание, что доля синантропных видов в доминантных комплексах старых залежей существенно выше, чем их участие в формировании растительности этого типа (31.8% синантропных видов доминирует на 9.6% АД), что косвенно может свидетельствовать об их в среднем более низкой конкурентной способности в сообществах этого типа по сравнению с природными видами.

Из таблицы 2 также следует, что в растительных сообществах молодых залежей наиболее часто доминируют чужеродные виды: *Helianthus tuberosus*, *Solidago gigantea*, *Impatiens glandulifera* и *Ambrosia artemisiifolia*. На участках пустырей – синантропные чужеродные и аборигенные виды (*Helianthus tuberosus*, *Mentha longifolia*, *Sambucus ebulus*, *Trifolium repens*, *Ambrosia artemisiifolia* и *Urtica dioica*); вдоль асфальтированных дорог: *Sambucus ebulus*, *Ambrosia artemisiifolia* и *Melilotus officinalis*; грунтовых дорог: *Sambucus ebulus*, *Trifolium repens*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Urtica dioica*, *Bidens frondosa*, *Impatiens glandulifera* и *I. parviflora*. На старых залежах доминируют преимущественно типичные луговые виды (*Geranium sanguineum*, *Brachypodium rupestre*, *Inula salicina* subsp. *aspera*), но также чужерод-

ный вид – *Silphium perfoliatum*; на сенокосных полях – только луговые виды (*Stachys officinalis*, *Geranium sanguineum*, *Brachypodium rupestre*, *Trifolium medium* и *T. pratense*).

В таблице 3 и на рисунке 1 показана частота встречаемости сообществ с разным покрытием доминирующих видов на участках растительности разных типов. Они расположены в порядке возрастания среднего уровня синантропизации растительного покрова (табл. 1). На рисунке 2 показано соотношение между уровнем синантропизации участков растительности и долей учетных площадок с отсутствием доминантов, с покрытием доминантов 60–80%

и более 80%. Из обоих рисунков следует, что антропогенно трансформированные участки растительности характеризуются не только высокой степенью синантропизации, но и иной структурой доминирования по сравнению с растительностью естественных и малонарушенных местообитаний. В частности, относительно небольшой частотой встречаемости полидоминантных сообществ и, напротив, высокой частотой встречаемости сообществ с высоким и очень высоким покрытием доминантов. По крайней мере, между данными характеристиками наблюдается высокое соответствие: $r = 0.820, 0.638$ и 0.742 , соответственно ($n = 31, P < 0.001$).

Таблица 2. Частота доминирования видов на участках растительности местообитаний разных типов

Table 2. Frequency of species dominance in vegetation areas of different habitat types

ФЦЭ	Тип местообитаний SL (%)	СП	СЗ	ПУСТ	МЗ	ГД	АД
		0.0	9.6	47.9	57.9	31.2	36.5
P	<i>Stachys officinalis</i>	16.8	0.4				
S	<i>Brachypodium rupestre</i>	1.5	3.3				
P	<i>Inula salicina</i> subsp. <i>aspera</i>	0.7	3.3				
A	<i>Filipendula ulmaria</i>	1.3	1.2		0.2		
P	<i>Phleum pratense</i>	1.1	0.6				
P	<i>Geranium sanguineum</i>	9.7	3.9				
P	<i>Melampyrum arvense</i>	0.1	1.2				
P	<i>Trifolium pratense</i>	3.2	1.6	0.7	0.7	2.9	
R	<i>Elytrigia repens</i>	0.3	0.4	0.9	0.5	0.7	
ST	<i>Achillea millefolium</i>		0.2	1.7	1.4	0.9	
S	<i>Galega orientalis</i>		7.0	0.3	2.2		
S	<i>Rubus caesius</i>		0.2		5.1	0.7	
R	<i>Erigeron annuus</i>		1.6	1.0	0.8	1.2	
P	<i>Calamagrostis epigeios</i>			0.3	0.6	0.9	
A	<i>Mentha longifolia</i>			9.3	1.3	0.9	
R	<i>Helianthus tuberosus</i>			11.1	29.1		
R	<i>Cichorium intybus</i>			0.1	0.5	0.4	
RR	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>			12.9	2.9	23.3	
RR	<i>Clinopodium vulgare</i>			0.5		0.7	
RR	<i>Setaria viridis</i>			2.9	2.0	0.1	
RR	<i>Cirsium arvense</i>			0.2		0.1	
A	<i>Potentilla reptans</i>			0.4		2.3	3.8
S	<i>Rubus ibericus</i>			0.9		5.1	7.0
P	<i>Fragaria vesca</i>			0.1	0.4	0.5	0.5

Окончание табл. 2 / End Table 2.

RR	<i>Polygonum aviculare</i>			0.6	0.2		0.3
RR	<i>Digitaria sanguinalis</i>			0.1	0.2	0.1	0.5
RR	<i>Urtica dioica</i>			3.7	1.5	0.8	3.5
RR	<i>Galinsoga ciliata</i>			0.1	0.2		1.0
RR	<i>Bidens frondosa</i>			0.3		1.3	2.5
RR	<i>Lamium album</i>				0.3		0.2
RR	<i>Impatiens glandulifera</i>				7.9		2.5
R	<i>Taraxacum officinale</i>			0.7	0.3		0.6
R	<i>Trifolium repens</i>			7.0	0.7	1.2	12.4
R	<i>Sambucus ebulus</i>			6.1	0.7	4.2	3.0
R	<i>Plantago major</i>					1.6	0.9
P	<i>Prunella vulgaris</i>					0.1	0.5
A	<i>Ranunculus repens</i>					0.5	0.6

Виды, выявленные в пределах местообитаний преимущественно одного типа с низкой частотой доминирования: *Aegopodium podagraria* (R, АД), *Agrostis stolonifera* (A, ПУСТ, АД), *A. tenuis* (P, C3), *Ajuga reptans* (P, АД), *Amaranthus retroflexus* (RR, АД), *Arctium lappa* (P, ПУСТ), *A. tomentosum* (RR, M3), *Artemisia vulgaris* (RR, M3), *Brachypodium sylvaticum* (S, ГД), *Calystegia silvatica* (S, M3, ГД), *Cardamine impatiens* (S, АД), *Carex leporina* (S, ПУСТ), *Centaurea salicifolia* (S, ПУСТ, M3), *Cerastium holosteam* (S, АД), *Chaerophyllum aureum* (S, C3), *Chondrilla juncea* (D, ГД), *Chrysosplenium alternifolium* (S, АД), *Circaea lutetiana* (S, АД), *Clematis vitalba* (S, ГД), *Convolvulus arvensis* (R, ГД), *Coronilla varia* (P, ГД), *Dactylis glomerata* (P, ПУСТ), *Dipsacus pilosus* (S, M3), *Equisetum telmateia* (S, ГД), *Euphorbia iberica* (R, C3), *E. stricta* (RR, ПУСТ), *Galeopsis tetrahit* (S, ГД), *Galium rubioides* (S, ПУСТ, ГД), *G. verum* (ST, СП), *Geranium robertianum* (S, АД), *Glechoma hederacea* (S, АД), *Helleborus caucasicus* (S, АД), *Impatiens parviflora* (RR, АД), *Inula henelium* (P, M3), *Juncus effusus* (A, ГД), *Lapsana communis* (S, ГД), *Lythrum salicaria* (A, M3, ГД), *Lolium perenne* (R, ПУСТ, ГД), *Lotus corniculatus* (P, ГД), *Lycopus europaeus* (A, АД),

Medicago falcata (ST, C3, ГД), *Melilotus officinalis* (RR, ГД), *Molinia cerulea* (P, ГД), *Myosoton aquaticum* (A, ПУСТ), *Pachyphragma macrophyllum* (S, АД), *Petasites albus* (S, ГД), *P. hybridus* (S, ГД), *Phleum alpinum* (P, ПУСТ), *Phragmites australis* (A, M3), *Physalis alkekengi* (R, M3, АД), *Plantago lanceolata* (ST, ГД), *Poa angustifolia* (P, M3, ГД), *P. nemoralis* (S, M3, ГД), *Polygonum hydropiper* (A, АД), *P. persicaria* (R, ГД, АД), *Rumex obtusifolius* (S, M3, АД), *Salvia verticillata* (R, C3), *Serratula quinquefolia* (S, M3), *Setaria pumila* (RR, M3), *Sigesbeckia orientalis* (RR, АД), *Silphium perfoliatum* (RR, C3), *Solidago canadensis* (RR, ПУСТ), *S. gigantea* (RR, M3), *Symphytum asperum* (R, ПУСТ), *Tanacetum vulgare* (R, C3, M3), *Trifolium bonannii* (A, ГД), *T. hybridum* (S, C3, ГД), *T. medium* (P, СП), *Tussilago farfara* (D, ГД), *Veronica filiformis* (S, АД), *V. umbrosa* (S, АД), *Vicia cracca* (P, M3), *V. sepium* (P, СП).

Примечание. Значения в поле таблицы – частота доминирования видов в %; ФЦЭ – флороценоэлементы по: [11]: RR – облигатный рудеральный, R – факультативный рудеральный, A – преимущественно аквальный, S – лесной, P – луговой, ST – степной, D – пустынный. Полужирным выделены синантропные виды.

Таблица 3. Доля учетных площадок (%), характеризующихся разным проективным покрытием доминирующих видов

Table 3. The proportion of survey plots (%) characterized by different projective cover of dominant species

Тип местообитаний	СП	СЗ	ГД	АД	ПУСТ	МЗ
no dom.	61.4	61.5	41.8	38.7	34.9	22.2
20–40%	22.4	21.5	16.4	18.2	14.1	17.2
40–60%	9.6	7.9	22.5	19.2	20.1	23.0
60–80%	5.7	7.6	13.1	13.8	14.4	17.2
80–100%	0.8	4.4	6.2	10.1	16.5	20.4

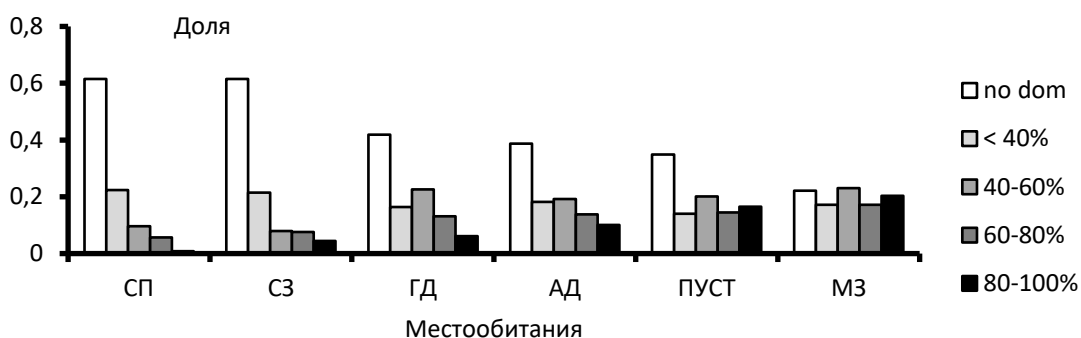


Рис. 1. Частота встречаемости сообществ, характеризующихся разным проективным покрытием доминирующих видов, на участках растительности разных типов
СП – сенокосные поляны, СЗ – старые залежи, ГД – участки растительности вдоль грунтовых дорог, АД – вдоль асфальтированных дорог, ПУСТ – пустыри, МЗ – молодые залежи.

Fig. 1. Frequency of occurrence of communities characterized by different projective cover of dominant species in areas with different vegetation types.

SP – hayfields, SZ – old fallow lands, GD – vegetation areas along dirt roads, AD – along paved roads, PUST – wastelands, MZ – young fallow lands.

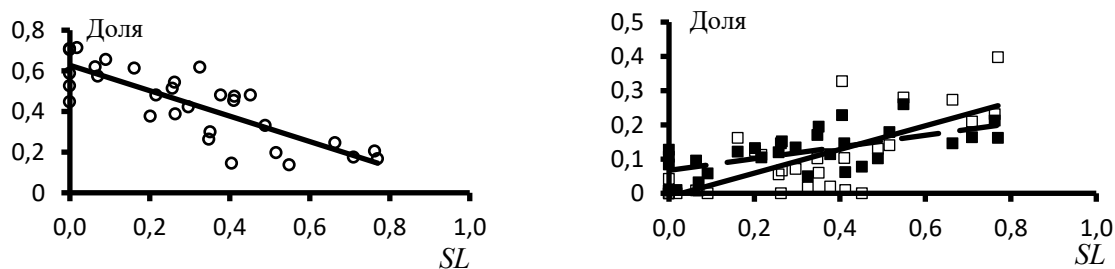


Рис. 2. Соотношение между уровнем синантропизации участков растительности и долей учетных площадок с отсутствием доминантов (белые кружки, сплошная линия), с покрытием доминантов 60-80% (черные квадраты, пунктирная линия) и более 80% (белые квадраты, сплошная линия).

Fig. 2. The relationship between the level of synanthropization of vegetation areas and the proportion of survey plots with no dominants (white circles, solid line), with dominant coverage of 60-80% (black squares, dotted line) and more than 80% (white squares, solid line).

Хорошо выраженное доминирование одного из видов было выявлено на 38.4% от общего числа учетных площадок, заложенных в пределах сенокосных полей, 38.5% – старых залежей, 58.2% и 61,3% – вдоль грунтовых и асфальтированных дорог, 61.3% – пустырей, 73.2% – молодых залежей. При этом высокий уровень доминирования (проективное покрытие видов более 80%) был выявлен на 0.8, 1.4, 6.3, 13.9, 18.8 и 20.5% учетных площадок в пределах тех же местообитаний соответственно. Такой результат согласуется с ранее сделанными выводами, что ухудшение условий среды и частые нарушения могут стать причиной исчезновения из сообществ уязвимых видов и монополизации ресурсов наиболее толерантными из оставшихся [18–20]. Данная закономерность положена в основу индексов доминирования и выравниваемости, часто используемых для индикации условий среды на локальном уровне [19, 21]. Поэтому параметры структуры доминантных комплексов можно рассматривать как весьма полезные в качестве дополнительного инструмента при сравнении степени антропогенной деградации крупных участков растительного покрова.

Заключение. Итак, в статье показаны возможности индикации нарушений растительного покрова путем изучения состава (уровня синантропизации) и структуры комплексов видов, которые доминируют в сообществах на относительно крупных визуально однородных участках местности. Наши результаты согласуются с мнением,

что доминанты позволяют решать эту задачу и обеспечивают хорошее понимание характера влияния антропогенных воздействий на экологические процессы в значительном пространственном масштабе при относительно небольших затратах времени на сбор фактического материала [9, 10]. Они свидетельствуют, что характер реакции доминантных комплексов крупных участков растительного покрова района исследования на усиление антропогенного пресса сходен с многократно описанными изменениями по той же причине видового состава и структуры полных сообществ на небольших площадках. При этом уровень синантропизации растительности разных типов местообитаний пос. Гузерибль и его окрестностей, оцененный по составу комплексов доминирующих видов, соответствует нашим представлениям о степени их трансформации. Так, в среднем наиболее высоким уровнем синантропизации характеризуются участки молодых залежей, более низким – сообщества пустырей и обочин дорог, существенно более низким – старых залежей, близким к нулевому уровню – сенокосных полей. Результаты также свидетельствуют, что воздействие антропогенных факторов на участки растительного покрова ведет к изменению не только состава (степени синантропизации) доминантных комплексов, но и их структуры, параметры которой можно рассматривать в качестве дополнительного инструмента индикации антропогенных нарушений.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование. Экология. 1984; 5: 3-16.

2. Багрикова Н.А. Антропоустолерантность сообществ и стратегия сорных видов в агроценозах Крыма. Черноморский ботанический журнал. 2010; 6(4): 468-474.
3. Gaston K.J. Common ecology. BioScience. 2011; 61: 354-362.
4. Avolio M.L., Forrester E.J., Chang C.C. et al. Demystifying dominant species. New Phytol. 2019; 223(3): 1106-1126.
5. Zinnen J., Spyreas G., Erdős L. et al. Expert-based measures of human impact to vegetation. Applied Vegetation Science. 2021; 2(1): e12523. <https://doi.org/10.1111/avsc.12523>
6. Hill M.O., Roy D.B., Thompson K. Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. Journal of Applied Ecology. 2002; 39: 708-720.
7. Мялик А.Н., Парфенов В.И. Синантропизация флоры Припятского полесья как показатель ее антропогенной трансформации. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series. 2018; 63(3): 276-285.
8. Alves C., Marcos B., Gonçalves J., Verburg P., Pellissier L., Lomba A. Co-occurrences and species distribution models show the structuring role of dominant species in the Vez watershed, in Portugal. Ecological Indicators. 2023; 151: e110306. DOI:10.1016/j.ecolind.2023.110306
9. Lindenmayer D., Pierson J., Barton P. et al. A new framework for selecting environmental surrogates. Science of the Total Environment. 2015; 538: 1029-1038.
10. Schmitz O.J., Buchkowski R.W., Burghardt K.T., Donihue C.M. Functional traits and trait-mediated interactions. Connecting community-level interactions with ecosystem functioning. Advances in Ecological Research. 2015; 52: 319-453.
11. Иванов А.А. Конспект флоры Российского Кавказа (сосудистые растения). Ставрополь: СКФУ; 2019.
12. Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. М.: КМК; 2006.
13. Kuhn I., Klotz S. Urbanization and homogenization – comparing the floras of urban and rural areas in Germany. Biological Conservation. 2006; 127: 292-300.
14. Wania A., Kühn I., Klotz S. Plant richness patterns in agricultural and urban landscapes in Central Germany—spatial gradients of species richness. Landscape and Urban Planning. 2006; 75: 97-110.
15. McKinney M.L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. Urban Ecosystems. 2008; 11(2): 161-176.
16. Hou Y., Li J., Li G. et al. Negative effects of urbanization on plants: a global meta analysis. Ecology and Evolution. 2023; 13: e9894. [<https://doi.org/10.1002/ece3.9894>].
17. Kowarik I. On the role of alien species in urban flora and vegetation. Urban ecology. An international perspective on the interaction between humans and nature. N.Y.: Springer; 2008: 321-338.
18. Huston M.A. General hypothesis of species diversity. Amer. Natur. 1979; 113(1): 81-101.
19. Magguran A. Ecological diversity and its measurement. Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press; 1988.
20. Василевич В.И. Доминанты в растительном покрове. Ботанический журнал. 1991; 76(12): 1674-1681.
21. Biswas S.R., Mallik A.U. Disturbance effects on species diversity and functional diversity in riparian and upland plant communities. Ecology. 2010; 91(1): 28-35.

REFERENCES

1. Gorchakovskiy P.L. Anthropogenic changes in vegetation: monitoring, assessment, forecasting. *Ecology*. 1984; 5: 3-16. (In Russ.)
2. Bagrikova N.A. Anthropotolerance of communities and strategy of weed species in agrocenoses of Crimea. *Chernomorsk. Botanical journal*. 2010; 6(4): 468-474. (In Russ.)
3. Gaston K.J. *Common Ecology*. BioScience. 2011; 61: 354-362.
4. Avolio M.L., Forrester E.J., Chang C.C. et al. Demystifying dominant species. *New Phytol.* 2019; 223(3): 1106-1126.
5. Zinnen J., Spyreas G., Erdős L. et al. Expert-based measures of human impact to vegetation. *Applied Vegetation Science*. 2021; 2(1): e12523. <https://doi.org/10.1111/avsc.12523>
6. Hill M.O., Roy D.B., Thompson K. Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. *Journal of Applied Ecology*. 2002; 39: 708-720.
7. Myalik A.N., Parfenov V.I. Synanthropization of the flora of the Pripjat Polesie as an indicator of its anthropogenic transformation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*. 2018; 63(3): 276-285. (In Russ.)
8. Alves C., Marcos B., Gonçalves J. et al. Co-occurrences and species distribution models show the structuring role of dominant species in the Vez watershed, in Portugal. *Ecological Indicators*. 2023; 151:e110306. DOI:10.1016/j.ecolind.2023.110306
9. Lindenmayer D., Pierson J., Barton P. et al. A new framework for selecting environmental surrogates. *Science of the Total Environment*. 2015; 538:1029-1038.
10. Schmitz O.J., Buchkowski R.W., Burghardt K.T., Donihue C.M. Functional traits and trait-mediated interactions. *Connecting community-level interactions with ecosystem functioning. Advances in Ecological Research*. 2015; 52: 319-453.
11. Ivanov A.A. *Abstract of the flora of the Russian Caucasus (vascular plants)*. Stavropol: SKFU Publishing House; 2019. (In Russ.)
12. Zernov A.S. *Flora of the North-West Caucasus*. Moscow: KMK Scientific Press; 2006. (In Russ.)
13. Kuhn I., Klotz S. Urbanization and homogenization – comparing the floras of urban and rural areas in Germany. *Biological Conservation*. 2006; 127: 292-300.
14. Wania A., Kühn I., Klotz S. Plant richness patterns in agricultural and urban landscapes in Central Germany – spatial gradients of species richness. *Landscape and Urban Planning*. 2006; 75:97-110.
15. McKinney M.L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosystems*. 2008; 11(2): 161-176.
16. Hou Y., Li J., Li G., Qi W. Negative effects of urbanization on plants: a global meta analysis. *Ecology and Evolution*. 2023; 13:e9894. [<https://doi.org/10.1002/ece3.9894>].
17. Kowarik I. On the role of alien species in urban flora and vegetation. *Urban ecology. An international perspective on the interaction between humans and nature*. N.Y.: Springer; 2008: 321-338.
18. Huston M.A. General hypothesis of species diversity. *Amer. Natur.* 1979; 113(1): 81-101.
19. Magguran A. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press; 1988.
20. Vasilevich V.I. Dominants in the vegetation cover. *Nerd. magazine* 1991; 76(12): 1674-1681.
21. Biswas S.R., Mallik A.U. Disturbance effects on species diversity and functional diversity in riparian and upland plant communities. *Ecology*. 2010; 91(1): 28-35.

Информация об авторах / Information about the authors

Акатов Валерий Владимирович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии и защиты окружающей среды, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, e-mail: akatovmgti@mail.ru

Акатова Татьяна Владиславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Кавказский государственный природный биосферный заповедник, 385000, Российская Федерация Майкоп, ул. Советская, 187, e-mail: hookeria@mail.ru

Ескина Татьяна Григорьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Кавказский государственный природный биосферный заповедник, 385000, Российская Федерация Майкоп, ул. Советская, 187, e-mail: ttrepet@inbox.ru

Valery V. Akatov, Dr Sci. (Biol.), Professor, Professor, the Department of Ecology and Environmental Protection, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., e-mail: akatovmgti@mail.ru

Tatyana V. Akatova, PhD (Biol.), Senior Researcher, Caucasian State Nature Biosphere Reserve, 385000, the Russian Federation, Maikop, 187 Sovetskaya St., e-mail: hookeria@mail.ru

Tatyana G. Eskina, PhD (Biol.), Senior Researcher, Caucasian State Nature Biosphere Reserve, 385000, the Russian Federation, Maikop, 187 Sovetskaya St., e-mail: ttrepet@inbox.ru

Заявленный вклад авторов

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

Claimed contribution of 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 10.07.2024

Поступила после рецензирования 15.08.2024

Принята к публикации 20.08.2024

Received 10.07.2024

Revised 15.08.2024

Accepted 20.08.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-115-125>

УДК УДК 633.2.03 (470.621)



Исследование флористического биоразнообразия луга Республики Адыгея

И.Н. Дьякова✉

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

Аннотация. Актуальность исследования: работа выполнена в рамках совместного проекта факультета аграрных технологий и фармацевтического факультета «Аптекарский огород» для реализации Программы развития ФГБОУ ВО «МГТУ» на 2023-2032гг. Цель работы: изучить видовой состав лугового сообщества, идентифицировать лекарственные виды растений. Задачи исследования: изучение растительного покрова лугов равнинной территории Республики Адыгея, сбор, камеральная обработка, определение луговой растительности, анализ флоры: таксономический, биоэкологический, биоморфологический. Методы исследования: определение видов растений производили по полевому атласу Зернова А.С. и определителю Косенко И.С. [3, 6] Жизненные формы представлены по системе К. Раункиера, таксономический анализ – по работе Хохрякова А.П. Исследуемый объект – фитоценоз материкового суходольного луга. Луговой фитоценоз представлен травянистыми видами, приспособленными к совместному произрастанию, флора включает 44 вида высших растений из 16 семейств, 2 классов, 1 отдела. Соотношение растений, относящихся к классам двудольные и однодольные, составляет примерно 3:1. Из класса Magnoliopsida в изучаемой флоре преобладают семейства Asteraceae и Rosaceae, из класса Liliopsida – семейство Poaceae. По количеству видов основу лугового фитоценоза составляют многолетние травы. Оценка жизненных форм по Раункиеру показала преобладание гемикриптофитов, по гидроморфологической структуре – большинство мезофитов. Луг находится в зрелой стадии, так как большинство растений корневищные. Основная масса растительности луговая, сорно-луговая и сорная. На лугу произрастают травы: пустырник пятилопастной и тысячелистник обыкновенный, являющиеся источником лекарственного растительного сырья, входящие в Государственную фармакопею XV издания.

Ключевые слова: флора, суходольный луг, биоразнообразие, травы, биоморфы растений, гемикриптофиты, мезофиты, лекарственные растения, государственная фармакопея

Для цитирования: Дьякова И.Н. Исследование флористического биоразнообразия луга Республики Адыгея. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(3):115-125. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-115-125>

Investigation of the floristic biodiversity of a meadow of the Republic of Adygea

I.N. Djakova✉

*Maykop State Technological University; Maikop, the Russian Federation
✉djakova_irina@rambler.ru*

© И.Н. Дьякова, 2024

Abstract The relevance of the research: the research was carried out within the framework of a joint project of the Faculty of Agricultural Technologies and the Pharmaceutical Faculty “Physic Garden” for the implementation of the Development Program of Maikop State Technological University for 2023-2032. The goal of the research is to study the species composition of a meadow community, to identify medicinal plant species. The research objectives are to study the vegetation cover of meadows of the flat territory of the Republic of Adygea, collection, office processing, determination of meadow vegetation, analysis of flora - taxonomic, bioecological, biomorphological. The research methods: plant species were identified using the field atlas by A.S. Zernov and the guide by I.S. Kosenko [3, 6]. Life forms are presented using the system by K. Raunkier, taxonomic analysis using the work by A.P. Khokhryakova. The object of research is a phytocenosis of a continental dry meadow. The meadow phytocenosis is represented by herbaceous species adapted to growing together; the flora includes 44 species of higher plants from 16 families, 2 classes, and 1 division. The ratio of plants belonging to the dicotyledonous and monocotyledonous classes is approximately 3:1. The Asteraceae and Rosaceae families predominate in the studied flora from the Magnoliopsida class, and the Poaceae family from the Liliopsida class. In terms of the number of species, the basis of the meadow phytocenosis is made up of perennial grasses. The life form assessment according to Raunkiaer showed the prevalence of hemicryptophytes, according to the hydromorphological structure - the majority of mesophytes. The meadow is in a mature stage, since most of the plants are rhizome. The bulk of the vegetation is meadow, weed-meadow and weed. Such herbs as motherwort five-lobed and common yarrow, which are a source of medicinal plant materials included in the State Pharmacopoeia of the 15th edition grow in the meadow.

Keywords: flora, dry meadow, biodiversity, herbs, plant biomorphs, hemicryptophytes, mesophytes, medicinal plants, state pharmacopoeia

For citation: Djakova I.N. Investigation of the floristic biodiversity of a meadow of the Republic of Adygea. *Novye tehnologii / New technologies*. 2024;20(3):115-125. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-115-125>

Введение. Благоприятные климатические, разные орографические условия, плодородная почва – все это способствует развитию многообразия растительного покрова на территории Республики Адыгеи. По характеру рельефа равнинную часть территории Республики Адыгеи относили к Западному Предкавказью. Изучение растительности Западного Предкавказья начинается с прошлого столетия. В результате геоботанических исследований была проведена обстоятельная флористическая характеристика юго-западных районов Предкавказья, которая приводится в работах Н.А. Буша (1909), Н.А. Пастухова (1917), И.С. Косенко (1930), А.И. Лескова (1932); сведения об истории флоры Северо-Западного Кавказа приведены в работах П.А. Роговского (1928). Труды А.А. Гроссгейма такие как «Растительный покров Кавказа» (1948), «Определитель растений Кавказа»

(1949) раскрывают особенности региональных флор. А.И.Галушко (1978-1980) в книге «Флора Северного Кавказа» описывает 3900 видов растений [4, 5].

В монографии А.Л. Иванова «Флора Предкавказья и ее генезис» (1998) представлено флористическое районирование Предкавказья, где выделены Понтийская, Кавказская и Туранская провинции. Кавказская провинция включает Кубанский, Ставропольский, Пятигорский и Терский округа. Кубанский округ состоит из Майкопско-Абинского и Лабинско-Невинномысского района. Майкопско-Абинский район расположен в западной части округа, занимая всю его территорию до водораздела рек Белая и Лаба на востоке. Общее количество видов данного района -1150 растений [4].

Выделению географических элементов флоры региона на основе работ

А. Л. Тахтаджяна, Ю. Л. Меницкого и других кавказских и зарубежных ботаников посвящены специальные исследования Н. Н. Портениера (2000), где продолжается выявление таксонов, входящих в состав флоры Кавказа, и уточнение их ареалов [5].

Активное изучение флоры Западного Кавказа А. С. Зерновым способствовало инвентаризации сведений и выпуску иллюстрированного полевого атласа растений [3].

В 2014 г. опубликован труд «Red List of the Endemic Plants of the Caucasus: Armenia, Azerbaijan, Georgia, Iran, Russia, and Turkey», являющийся результатом сотрудничества ботаников Азербайджана, Армении, Грузии, Ирана, России, Турции и США. В работе дан обзор флоры Кавказа; ее эндемизм оценивается почти в 2800 таксонов. В список нуждающихся в охране растений включено 1752 таксона [5].

Большинство исследователей интересуется биоразнообразие лесов, высокогорных, среднегорных высокотравных лугов Кавказа, описание луговой и лугостепной растительности равнинной части Республики Адыгеи в литературе встречается реже.

Луговые биоценозы не являются зональными образованиями, в основном они представляют собой вторичные образования, возникшие на месте уничтоженных человеком лесов, осушенных болот и озер в результате орошения степей [9].

Луга имеют важное экологическое значение, так как обеспечивают место жизнедеятельности животным, птицам, насекомым. Как и весь окружающий мир, луговая растительность испытывает давление из-за потепления климата, что приводит к изменению режима осадков. На такие факторы среды луговые растения реагируют пространственной «миграцией» в более холодные районы или выше в горы, или фенологическими сдвигами, такими, как более ранняя вегетация или цветение.

Изменение гидрологического режима почвы приводит к захвату территории инвазивными видами, которые лучше приспособлены к новым условиям.

Чаще в состав луговых фитоценозов входят 30—40 видов трав, и небольшое число особей представлены всходами, ювенильными и имматурными растениями, а иногда покоящимися вегетативными органами. Некоторые виды сохраняют жизнеспособность в виде семян, сохраняющихся в почве. Флористический состав луговых фитоценозов зависит от их возраста и происхождения. Виды выпадают из луговых фитоценозов и внедряются в них не только в начальный период их формирования, но и в последующее время [11].

Матецкая А. Ю., Ермолаева О. Ю. изучая лесную, петрофитную растительность и сообщества, высокогорных, среднегорных высокотравных полей и лугов Республики Адыгея отмечают, что: «летняя флора высших растений насчитывает 400 видов из 77 семейств 5 классов 4 отделов. Основными флороцено типами являются лесной, луговой и петрофитный» [8].

В природе, кроме типичных степей и лугов, часто встречаются переходные типы растительности - луговые степи и остепнённые луга. Эти два типа растительности объединяются под названием «лугостепи». Они образуют широкую полосу в нижнем горном поясе подножий Большого Кавказа от Краснодара до Грозного. Флористический состав лугостепей плохо изучен [14].

Цель работы. Изучить видовой состав лугового сообщества, идентифицировать лекарственные виды растений.

Задачи исследования. Обзор литературных данных по растительному покрову лугов равнинной территории Республики Адыгея, сбор, камеральная обработка, определение луговой растительности, анализ флоры: таксономический, биоэкологический, биоморфологический.

Объекты и методы исследования. Объект исследования – фитоценоз материкового суходольного луга. Определение видов луговой растительности производили по полевому атласу Зернова А.С. и определителю Косенко И.С. [3, 6] Жизненные формы представлены по системе К. Раункиера, таксономический анализ – по работе Хохрякова А.П. [11, 12].

Исследования проводились весной 2024 г. на землях ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ», расположенном в п. Подгорном в 13-15 км к северу от административного центра Республики Адыгея г. Майкопа. В 2022г ФГБНУ «Адыгейский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» стал структурным подразделением ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет». Программа развития ФГБОУ ВО «МГТУ» на 2023-2032гг. включает использование земли сельскохозяйственного назначения в исследовательской деятельности.

Климат южно-предгорной зоны Адыгеи характеризуется достаточным, но неравномерным увлажнением, с колебаниями по годам от 512 до 1252,7 мм осадков в год, при среднемноголетней норме 579 мм [1].

Рельеф исследуемого участка – предгорная слабоволнистая равнина. Почва – слитой чернозем, который можно отнести к тяжелым по механическому составу. Содержание физической глины (фракции 0,01 мм) по профилю довольно высокое –

до 78%. Слитые черноземы характеризуются уплотненным сложением, а, следовательно, недостаточной водно- и воздухопроницаемостью, а при выпадении обильных осадков они могут длительное время находиться в переувлажненном состоянии [7].

На лугу, на типичном, среднем его участке, закладывали 24 площадки для описания растительности, размером 1x1 метр. В пределах площадки производили описание травяного яруса, определяли и составляли список, считали количество видов растений на участке. Данные о видах растений, упоминаемых в тексте, подтверждены гербарными материалами, хранящимися в гербарии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет».

Результаты и обсуждение. Изучаемый луг является материковым суходольным. Использовался под сенокос и выпас скота, последние пять лет антропогенного вмешательства не испытывает. Высота травостоя 30 - 130 см., самый высокий – это коровяк густоцветковый (*Verbascum densiflorum* Bertol.). Сомкнутость травянистого покрытия достигает 100%. Луговой фитоценоз представлен травянистыми видами, приспособленными к совместному произрастанию, флора включает 44 вида высших растений из 16 семейств, 2 классов, 1 отдела. Таксономическая структура флоры луга представлена в таблице 1.

Таблица 1. Основные пропорции флоры луга

Table 1. Main proportions of meadow flora

Отдел /класс	Число видов	%	Число родов	%	Число семейств	%	Пропорции
Angiospermae (Magnoliophyta) В том числе:	44	100	35	100	16	100	3:2:1
Monocotyledoneae (Liliopsida)	13	30	10	29	2	13	6:5:1
Dicotyledoneae (Magnoliopsida)	31	70	25	71	14	87	2:1.5:1

Большинство видов (70%) принадлежит к классу двудольных Magnoliopsida. Соотношение двудольных и однодольных составляет примерно 3:1. Семейства класса Magnoliopsida в изучаемой флоре отображены на рисунке 1. Семейства Asteraceae и Rosaceae преобладают, остальные семейства, насчитывающие небольшое число видов, иногда единичное, но в тоже время они формируют 40% всех видов флоры (табл. 2).

Семейство Asteraceae представлено видами: тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), бодяк шерстистый (*Cirsium eriophorum* L.), осот шероховатый (*Sonchus asper* L.), чертополох колючий (*Carduus acanthoides* L.), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.), лопух дубравный (*Arctium nemorosum* LEJ.), череда облиственная (*Bidens frondosa* L.), мелкопестник однолетний (*Erigeron annuus* L.).

Семейство Rosaceae представлено видами: кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), слива колючая (*Prunus spinosa* L.), земляника зеленая

(*Fragaria viridis* Weston.), репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.). Семейство Lamiaceae: пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) живучка женовская (*Ajuga genevensis* L.), мята длиннолистная (*Mentha longifolia* (L.) Huds.). Также часто встречаются бобовые: клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.); лютиковые - виды рода *Ranunculus*; гречишные – щавель конский (*Rumex confertus* Willd.), щавель кислый (*Rumex crispus* L.).

Многовидовым доминантом лугового сообщества является семейство Poaceae класса Liliopsida, с видами: ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Desv.), плевел многолетний (*Lolium perenne* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss.), полевица волосовидная (*Agrostis capillaris* L.), райграс высокий (*Arrhenatherum elatius* L.), свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon* L.), овес пустой (*Avena fatua* L.).

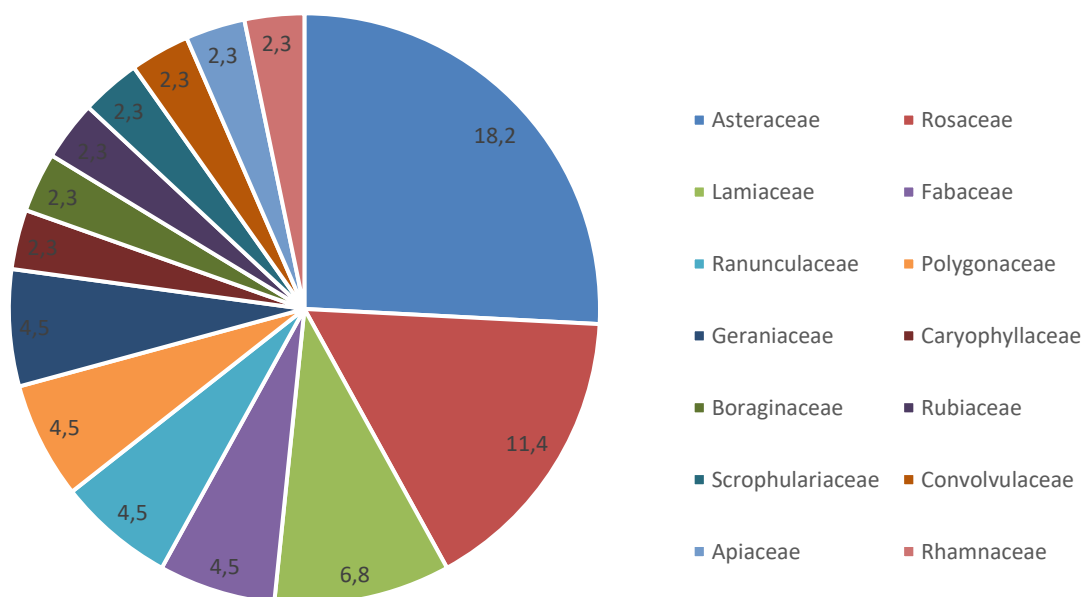


Рис.1. Соотношение видов семейств (%) класса Magnoliopsida
Fig. 1. Ratio of species of families (%) of the Magnoliopsida class

Таблица 2. Таксономическая характеристика флоры луга
Table 2. Taxonomic characteristics of the meadow flora

Семейства	Число видов	% от общего числа видов	Число родов	% от общего числа родов
Poaceae	12	27,3	10	25,6
Asteraceae	8	18,2	8	20,5
Rosaceae	5	11,4	5	12,8
Lamiaceae	3	6,8	3	7,7
Fabaceae	2	4,5	2	5,1
Ranunculaceae	2	4,5	1	2,6
Polygonaceae	2	4,5	1	2,6
Geraniaceae	2	4,5	1	2,6
Caryophyllaceae	1	2,3	1	2,6
Boraginaceae	1	2,3	1	2,6
Rubiaceae	1	2,3	1	2,6
Scrophulariaceae	1	2,3	1	2,6
Convolvulaceae	1	2,3	1	2,6
Apiaceae	1	2,3	1	2,6
Juncaceae	1	2,3	1	2,6
Rhamnaceae	1	2,3	1	2,6

Первостепенную роль при оценке флоры играют первые три семейства (первая триада) флористического спектра, определяющие «тип» флоры, вспомогательную – вторая триада, определяющая «подтип» флоры [12]. По первой триаде спектра (табл. 2) изучаемый луг соответствует флоре Голарктического флористического царства (As-Po-Fa), с тем исключением, что количество видов Poaceae превышает семейство Asteraceae, и третье место занимает семейство Rosaceae, что говорит о близости к среднеевропейским флорам.

Оценка жизненных форм по Раункиеру показала преобладание гемикриптофитов (56,8%) – это группа корневищных злаков; далее терофитов (25,1%), например, незабудка полевая (*Myosotis arvensis* L. Hill.), смолевка луговая (или дрема белая) (*Silene latifolia* Poir.); криптофитов (13,6%) пример – пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Desv.); фанерофитов (4,5%) – это слива колючая (*Prunus spinosa* L.). Особенность гидроморфологической структуры расти-

тельности в том, что она состоит из типичных мезофитов, которые составляют 79,5% от общего количества таксонов. Группа ксеромезофитов, ксерофитов и мезоксерофитов составляет 15,9%. Оставшаяся группа 4,6% – гигромезофиты.

В связи с тем, что в последние годы сенокосение не производится, луг начинает зарастать кустарниковой растительностью, такой как жостер мелкоплодный (*Rhamnus microcarpa* Bnoiss.) и слива колючая (*Prunus spinosa* L.). Основу лугового фитоценоза составляют многолетние травы (71,4% от общего количества видов), двулетние (21,4%), однолетние (2,7%) и многолетние кустарники (4,5%).

Анализируя количественное соотношение биоморф травянистых растений, определили, что стержнекорневые составляют 36,4%: смолевка луговая (или дрема белая) (*Silene latifolia* Poir.), герань луговая (*Geranium pratense* L.), незабудка полевая (*Myosotis arvensis* L. Hill.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd.), щавель кислый

(*Rumex crispus* L.) и др.; короткокорневищные 22,7 %: кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), земляника зеленая (*Fragaria viridis* Weston.) и др.; длиннокорневищные - 20,4%: выюнок полевой

(*Convolvulus arvensis* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Desv.), свинорой пальчатый (*Cynodon dactylon* L.) и др.; рыхлодерновинные – 11,4% мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) и др. (табл. 3).

Таблица 3. Количественное соотношение биоморф многолетних трав
Table 3. Quantitative ratio of biomorphs of perennial grasses

№ п/п	Жизненная форма	Количество видов	
		Шт.	% от общего числа
1.	Стержнекорневой	16	36,4
2.	Короткокорневищный	10	22,7
3.	Длиннокорневищный	9	20,4
4.	Рыхлодерновинный	5	11,4
5.	Кистекарневой	2	4,5
6.	Плотнодерновинный	1	2,3
7.	Рыхлокустовой	1	2,3
Итого:		44	100

Согласно В.Р. Вильямсу, формирование лугового ценоза происходит в три стадии: корневищных злаков (молодость луга), рыхлокустовых злаков (зрелость луга) и плотнокустовых злаков (старость луга) [11]. В анализируемом луге наблюдаем преобладание корневищных растений, в то же время появляются плотнодерновинные и рыхлокустовые – все это говорит о поздней стадии зрелости луга.

Эколого-фитоценотическая характеристика луга отражает количественное соотношение видов флоры, приуроченных к определенным ценозам. Основная масса растительности луговая - 47,7 %, сорно-луговая – 13,6%, сорная – 20, 4%, лугово-лесная – 6,8%, лесная – 4,5%, опушечно – лесная и лугово – степная по 2,3%. Высокая доля сорной растительности отражает антропогенную нагрузку – это расположение возле поселка и грунтовой дороги.

Одной из задач исследования являлась идентификация лекарственных растений, произрастающих на лугу. В государственную фармакопею (ГФ) XV издания входит лекарственное растительное сырье

(ЛРС) пустырника травы ФС.2.2.0034 и тысячелистника обыкновенного трава ФС. 2.5.01.01. В ГФ XIV издания есть статьи по ЛРС: жостер слабительные плоды ФС. 25.0014.15, мяты перечной листья ФС. 25.0029.15, щавеля конского корни ФС. 25.0052.15. Эти растения произрастают на лугу, что дает возможность культивировать их в данной местности. Агротехника выращивания мяты перечной, пустырника пятилопастного, тысячелистника обыкновенного хорошо известна и представлена в научных трудах Шуваева Т.П., Плотникова А.А. Ермолаевой М.В. [2, 10, 13].

В литературных источниках опубликованы данные по оценке роста и продукции фотосинтетических пигментов и летучих компонентов *Achillea millefolium* L. при различных типах орошения. Отмечается, что содержание хлорофилла a, b, и каротиноидов выше при наименьшем поливе, также повышенная доступность воды снижает сложность летучей фракции эфирного масла, поэтому рекомендуется выращивать тысячелистник при умеренном поливе [17, 18].

В то же время, в связи с изменением климата, многочисленные научные работы посвящены влиянию стресса, вызванного засухой, на сельскохозяйственные культуры, в том числе на лекарственные и ароматические растения. Авторы выделяют важность подбора толерантных и засухоустойчивых экотипов пустырника, мяты для культивирования [15, 16, 19, 20].

В заключение можно отметить, что исследуемый фитоценоз является злаково-разнотравный лугом, большинство растений мезофиты (79,5%). По количеству видов в семействах растений луг соответствует флоре Голарктического флористического царства. На лугу произрастает 44 вида высших растений из 16 семейств, 2 классов, 1 отдела. Многовидовым, доми-

нантам лугового сообщества является семейство Poaceae класса Liliopsida. Из класса Magnoliopsida в изучаемой флоре преобладают семейства Asteraceae и Rosaceae, остальные семейства класса Magnoliopsida моновидовые, но в то же время они формируют 40% флоры. Основу лугового фитоценоза составляют многолетние корневищные травы, что говорит о том, что луг находится в зрелой стадии. Близость поселка и грунтовой дороги оказывает антропогенную нагрузку, которая отражается в том, что основная масса растительности луговая, сорно-луговая и сорная. На лугу произрастают травы, входящие в Государственную фармакопею XV издания: это пустырник пятилопастной и тысячелистник обыкновенный.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Девтерова Н.И. Возделывание злаково-бобовых трав в условиях южно-предгорной зоны Адыгеи. Новые технологии. 2016; 2: 105-110.
2. Ермолаева М.В. Разработка основных элементов технологии выращивания семян пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* L.) в предгорной зоне Крыма: автореф. дис. ... канд. с.-хоз. наук. Краснодар; 2020.
3. Зернов А.С., Зернов А. С. Растения российского Западного Кавказа: полевой атлас. М.: КМК; 2010.
4. Иванов А.Л. Флора Предкавказья и её генезис. Ставрополь: СГУ; 1998.
5. Косенко И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос; 1970.
6. Мамсиоров Н.И., Дагужиева З.Ш. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на продуктивность озимой пшеницы в Адыгее. Новые технологии. 2016; 2: 117-123.
7. Матецкая А.Ю., Ермолаева О.Ю. Изучение кавказской флоры во время летних полевых практик [Электронный ресурс]. Живые и биокосные системы. 2023; 45. URL: <https://jbks.ru/archive/issue-45/article-1>; DOI: 10.18522/2308-9709-2023-45-1
8. Османова Г.О., Фирулина И.И. Таксономический состав суходольных и пойменных лугов заповедника «Большая Кокшага». Самарский научный вестник. 2022; 11(2): 97-102.

9. Плотников А.А. Агроэкологическое обоснование технологии возделывания тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-хоз. наук. Кострома; 2009.
10. Работнов Т.А. Луговедение: учебник. 2-е изд. М.: МГУ; 1984.
11. Хохряков А.П. Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике. Ботанический журнал. 2000; 85(5): 1-11.
12. Шуваева Т.П., Бородкина А.П. Технология возделывания мяты перечной на Кубани. Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2013; 2 (155/156).
13. Шхагапсоев С.Х., Надзирова Р.Ю., Шхагапсоева К.А. Луговые степи Кабардино-Балкарии: состав, охрана. Степная Евразия - устойчивое развитие: сборник материалов международного форума (Ростов-на-Дону, 27-30 сент. 2022 г.). Ростов н/Д: ЮФУ; 2022: 270-272.
14. Abdi G., Shokrpour M., Salami S. Essential oil composition at different plant growth development of peppermint (*Mentha x piperita* L.) under water deficit stress. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 2019; 22(2): 431-440.
15. Barnes J., Anderson L.A., Phillipson J.D. Monograph Motherwort. In: Herbal Medicines. Pharmaceutical Press, London; 2007: 354-356.
16. Bourdota G.W. A study of the growth and development of yarrow (*Achillea millefolium* L.) (core.ac.uk) Lincoln college; 1980: 314.
17. Choi W.Y., Kang, S.Y., Park H.K., Kim S.S., Lee K.S., Shin H.T., Chai S.Y. Effects of waterstress by PE on growth and physiological traits in rice seedlings. Korean Journal of Crop Science. 2000; 45(2): 112-117.
18. Fatemeh Borna, Vahideh Nazeri, Fatemeh Ghaziani, Majid Shokrpour Morphological and physiological response of some Iranian ecotypes of *Leonurus cardiaca* L. to drought stress Journal of horticulture and postharvest research. 2021; 4(3): 289-302.
19. Ivan C.A. Alvarenga, Fernanda V. Pacheco, Amauri A. Alvarenga, Suzan K.V. Bertolucci and Jose Eduardo B.P. Pinto Growth and production of volatile compounds of yarrow *Achillea millefolium* L. under different irrigation depths. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2018: 1-10.

REFERENCES

1. Devterova N. I. Cultivation of cereal-legume grasses in the conditions of the southern foothill zone of Adygea. New technologies. 2016; 2: 105-110. (In Russ.)
2. Ermolaeva M.V. Development of the main elements of the technology for growing motherwort seeds (*Leonurus quinquelobatus* L.) in the foothill zone of Crimea abstract of dis. ... PhD (Agr.): Krasnodar; 2020 (In Russ.)
3. Zernov A.S., Zernov A. S. Plants of the Russian Western Caucasus: field atlas. Moscow: KMK; 2010. (In Russ.)
4. Ivanov A.L. Flora of the Ciscaucasia and its genesis. Stavropol: Publishing house of Saratov State University; 1998. (In Russ.)
5. Kosenko I.S. Identifier of higher plants of the North-West Caucasus and Ciscaucasia: Ministry of agriculture of the USSR. Kuban agricultural in-ty. Moscow: Kolos; 1970. (In Russ.)
6. Mamsirov N.I., Daguzhieva Z.Sh. Effect of mineral fertilizers and growth regulators on the productivity of winter wheat in Adygea. New technologies. 2016; 2: 117-123. (In Russ.)

7. Matetskaya A.Yu., Ermolaeva O.Yu. Study of the Caucasian flora during summer field practices [Electronic resource]. Living and bio-inert systems. 2023; 45. URL: <https://jbks.ru/archive/issue-45/article-1>. DOI: 10.18522/2308-9709-2023-45-1 (In Russ.)
8. Osmanova G.O., Firulina I.I. Taxonomic composition of dry and floodplain meadows of the Bolshaya Kokshaga Nature Reserve. Samara Scientific Bulletin. 2022; 11(2): 97-102. (In Russ.)
9. Plotnikov A.A. Agroecological substantiation of the technology of cultivation of common yarrow (*Achillea millefolium* L.) in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone: abstract of the dis. ...PhD (Agr.): Kostroma; 2009. (In Russ.)
10. Rabotnov T.A. Meadow Science: a textbook for the specialty of Biology / T. A. Rabotnov. 2nd ed. Moscow: Moscow State University Publishing House; 1984. (In Russ.)
11. Khokhryakov A.P. Taxonomic spectra and their role in comparative floristry. Botanical journal. 2000; 85(5): 1-11. (In Russ.)
12. Shuvaeva T.P., Borodkina A.P. Technology of peppermint cultivation in Kuban // Oilseed crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops. 2013; 2(155/156). (In Russ.)
13. Shkhagapsoev S.Kh., Nadzirova R.Yu., Shkhagapsoeva K.A. Meadow steppes of Kabardino-Balkaria: composition, protection // Steppe Eurasia - sustainable development: collection of materials from the international forum, (Rostov-on-Don, September 27–30, 2022). Rostov-on-Don: Southern Federal University; 2022: 270-272. (In Russ.)
14. Abdi G., Shokrpour M., Salami S. Essential oil composition at different plant growth development of peppermint (*Mentha x piperita* L.) under water deficit stress. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 2019; 22(2): 431-440.
15. Barnes J., Anderson L.A., Phillipson J.D. Monograph Motherwort. In: Herbal Medicines. Pharmaceutical Press, London; 2007: 354-356.
16. Bourdota G.W. A study of the growth and development of yarrow (*Achillea millefolium* L.) (core.ac.uk) Lincoln college; 1980: 314.
17. Choi W.Y., Kang, S.Y., Park H.K., Kim S.S., Lee K.S., Shin H.T., Chai S.Y. Effects of water stress by PE on growth and physiological traits in rice seedlings. Korean Journal of Crop Science. 2000; 45(2): 112-117.
18. Fatemeh Borna, Vahideh Nazeri, Fatemeh Ghaziani, Majid Shokrpour Morphological and physiological response of some Iranian ecotypes of *Leonurus cardiaca* L. to drought stress Journal of horticulture and postharvest research 202; 4(3): 289-302.
19. Ivan C.A. Alvarenga, Fernanda V. Pacheco, Amauri A. Alvarenga, Suzan K.V. Bertolucci and Jose Eduardo B.P. Pinto Growth and production of volatile compounds of yarrow *Achillea millefolium* L. under different irrigation depths. Anais da Academia Brasileira de Ciências; 2018: 1-10.

Информация об авторе / Information about the author

Дьякова Ирина Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры фармации, фармацевтического факультета, Медицинский институт, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, e-mail: djakova_irina@rambler.ru

Irina N. Djakova, PhD (Biol.), Associate Professor, the Pharmacy Department, Pharmaceutical Faculty, Medical Institute, Maikop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., e-mail: djakova_irina@rambler.ru

Поступила в редакцию 27.06.2024

Поступила после рецензирования 29.07.2024

Принята к публикации 08.07.2024

Received 27.06.2024

Revised 29.07.2024

Accepted 08.07.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-126-136>
УДК [634.22:620.2] (470.64)



Оценка товарных и вкусовых качеств плодов сливы в предгорьях Кабардино-Балкарии

А.В. Сатибалов✉, З.М. Буттаева

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

Аннотация. Выведение сортов с высокими товарными и потребительскими качествами плодов является одним из приоритетных направлений в селекции и сортоизучении сливы домашней. В соответствии с этим оценка некоторых товарных и потребительских качеств плодов у сортов сливы в специфических условиях гор и предгорий региона представляет большой практический и научный интерес. С учётом требований рынка и ростом потребительского спроса к плодовой продукции необходимо постоянно обновлять сортимент сливы. В этой связи нами проводится сортоизучение сортов и гибридных форм сливы домашней для последующего отбора сортообразцов, обладающих высокими товарными характеристиками (масса плода, их одномерность и форма, покровная окраска, аромат, сочность мякоти, вкус и др.). В результате проводимых исследований выделены сортообразцы, обладающие наилучшими товарными и вкусовыми свойствами плодов. Высоким содержанием сахаров отличились сорта Чачакская ранняя – 18,8%, Гроссо де Фелицио – 16,5%, Биг Харт – 14,7%, Милена – 13,8%, Великий Герцог – 12,7%. По содержанию органических кислот отмечены сорта Биг Харт – 1,31%, Великий Герцог – 1,1%, Милена – 0,92%, Чачакская ранняя – 0,9%, Гросса де Фелисио – 0,89%. Витамина «С» больше всего содержится в плодах сортов Биг Харт – 7,85%, Гросса де Фелисио – 6,34%, Анжелины – 6,2%, Киргизская превосходная – 5,34%. Величина плодов является одним из характерных сортовых свойств, несмотря на то что в немалой степени она обуславливается условиями культивирования, используемой агротехникой, возрастом растения, загрузкой его урожаем, сорто-подвойной комбинацией, а также рядом других обстоятельств. Наиболее высокие показатели массы плода имеют сорта: Биг Харт – 39,1 г, Киргизская превосходная – 46,3 г, Жёлтая Афаска – 53,3 г, Жёлтая крупная – 56,0 г, Кабардинская ранняя – 59,0 г, Фортуна – 65,1 г, Блек Стар – 78,7 г, Байрон Голд – 84,2 г, Гросса де Фелисио – 85,3 г, Анжелины – 87,0 г, Ти чи сан – 97,1 г, Бербанк Гигант – 120,0 г.

Ключевые слова: слива, сорта, товарные качества, вкусовые качества плодов

Для цитирования: Сатибалов А.В., Буттаева З.М. Оценка товарных и вкусовых качеств плодов сливы в предгорьях Кабардино-Балкарии. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):126-136. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-126-136>

Evaluation of commercial and taste qualities of plum fruits in the foothills of Kabardino-Balkaria

A.V. Satibalov✉, Z.M. Buttaeva

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

Abstract Breeding varieties with high commercial and consumer qualities of fruits is one of the priority areas in the selection and variety study of domestic plum. Accordingly, the evaluation of some commercial and consumer qualities of fruits in plum varieties in the specific conditions of the mountains and foothills of the region is of great practical and scientific interest. Taking into account market requirements and the growth of consumer demand for fruit products, it is necessary to constantly update the range of plums. In this regard, varieties and hybrid forms of European plum for the subsequent selection of variety samples with high commercial characteristics have been studied (fruit weight, their uniformity and shape, cover color, aroma, pulp juiciness, taste, etc.). As a result of the studies, variety samples with the best commercial and taste properties of fruits have been selected. The following varieties have been distinguished by a high sugar content: Čačakška rannyaya - 18.8%, Grosso de Felicio - 16.5%, Big Heart - 14.7%, Milena - 13.8%, Velikiy Gertsog - 12.7%. The following varieties have been noted for the content of organic acids: Big Heart - 1.31%, Velikiy Gertsog - 1.1%, Milena - 0.92%, Čačakška rannyaya - 0.9%, Grossa de Felicio - 0.89%. Vitamin C is found in the highest amounts in the fruits of the following varieties: Big Heart – 7.85%, Grossa de Felicio – 6.34%, Angelina – 6.2%, Kyrgyzskaya Prevoskhodnaya – 5.34%. The size of the fruit is one of the characteristic varietal properties, despite the fact that it is largely determined by the cultivation conditions, the agricultural technology used, the age of the plant, its crop load, the variety-rootstock combination, as well as a number of other circumstances. The highest fruit weights are shown by the following varieties: Big Heart - 39.1 g, Kyrgyzskaya Prevoskhodnaya - 46.3 g, Zheltaya Afaska - 53.3 g, Zheltaya Large - 56.0 g, Kabardinskaya Rannyaya - 59.0 g, Fortuna - 65.1 g, Black Star - 78.7 g, Byron Gold - 84.2 g, Grossa de Felicio - 85.3 g, Angelina - 87.0 g, Ti Chi San - 97.1 g, Burbank Giant - 120.0 g.

Keywords: plum, varieties, commercial qualities, taste qualities of fruits

For citation: Satibalov A.V., Buttaeva Z.M. Evaluation of commercial and taste qualities of plum fruits in the foothills of Kabardino-Balkaria. *Novye tehnologii // New technologies*. 2024;20(3):126-136. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-126-136>

Введение. В современном обществе проблема избыточной массы тела становится всё более актуальной. Это обусловлено рядом факторов, таких как потребление высококалорийных продуктов, несбалансированное питание и дефицит важных биологически активных веществ и микроэлементов. В результате подобного образа жизни происходит сокращение защитных функций организма, ведущих к усилению вероятности прогрессирования всевозможных заболеваний, включая сахарный диабет, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, гипертонию, остеопороз и другие.

Сложившееся положение достигло такого размера, когда пути решения

данной проблемы вышли на государственный уровень. Так, например, Министерством здравоохранения РФ были разработаны рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания в целях укрепления здоровья населения, профилактики неинфекционных заболеваний и состояний, обусловленных недостатком микронутриентов. В продовольственный рацион жителей нашей страны включены продукты натурального происхождения, обладающие высоким качеством в необходимом объёме, что подразумевает сохранение и поддержание здоровья, а также усиление защитных свойств и систем человеческого организма.

Согласно «Доктрине о продовольственной безопасности Российской Федерации» стратегической целью России является обеспечение населения безопасной, качественной и доступной сельскохозяйственной продукцией, сырьём и продовольствием в объёмах, обеспечивающих рациональные нормы потребления пищевой продукции [1].

Для решения проблемы необходимо обратить внимание на изменение пищевых привычек и повышение осведомлённости населения о здоровом образе жизни. Немаловажное значение имеет увеличение потребления фруктов, овощей, ягод, а также сокращение объёма употребляемых в пищу энергетически насыщенных продуктов.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует съедать в день не менее четырёхсот граммов фруктов, овощей, ягод. Данное количество составляет не менее пяти порций, из которых три порции – овощи и две порции – фрукты и (или) ягоды. Потребление такого количества разнообразных продуктов будет способствовать получению необходимого количества жизненно важных для человеческого организма витаминов, воды, минеральных соединений, фитопитательных веществ, клетчатки.

В этой связи среди всех отраслей растениеводства особое место отводится садоводству, основной целью которого на данном этапе является насыщение населения плодово-ягодной продукцией.

Косточковые – прекрасный продукт для потребления в свежем виде, ценное сырьё для промышленной переработки. Эти культуры скороплодны и скороспелы. Современные сорта сливы характеризуются высокой урожайностью, устойчивостью к болезням и вредителям, при этом сочетают в себе превосходные вкусовые качества плодов с привлекательным товарным видом [2...10].

Слива – распространённая скороплодная косточковая культура, занимающая почётное третье место после яблони и груши. Её часто называют жемчужиной сада. Среди плодовых деревьев слива – одно из самых урожайных. Подобрать сорта по срокам созревания, при соблюдении правил сбора и хранения урожая можно употреблять свежие плоды более пяти месяцев в году. Она считается одной из самых распространённых и зимостойких косточковых пород из плодовых культур, с успехом возделываемых во всех плодовых зонах садоводства Северного Кавказа [11...16]. Это объясняется тем, что плоды сливы обладают прекрасными вкусовыми качествами, а их лечебно-профилактические характеристики демонстрируют неотъемлемую ценность в диетическом питании человека.

Сливы более калорийны, чем яблоки, груши, абрикосы и персики, но менее калорийны, чем виноград и вишня. Они содержат много сахаров, органических кислот, витаминов, биологически активных веществ, пектинов и других важных микроэлементов. Среди минеральных солей в сливах преобладают соли калия, способствующие выведению воды и хлорида натрия из организма, содействуют улучшению работы сердца. Свежие плоды имеют в своём составе витамины группы «В», необходимые для укрепления нервной системы и улучшения белкового обмена, а также некоторое количество каротина и витамина «С» (аскорбиновая кислота). Пектиновые вещества и клетчатка, которых много в плодах сливы, улучшают работу желудка, обезвреживают ядовитые соединения, способствуют выведению из организма холестерина. Имеющиеся в плодах Р-активные вещества способствуют лечению гипертонии, воспаления лёгких, туберкулеза, ряда заболеваний, связанных с нарушением проницаемости капилляров.

В черносливе (сушёная слива) наблюдается насыщенное содержание каротина и клетчатки. При этом в отличие от свежих плодов сливы чернослив характеризуется высокой калорийностью (291 калория, а в свежей сливе – 49 калорий). Народная медицина рекомендует употреблять в пищу сливу при атеросклерозе, ревматизме, болезнях почек, печени и желудочно-кишечных заболеваниях [17...21].

Плоды сливы применяются в производстве детского питания, фармакологии, в кондитерской продукции, а также в производстве соков, компотов, цукатов, пюре, чернослива и т.д.

Цель исследований – оценка плодов сортообразцов сливы по совокупности товарных и вкусовых характеристик, выделение наиболее перспективных генотипов для использования в дальнейшей селекционной работе на улучшение товарных и вкусовых качеств плодов.

Объекты исследований. Объектами исследований служат 29 интродуцированных и местных сортов сливы домашней. Сад заложен в 2014 году, схема посадки 5х4, подвой алыча.

Методика исследований. Все исследования проводятся с использованием стандартных общепринятых в плодоводстве методик. Полевые учёты и наблюдения при определении характера роста и развития дерева и плода выполнены по общепринятой «Программе и методике изучения сортов плодовых, ягодных и орехоплодных культур» Всероссийского НИИ садоводства им. И.В. Мичурина (1973) [22], «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [23].

Исследования проходят в условиях предгорной плодовой зоны садоводства Кабардино-Балкарской Республики на принципах системного анализа степени ответственности в системе «генотип – среда»,

где в качестве «генотипа» выступают сорта и гибридные формы груши, а в качестве «среды» – основные лимитирующие факторы рассматриваемой плодовой зоны.

Обсуждение результатов исследований. Предгорная плодовая зона садоводства Кабардино-Балкарии характеризуется как довольно обширная, оптимально сочетающая все природные факторы для возделывания большинства плодовых культур, в том числе и сливы. Здесь наиболее благоприятная агроклиматическая среда, где сглажены перепады температур, особенно в зимне-весенний период, что способствует лучшей сохранности плодовых почек и получению регулярных урожаев качественных плодов.

При хозяйственной оценке сорта качество плодов является одним из важнейших направлений исследований. Основными параметрами выступают товарный вид и вкусовые качества плодов. Товарные качества – это комплексный показатель, который обуславливается внешними атрибутами. Практически любой признак влияет на качество и сказывается на потребительской ценности. Плоды, характеризующиеся лучшими характеристиками, презентабельным внешним видом и десертным вкусом, являются более ценными для потребления. В понятие «качество» включают совокупность особенностей продукта, обуславливающих его потребительскую ценность и формирующихся рядом факторов: биологическими особенностями сорта, погодно-климатическими условиями региона культивирования, используемыми агротехническими приёмами и т.д.

Привлекательность внешнего вида плодов сливы определяется рядом факторов, таких как основная и покровная окраска, величина и форма. Лучшие вкусовые качества и внешний вид делают плоды более ценными для употребления в свежем виде. Однако качество плодов может варь-

ироваться в зависимости от местоположения сада, его состояния, погодно-климатических условий и применяемых агротехнических мероприятий.

Особенно привлекательными плоды сливы становятся, если они имеют красивую окраску, правильную форму и крупные размеры. Мелкие плоды менее привлекательны и не пользуются спросом у покупателей, поэтому они экономически малоэффективны для технической переработки. Величина плодов является характерным сортовым признаком, но она также зависит от условий возделывания, агротехники, возраста и состояния дерева, нагрузки урожаем, подвоя и некоторых других факторов.

Краткая характеристика изучаемых нами сортообразцов по формированию ими массы и величины плодов приведена в таблице 1.

Как видно из данных таблицы, наиболее высокие показатели массы плода имеют из раносозревающих сортов: Биг Харт – 39,1 г, Фортуна – 65,1 г, Бербанк Гигант – 120,0 г У среднесозревающих по крупноплодности выделяются сорта: Киргизская превосходная – 46,3 г, Жёлтая крупная – 56,0 г, Кабардинская ранняя – 59,0 г, Блек Стар – 78,7 г. Из позднесозревающих сортообразцов по массе плода выделяются: Жёлтая Афаска – 53,3 г, Байрон Голд – 84,2 г, Гросса де Фелисио – 85,3 г, Анжелина – 87,0 г, Ти чи сан – 97,1 г.

Таблица 1. Средняя масса плодов сливы
Table 1. Average weight of plum fruits

Сорта	Средняя масса плода, г	Критерий существенности, t, %
Раносозревающие сорта		
Фортуна	65,1±5,8	11,2
Бербанк Гигант	110,0±9,6	11,5
Биг Харт	39,1±4,4	8,9
Герман	24,4±3,7	6,6
Супериор	24,7±3,8	6,5
Среднесозревающие сорта		
Кабардинская ранняя	59,0±5,5	10,7
Киргизская превосходная	46,3±4,8	9,6
Милена	26,3±4,1	6,4
Жёлтая медовая	26,4±3,7	7,1
Жёлтая крупная	56,0±5,8	9,7
Блек Стар	78,7±7,7	10,2
Дичка тернослива	12,8±3,0	4,3
Позднесозревающие сорта		
Анжелина	87,0±7,6	11,5
Байрон Голд	84,2±7,2	11,7
Гросса де Фелисио	85,3±6,4	13,3
Ти чи сан	97,1±7,9	12,3
Октоубер Сан	60,2±5,6	10,8
Великий Герцог	47,4±4,8	9,9
Жёлтая Афаска	53,3±4,9	10,8

Наиболее значимыми критериями при хозяйственной оценке сорта являются вкусовые качества плодов, а также содержание органических кислот, сахаров и витаминов, которые зависят от почвенных и климатических условий года, а также агротехнических мероприятий, проводимых в саду. Оптимальное соотношение сахаров и кислот обеспечивает высокие вкусовые качества плодов сортообразцов сливы. В наших исследованиях высоким содержанием сахаров отличились сорта Биг Харт –

14,7 %, Гроссо де Фелицио – 16,5 %, Чачакская ранняя – 18,8 %. Повышенным содержанием кислот характеризовались сорта Чачакская ранняя – 0,90 %, Милена – 0,92 %, Великий Герцог – 1,10 %, Биг Харт – 1,31 %. Витамина «С» больше всего содержится в плодах сортов Биг Харт – 7,85%, Гроссо де Фелицио – 6,34 %, Анжелина – 6,2 % и Киргизская превосходная – 5,34 %.

В таблице 2 представлен биохимический состав некоторых изучаемых сортообразцов.

Таблица 2. Биохимический состав плодов сливы
Table 2. Biochemical composition of plum fruits

Сорт	Сухие вещества, %	Сахара, %	Кислоты, %	Витамин «С», %	Сахаро-кислотный индекс
Стенлей	15,2±1,3	12,9±0,47	0,74±0,02	4,6±0,3	17,4
Чачакская ранняя	27,1±2,8	18,8±1,25	0,90±0,04	3,42±0,1	20,9
Биг Харт	17,0±1,5	14,7±0,39	1,31±0,06	7,85±1,5	11,2
Киргизская превосходная	12,3±1,0	11,2±0,38	0,51±0,02	5,34±0,9	22,0
Кабардинская ранняя	14,6±1,3	12,2±0,41	0,62±0,02	4,4±0,3	19,7
Милена	18,4±1,4	13,8±0,35	0,92±0,03	2,84±0,07	15,0
Блек Стар	15,5±1,2	12,4±0,40	0,83±0,05	4,77±1,6	14,9
Анжелина	11,9±1,1	10,2±0,44	0,67±0,03	6,20±1,1	15,2
Гроссо де Фелицио	22,9±2,5	16,5±1,13	0,89±0,04	6,34±1,3	18,5
Великий Герцог	12,9±1,2	12,7±0,33	1,10±0,05	3,1±0,2	11,5

Одним из показателей, отражающих уровень вкусовых качеств плодов, является сахарокислотный индекс. Общепринято, что наилучшим вкусом обладают плоды сливы с преобладающим содержанием сахаров и относительно небольшим показателем кислот. На момент полной зрелости плодов у основной массы выделившихся по вкусовым качествам сортообразцов он составил в пределах 13,5...20,9, что свидетельствует об их хорошем вкусе, так как нормой принято считать значения в пределах 14,0...18,0 и выше. Высокие показате-

ли вкуса были отмечены у сортов Чачакская ранняя, Гроссо де Фелицио, Стенлей, Киргизская превосходная, Анжелина, у которых сахаро-кислотный индекс составлял 13,5 и более. Невысокий сахаро-кислотный индекс был у сортов Биг Харт, Кубанская комета, Великий Герцог, Милена, что указывает на менее выраженные вкусовые качества плодов.

Вкусовые качества фруктов определяют в момент их полной потребительской зрелости. Плоды, предназначенные для потребления в свежем виде, должны быть

достаточно крупными. Гармоничное сочетание сахара и кислоты даёт плодам необыкновенный вкус. Дегустационная оценка плодов ранних сортов сливы была проведена в середине июля. На дегустации был выделен сорт югославской селекции Чачакская ранняя. Плод отличается замечательным вкусом. Внешне очень привлекательный, матово-синий с серебристым отблеском. Покров восковым налётом, который без труда стирается. По шву легко ломается напополам. Мякоть средней плотности, волокнистая, жёлто-зелёного цвета. Сочная и ароматная с приятным послевкусием. Косточка хорошо отделяется от мякоти. Вкус сладкий с нежной кислинкой.

В конце второй декады августа была проведена дегустация сортов среднего срока созревания. По внешнему виду и вкусовым качествам были отмечены сорт Киргизская превосходная.

Киргизская превосходная (азиатка) – результат работы киргизских селекционеров. Плоды довольно крупные, овальной формы, окрашены в фиолетово-красный тон. Покров восковым налётом. Мякоть плотная, жёлто-зелёного цвета, очень сочная и сладкая. Отделяемость косточки средняя.

Все изучаемые сорта имеют привлекательный окрас, покрыты восковым налётом.

Выводы. В результате комплексной оценки показателей товарных и биохимических качеств плодов были выделены наиболее ценные сортаобразцы сливы: Биг

Харт, Фортуна, Бербанк Гигант, Киргизская превосходная, Жёлтая крупная, Блек Стар, Жёлтая Афаска, Байрон Голд, Гросса де Фелисио, Анжелина, Ти чи сан.

Высокие показатели массы плода имеют из числа раносозревающих сортов Биг Харт (39,1 г), Фортуна (65,1 г), Бербанк Гигант (120 г). У среднесозревающих выделились сорта: Киргизская превосходная (46,3 г), Жёлтая крупная (56,0 г), Кабардинская ранняя (59,0 г), Блек Стар (78,7 г). Среди поздосозревающих сортов по крупноплодности выделяются Жёлтая Афаска (53,3 г), Байрон Голд (84,2 г), Гросса де Фелисио (85,3 г), Анжелина (87,0 г), Ти чи сан (97,1 г).

Высоким содержанием сахаров отличились сорта – Гросса де Фелисио (16,5%), Чачакская ранняя (18,8%), Биг Харт (9,9%). Больше всего витамина «С» содержится в плодах сортов – Биг Харт (7,85%), Гросса де Фелисио (6,34%) и Киргизская превосходная (5,34%).

Вышеперечисленные сортаобразцы отличаются крупными размерами плодов, характеризуются высокими дегустационными показателями, содержат оптимальное количество сахаров, кислот, витаминов, отличаются наилучшим сахарокислотным индексом.

Таким образом, выделенные выше сорта рекомендуются для расширения существующего промышленного сортамента сливы домашней в Кабардино-Балкарии, а также для привлечения к селекционной работе.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/564161398>.

2. Kaufmane E., Gravite I., Ikase L. Plum research and growing in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. De Gruyter Poland*. 2019; 73(3): 195-206.
3. Milosevic N. Productive traits of some newly introduced plum cultivars grown under environmental conditions of Cacak (Western Serbia). *II EUFRIN Plum and Prune Working Group Meeting on Present Constraints of Plum Growing in Europe*. 2010; 968: 87-91.
4. Maghlakelidze E., Bobokashvili Z., Maghradze D. Biological and agronomical characteristics of local and introduced plum (*Prunus domestica* L.) cultivars in Georgia. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 2017; 4(2): 157-166.
5. Bilal W. et al. Physical and chemical attributes of various cultivars of Plum fruit. *Pure and Applied Biology (PAB)*. 2021; 4(3): 353-361.
6. Suranyi D. Evaluation of introduced plum varieties under extreme climatic conditions // *International Journal of Horticultural Science*. 2019; 25(1): 7-10.
7. Ерёмин Г.В. Использование методов предварительной селекции при выведении домашней сливы на юге России. *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2018; 19: 34-38.
8. Ерёмин Г.В., Гореликова О.А. Новый перспективный сорт сливы домашней Жемчужина Юга для возделывания в регионах Северного Кавказа. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023; 82(4): 39-47.
9. Шерстобитов В.В. Хозяйственно-экономическая оценка сливы домашней и алычи в предгорной зоне Адыгеи. *Новые технологии*. 2021; 17(4): 132-141.
10. Gaši F., Sehic J., Grahic J. et al. Genetic assessment of the pomological classification of plum *Prunus domestica* l. accessions sampled across Europe. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2020; 67: 1137-1161. doi: 10.1007/s10722-020-00901.
11. Лучков П.Г., Кудяев Р.Х., Расулов А.Р. и др. Интенсификация горного садоводства в предгорьях Центральной части Северного Кавказа. *Аграрная наука*. 2010: 22-23.
12. Кумахов А.А. Способ посадки сливы в молодом сливовом саду на террасах в предгорьях центральной части северного Кавказа. *NovaInfo. Сельскохозяйственные науки*. 2016; 1(50): 68-71.
13. Заремук Р.Ш. Совершенствование элементов технологии производства плодов косточковых культур в условиях проявления климатических стрессов на Северном Кавказе [Электронный ресурс]. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2013; 19(1): 38-47. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/01/05.pdf>.
14. Ерёмин Г.В., Ерёмин В.Г. Клоновые подвои для интенсивных технологий возделывания сливы, персика и абрикоса на Северном Кавказе [Электронный ресурс]. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020; 64(4): 106-117. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/04/09.pdf>.
15. Заремук, Р.Ш. Селекция сливы домашней на качество плодов [Электронный ресурс]. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2012; 14(2): 1-8. Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/12/02/01.pdf>.
16. Емишев Х.С., Сатибалов А.В. Сорта сливы для промышленной переработки. *Новации и эффективность производственных процессов в плодоводстве. Т. 2. Краснодар: СКЗНИИСиВ; 2005: 334-340.*
17. Причко Т.Г., Чалая Л.Д., Мачнева И.А. Биохимическая оценка плодово-ягодного сырья Кубани. *Садоводство и виноградарство*. 2006; 4: 15-17.
18. Заремук Р.Ш. Формирование сортимента для создания высокопродуктивных насаждений сливы на юге России. *Краснодар; 2006.*

19. Заремук Р.Ш. Селекция сливы домашней на качество плодов. Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. 2012; 14(2): 1-8. Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/12/02/01.pdf>.
20. Гуляева А.А., Берлова Т.Н., Безлепкина Е.В. и др. Товарные и потребительские качества плодов сортов сливы домашней из генофонда ВНИИСПК. Овощи России. 2020; (6): 85-88. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-85-88>
21. Заремук Р.Ш., Богатырёва С.В., Смелик Т.Л. Качество плодов перспективных сортов сливы домашней для Краснодарского края [Электронный ресурс]. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014; 28(4): 18-26. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/14/04/03.pdf>.
22. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. ВНИИС им. Мичурина. Мичуринск; 1973.
23. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой). Орёл: ВНИИСПК; 1999.

REFERENCES

1. Doctrine of food security of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/564161398>. (In Russ.)
2. Kaufmane E., Gravite I., Ikase L. Plum research and growing in Latvia. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. De Gruyter Poland. 2019; 73(3): 195-206.
3. Milosevic N. Productive traits of some newly introduced plum cultivars grown under environmental conditions of Cacak (Western Serbia). II EUFRIN Plum and Prune Working Group Meeting on Present Constraints of Plum Growing in Europe. 2010; 968: 87-91.
4. Maghlakelidze E., Bobokashvili Z., Maghradze D. Biological and agronomical characteristics of local and introduced plum (*Prunus domestica* L.) cultivars in Georgia. International Journal of Horticultural Science and Technology. 2017; 4(2): 157-166.
5. Bilal W. et al. Physical and chemical attributes of various cultivars of Plum fruit. Pure and Applied Biology (PAB). 2021; 4(3): 353-361.
6. Suranyi D. Evaluation of introduced plum varieties under extreme climatic conditions. International Journal of Horticultural Science. 2019; 25(1): 7-10.
7. Eremin G.V. Use of pre-selection methods in breeding domestic plum in the south of Russia. Scientific works of SKFNCSVV. 2018; 19: 34-38. (In Russ.)
8. Eremin G.V., Gorelikova O.A. New promising variety of domestic plum Zhemchuzhina Yuga for cultivation in the regions of the North Caucasus. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2023; 82(4): 39-47. (In Russ.)
9. Sherstobitov V.V. Commercial and economic assessment of domestic plum and cherry plum in the foothill zone of Adygea. New technologies. 2021; 17(4): 132-141. (In Russ.)
10. Gaši F., Sehic J., Grahic J. et al. Genetic assessment of the pomological classification of plum *Prunus domestica* l. accessions sampled across Europe. Genet. Resour. Crop Evol. 2020; 67: 1137-1161. doi: 10.1007/s10722-020-00901.
11. Luchkov P.G., Kudayev R.H., Rasulov A.R. et al. Intensification of mountain gardening in the foothills of the central part of the North Caucasus. Agrarian science. 2010: 22-23. (In Russ.)
12. Kumakhov AA Method of planting plum in a young plum orchard on terraces in the foothills of the central part of the North Caucasus. NovaInfo. Agricultural sciences. 2016; 1(50): 68-71. (In Russ.)

13. Zaremuk R.Sh. Improvement of elements of stone fruit production technology under conditions of climatic stress in the North Caucasus [Electronic resource]. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2013; 19(1): 38-47. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/01/05.pdf>. (In Russ.)
14. Eremin G.V., Eremin V.G. Clonal rootstocks for intensive cultivation technologies of plum, peach and apricot in the North Caucasus [Electronic resource]. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2020; 64(4): 106-117. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/04/09.pdf>. (In Russ.)
15. Zaremuk R.Sh. Breeding of domestic plum for fruit quality [Electronic resource]. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2012; 14(2): 1-8. Access mode: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/12/02/01.pdf>. (In Russ.)
16. Emishev H.S., Satibalov A.V. Plum varieties for industrial processing. Innovations and efficiency of production processes in fruit growing. Vol. 2. Krasnodar: SKZNIISiV; 2005: 334-340. (In Russ.)
17. Prichko T.G., Chalaya L.D., Machneva I.A. Biochemical assessment of fruit and berry raw materials of Kuban. Horticulture and viticulture. 2006; 4: 15-17. (In Russ.)
18. Zaremuk R.Sh. Formation of assortment for creation of highly productive plum plantations in the south of Russia. Krasnodar; 2006. (In Russ.)
19. Zaremuk R.Sh. Breeding of domestic plum for fruit quality. Fruit growing and viticulture of the South of Russia [Electronic resource]. 2012; 14(2): 1-8. Access mode: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/12/02/01.pdf>. (In Russ.)
20. Gulyaeva A.A., Berlova T.N., Bezlepkina E.V. et al. Commercial and consumer qualities of fruits of European plum varieties from the VNIISPK gene pool. Vegetables of Russia. 2020; (6): 85-88. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-6-85-88> (In Russ.)
21. Zaremuk R.Sh., Bogatyreva S.V., Smelik T.L. Fruit quality of promising European plum varieties for the Krasnodar Territory [Electronic resource]. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2014; 28(4): 18-26. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/14/04/03.pdf>. (In Russ.)
22. Program and methodology for variety testing of fruit, berry and nut crops. VNIIS im. Michurin. Michurinsk; 1973. (In Russ.)
23. Program and methodology for variety testing of fruit, berry and nut crops / under the general editorship of E. N. Sedov, T. P. Ogoltsova). Orel: VNIISPK; 1999. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Сатибалов Аслан Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», 360004, Российская Федерация, г Нальчик, ул. Шарданова, д. 23, e-mail: aslan-07@list.ru

Буттаева Зарена Михайловна, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», 360004, Российская Федерация, г Нальчик, ул. Шарданова, д. 23

Aslan V. Satibalov, Dr Sci. (Agr.), Associate Professor, Head of the Department of Selection and Variety Study of Fruit, Berry and Nut Crops, The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture, 360004, the Russian Federation, Nalchik, 23 Shardanov St., e-mail: aslan-07@list.ru

Zarena M. Buttaeva, Junior Researcher, The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture, 360004, the Russian Federation, Nalchik, 23 Shardanov St.

Заявленный вклад авторов

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

Claimed contribution of 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 07.06.2024

Поступила после рецензирования 12.07.2024

Принята к публикации 30.07.2024

Received 07.06.2024

Revised 12.07.2024

Accepted 30.07.2024

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-137-143>
УДК 633.854.78:[631.417.8:631.8]



Эффективность хелатных удобрений при возделывании подсолнечника

М.С. Сидакова✉

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»; г. Нальчик, Российская Федерация
✉sidakova.53@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена изучению влияния инновационных форм удобрений, содержащих полный набор макро и микроэлементов, на состояние растений, урожайность и качество семян подсолнечника в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской республики. ОРГАНОМИКС марки М для масличных культур обладает фунгицидным эффектом и, имея в своем составе Т-индуктор иммунитета и стимулятор роста, способствует росту растений и формированию семенных тканей, увеличению общей урожайности, накоплению жира в семенах, улучшению качественных показателей семян подсолнечника. В работе приведены средние данные за период 2021-2023гг. Подсолнечник предъявляет высокие требования к обеспеченности почвы питательными веществами и особенно чувствителен к дефициту бора. Двукратная некорневая обработка растений подсолнечника в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев жидким хелатным удобрением ОРГАНОМИКС масличный, усиленный микроэлементом БОР позволила получить наивысший урожай в условиях опыта – 26,4ц/га семян подсолнечника. Большую роль для сельхозтоваропроизводителя играет качество семян подсолнечника. Содержание жира в семенах является основной характеристикой качества, и она зависит от лузжистости, которую определяют наследственные особенности, и внешняя среда мало на нее влияет. В нашем эксперименте самая высокая масличность получена на варианте применения удобрения ОРГАНОМИКС масличный, усиленный микроэлементами БОР и ЦИНК в смеси с ОРГАНОСТИМ – 47,0%, лузжистость варьировала от 24,5 до 25,9%.

Ключевые слова: подсолнечник, почва, хелаты, органомикс, удобрения, урожайность, эффективность, качество

Для цитирования: Сидакова М.С. Эффективность хелатных удобрений при возделывании подсолнечника. *Новые технологии / New technologies*. 2024;20(3):137-143. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-137-143>

Efficiency of chelated fertilizers in sunflower cultivation

M. S. Sidakova

*Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov,
Nalchik, the Russian Federation*
✉sidakova.53@mail.ru

Abstract The article investigates the effect of innovative forms of fertilizers containing a full set of macro and microelements on the condition of plants, yield and quality of sunflower seeds in the foothills of the

Kabardino-Balkarian Republic. ORGANOMIX brand M for oilseeds has a fungicidal effect and, having an immunity inducer and growth stimulator in its composition, promotes plant growth and the formation of seed tissues, an increase in overall yield, the accumulation of fat in seeds, and an improvement in the quality indicators of sunflower seeds. The article presents average data for the period 2021-2023. Sunflower has high requirements for the provision of soil with nutrients and is especially sensitive to boron deficiency. Double non-root treatment of sunflower plants in the phase of 2-3 and 4-6 pairs of true leaves with liquid chelated fertilizer ORGANOMIX oilseed, enhanced with the microelement BOR, has made it possible to obtain the highest yield under the experimental conditions - 26.4 c / ha of sunflower seeds. The quality of sunflower seeds plays a major role for agricultural producers. The fat content of seeds is the main quality characteristic and it depends on the husk content, which is determined by hereditary characteristics and the external environment has little effect on it. In our experiment, the highest oil content was obtained in the variant of using the ORGANOMIX oil fertilizer, enhanced with microelements BOR and ZINC in a mixture with ORGANOSTIM - 47.0%, the husk content varied from 24.5 to 25.9%.

Keywords: sunflower, soil, chelates, organomics, fertilizers, yield, efficiency, quality

For citation: Sidakova M.S. Efficiency of chelated fertilizers in sunflower cultivation. *Novye tehnologii // New technologies*. 2024; 20(3):137-143. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-3-137-143>

Введение. Дифференцированный подход к питанию растений подсолнечника и других сельскохозяйственных культур предполагает широкое использование новых, инновационных форм удобрений, которые могут обеспечить растения всеми необходимыми питательными веществами в доступной форме, в связи с чем все большее значение приобретают некорневые подкормки микроэлементами, а именно их хелатными формами, которые обладают высокой усвояемостью по сравнению со свободными ионами металлов, экологически безопасны для окружающей среды.

В связи с тем, что на долю подсолнечника приходится 80% вырабатываемого пищевого и технического растительных масел, вопросы совершенствования элементов технологии возделывания с применением инновационных форм удобрений остаются актуальными.

Цель исследования. Изучение влияния жидкого хелатного удобрения ОРГАНОМИКС на продуктивность подсолнечника в условиях предгорной зоны КБР.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на базе УОП КБГАУ в 2021-2023 гг. Опытный участок расположен на предгорной равнине, почва – чернозем обыкновенный среднегумусный среднемощный, климат района

характеризуется как умеренно жаркий, с суммой температур 3000-3200⁰, гидротермический коэффициент увлажнения составляет 1,2 – 1,5.

Объектом исследований был средне-спелый гибрид подсолнечника НК Неома. Полевой опыт был заложен по следующей схеме:

1 вариант – контроль (без обработок)

2 вариант – некорневая подкормка в фазе 2-3 пары настоящих листьев и 4-6 пар настоящих листьев до бутонизации - Органомикс масличный 0,5л/га +Органомикс Бор1,0л/га;

3 вариант – некорневая подкормка в фазе 2-3 пары настоящих листьев и 4-6 пар настоящих листьев до бутонизации - Органомикс масличный 0,5л/га +Органомикс Бор1,0л/га +Органомикс Цинк 0,5л/га;

4 вариант – некорневая подкормка в фазе 2-3 пары настоящих листьев и 4-6 пар настоящих листьев до бутонизации – Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га + Органомикс Цинк 0,5 л/га + Органостим 0,6 л/га;

Площадь делянки – 52,5м², размещение вариантов рендомизированное с 4-х кратным повторением. Закладка полевого опыта осуществлялась согласно принятым методикам в земледелии, предшественник – многолетние травы, технология возде-

лывания общепринятая для зоны, под основную обработку почвы на всех делянках вносились минеральные удобрения в дозе $P_{90}K_{60}$, под предпосевную обработку почвы вносился азот из расчета N_{60} .

В ходе проведения данного исследования велись необходимые учеты и наблюдения.

Результаты исследований. Оценить в полной мере условия выращивания подсолнечника невозможно без определения динамики нарастания биомассы подсол-

нечника. Этот показатель имеет большое значение в процессе создания урожая. Эксперименты показали, что растения подсолнечника в начальный период роста и развития, увеличение надземной биомассы происходило весьма медленно. Затем, в результате повышения скорости, активности ростовых процессов, начала увеличиваться надземная биомасса гибрида подсолнечника НК Неома в условиях опыта. Наивысшая точка в накоплении надземной биомассы наступила к фазе цветения (рис.1).

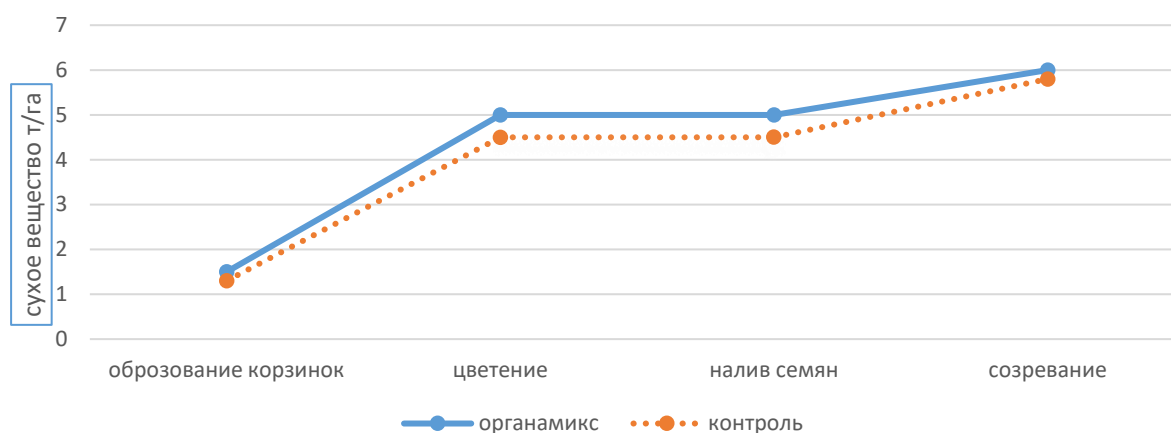


Рис. 1. Динамика нарастания надземной биомассы подсолнечника

Fig. 1. Dynamics of growth of aboveground biomass of sunflower

В результате проведенных исследований было установлено, что некорневая обработка подсолнечника хелатным комплексом Органимикс стимулировала рост и развитие растений.

Значительно увеличились диаметр и масса корзинки на обработанных вариантах по сравнению с контролем (табл. 1).

Исследования показали, что по высоте растения отличались на опытных делянках от растений контрольного варианта. Самую большую высоту растения имели на втором варианте – 160 см, на 2 и 3 варианте – 156 и 153 см против 145 см высоты растений на контроле.

На потенциальную урожайность и размер корзинки влияет формирование зачатков цветков, которое происходит в фазе 5-6 пар листьев.

Условия вегетации в фазе цветения оказывают непосредственное влияние на разрастание (размер) корзинки.

В нашем опыте диаметр корзинки увеличивался в среднем на 2,8-3,7 см (22,7-30,0%), при этом ее масса возрастала на 15,8-27,1 г (39,2-67,2%) за счет увеличения массы семян. Вес 1000 семян на 25,3г. был больше на втором варианте двукратно некорневой подкормки Органимикс масличный 0,5 л/га + Органимикс Бор 1,0 л/га – в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев, чем на контроле.

Массы корзинки на 2 и 3 вариантах были близки и составляли 56,1 и 59,2 г соответственно против 52,1 г на контроле. Следует отметить, что обработка растений подсолнечника жидким хелатным удобрением Органимикс способствовала

развитию вегетативной массы растений, что также определило существенную прибавку урожайности культуры. Наилучшие результаты были получены на варианте с двукратным опрыскиванием растений подсолнечника Органомикс Масличный + Органомикс Бор. На этом варианте при наилучшем развитии зеленой массы был получен максимальный вес 1000 семян – 77,4 г.

Являясь требовательной культурой к почвенному плодородию, из микроэлементов максимальный дефицит ощущает в боре.

Урожайность подсолнечника (табл. 2) на лучшем варианте составила 26,4 ц/га. Прибавка к контрольному значению составила 7,0 ц/га или 36,0%. Это объясняется сбалансированным составом удобрения Органомикс, который содержит комплекс микро- и макроэлементов, обладает фунгицидным действием и способствует усилению ростовых процессов, а также устойчивости к болезням и вредителям.

На других вариантах опыта также была получена прибавка урожая подсолнечника от 4,0 ц/га до 4,3 ц/га.

Использование хелатного комплекса Органомикс позволило повысить масличность и на опытных вариантах она была достаточно высокой и варьировала от 45,7 до 47% (табл. 3).

Применение хелатного комплекса Органомикс обеспечило сбор масла в количестве 1,02-1,12 т/га. Наибольший сбор масла был на втором варианте-1,12 т/га против 0,785т/га на контроле.

Расчет экономической эффективности применения жидких хелатных удобрений Органомикс при выращивании подсолнечника показал, что их использование рентабельно. Чистый доход был получен в сумме 19,5-24,8 тысяч рублей с га. По показателям чистого дохода и уровня рентабельности лучшим был 2 вариант – Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га – 24,8 тыс.руб./га и 139,3% соответственно.

Таблица 1. Морфологический анализ урожая подсолнечника гибрида НК Неома (2021-20223гг.

Table 1. Morphological analysis of the sunflower yield of NK Neoma hybrid (2021-20223)

№ п/п	Вариант	Диаметр корзинки, см	Масса корзинки, г	Вес 1000 семян, г	Высота растения, см
1.	Контроль (без обработок)	12,3	40,3	52,1	145
2.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га - в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	16,0	67,4	77,4	160
3.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га+ +Органомикс Цинк 0,5 л/га - в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	15,1	56,1	68,7	156
4.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га+ +Органомикс Цинк 0,5 л/га +Органо-стим 0,6л/га - в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	15,2	59,2	69,7	153

Таблица 2. Влияние некорневой подкормки на урожайность гибрида подсолнечника НК Неома (2021-2023 гг.)

Table 2. The effect of foliar feeding on the yield of NK Neoma sunflower hybrid (2021-2023)

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
			ц/га	%
1	Контроль (без обработок)	19,4	-	-
2.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га – в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	26,4	7,0	36,0
3.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га+ +Органомикс Цинк 0,5 л/га – в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	23,4	4,0	20,6
4.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га+ +Органомикс Цинк 0,5 л/га +Органостим 0,6л,га - в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	23,7	4,3	22,1

НСР₀₅(ц/га) -1,24; Р%-1,69;

Таблица 3. Качественные показатели семян гибрида подсолнечника НК Неома в зависимости от применения удобрений (2021-2023 гг.)

Table 3. Quality indicators of NK Neoma sunflower hybrid seeds depending on the use of fertilizers (2021-2023)

№ п/п	Вариант	Лузжистость, %	Масличность, %	Сбор масла, т/га
1.	Контроль (без обработок)	25,6	43,5	0,785
2.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га – в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	24,5	45,7	1,12
3.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га+ +Органомикс Цинк 0,5 л/га – в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	25,9	46,9	1,02
4.	Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га+ +Органомикс Цинк 0,5 л/га +Органостим 0,6 л/га – в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев	25,9	47,0	1,04

Выводы. Используя хелатный комплекс в качестве некорневых подкормок при выращивании подсолнечника гибрида НК Неома в условиях предгорной зоны КБР, мы пришли к следующим выводам:

1. Проведенные мероприятия по некорневой подкормке подсолнечника хелатным комплексом Органомикс полифункци-

онального действия, оказали положительное влияние на рост и развитие растений. Значительно увеличались диаметр и масса корзинки на обработанных вариантах по сравнению с контролем. Диаметр корзинки увеличивался в среднем на 2,8-3,7 см (22,7-30,0%), при этом ее масса возрастала на 15,8-27,1г.

2. Наивысшая урожайность подсолнечника была получена на 2 варианте некорневой подкормки Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га – в фазе 2-3 и 4-6 пары настоящих листьев – 26,4 ц/га. Прибавка к контрольному значению составила 7,0 ц/га или 36,0%.

3. Некорневые подкормки Органомиксом обеспечили масличность семян на

2,2-3,5% выше, чем на контроле. Сбор масла на опытных делянках был выше контроля на 0,235-0,335т/га.

4. Лучшим по получению чистого дохода и уровню рентабельности в условиях опыта был 2 вариант – Органомикс масличный 0,5 л/га + Органомикс Бор 1,0 л/га- 35,1 тыс.руб/га и 107,6% соответственно.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The author declares no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балов В.К. Масличность семян подсолнечника в зависимости от уровня минерального питания. *Зерновое хозяйство*. 2006; 5: 9.
2. Большисов Е.А., Бушнев А.С. Продуктивность гибридов подсолнечника в Курской области и Краснодарском крае в зависимости от норм высева семян и применения минеральных удобрений. *Масличные культуры*. 2017; 1: 58-63.
3. Вислобокова Л.Н., Иванова О.М., Иванов С.В. Влияние различных видов удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника сорта СПАРТАК в условиях Тамбовской области. *Масличные культуры*. 2018; 1: 42-46.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат; 1985.
5. Иванов С.В., Мазурина З.И., Мустафин И.Н. Влияние регуляторов роста на урожайность, масличность и сбор масла подсолнечника сорта Чакинский 77 в условиях Тамбовской области. *Масличные культуры*. 2015; 3: 55-58.
6. Иванова О.М. Применение жидкого минерального удобрения Мегамикс на подсолнечнике в ЦЧР. Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Майкоп; 2019: 148-152.
7. Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос С; 2009.
8. Соловов С.Я., Бушнев А.С. Эффективность применения удобрений при возделывании подсолнечника с различной нормой высева семян на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья. *Масличные культуры*. 2017; 2: 55-63.
9. Тишков Н.М., Пихтярев Р.В. Влияние способов применения удобрений на продуктивность подсолнечника и потребление элементов питания на черноземе выщелоченном. *Масличные культуры*. 2019; 2: 61-68.
10. Heiser Ch. The sunflower. University of Oklachoma Press. Norman; 1976.

REFERENCES

1. Balov V.K. Oil content of sunflower seeds depending on the level of mineral nutrition. *Grain farming*. 2006; 5: 9. (In Russ.)

2. Boldisov E.A., Bushnev A.S. Productivity of sunflower hybrids in the Kursk region and the Krasnodar territory depending on seeding rates and the use of mineral fertilizers. Oilseeds. 2017; 1: 58-63. (In Russ.)
3. Vislobokova L.N., Ivanova O.M., Ivanov S.V. Influence of various types of fertilizers on the yield and quality of sunflower seeds of the SPARTAK variety in the Tambov region. Oilseeds. 2018; 1: 42-46. (In Russ.)
4. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., suppl. and revised. M.: Agropromizdat; 1985. (In Russ.)
5. Ivanov S.V., Mazurina Z.I., Mustafin I.N. Effect of growth regulators on the yield, oil content and oil harvest of sunflower variety Chakinsky 77 in the Tambov region. Oil crops. 2015; 3: 55-58. (In Russ.)
6. Ivanova O.M. Application of liquid mineral fertilizer Megamix on sunflower in the Central Black Earth Region. Actual problems and prospects for the development of agriculture in the South of Russia: a collection of reports based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation). Maykop; 2019: 148-152. (In Russ.)
7. Kiryushin B.D., Usmanov R.R., Vasiliev I.P. Fundamentals of scientific research in Agronomy. M.: Kolos S; 2009. (In Russ.)
8. Solovov S.Ya., Bushnev A.S. Fertilizer application efficiency in sunflower cultivation with different seeding rates on ordinary chernozem of the Western Ciscaucasia. Oilseeds. 2017; 2: 55-63. (In Russ.)
9. Tishkov N.M., Pikhtyarev R.V. Effect of fertilizer application methods on sunflower productivity and nutrient consumption on leached chernozem. Oilseeds. 2019; 2: 61-68. (In Russ.)
10. Heiser Ch. The sunflower. University of Oklachoma Press. Norman; 1976.

Информация об авторах / Information about the author

Сидаква Маргарита Сарабиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования, «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Коккова», 360030, Российская Федерация, г. Нальчик, проспект Ленина, 1В, e-mail: sidakova.53@mail.ru

Margarita S. Sidakova, PhD (Agr.), Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 360030, the Russian Federation, Nalchik, 1 B Lenin Avenue, e-mail: sidakova.53@mail.ru

Поступила в редакцию 08.05.2024
Поступила после рецензирования 12.07.2024
Принята к публикации 20.07.2024

Received 08.05.2024
Revised 12.07.2024
Accepted 20.07.2024

Научное издание

Рецензируемый научный журнал «Новые технологии»

Том 20. №3. 2024

Издательство МГТУ

385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Подписано в печать 01.10.2024

Бумага Чайка Бумага А. Печать цифровая.

Гарнитура Times. Усл. п.л. 18,0. Формат 60х84/8. Тираж 500 экз. Заказ 20/3.

Отпечатано с готового оригинал-макета

на участке оперативной полиграфии ИП Кучеренко В.О.

385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, 403/33.

Тел. для справок 8-928-470-36-87.

E-mail: slv01.maykop.ru@gmail.com

