

ISSN 2072-0920 (Print)

ISSN 2713-0029 (Online)

МАЙКОПСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGIES

^{TOM}
VOL **19** №2 2023

Майкоп 2023



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

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

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

Том 19 №2

2023

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ / NEW TECHNOLOGIES

Журнал издается с 2005 года

Майкоп 2023

<i>Наименование</i>	Новые технологии/New Technologies Том 19 №2 2023
<i>Периодичность:</i>	4 выпуска в год, журнал издается с 2005 года
<i>Префикс DOI:</i>	10.47370
<i>ISSN</i>	ISSN 2072-0920 (Print) ISSN 2713-0029 (Online)
<i>Свидетельство о регистрации средства массовой информации</i>	Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ №ФС77-79835 от 31 декабря 2020 г.
<i>Условия распространения материалов</i>	Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
<i>Подписка на журнал «Новые технологии / New Technologies»</i>	Подписку на журнал «Новые технологии / New Technologies» можно оформить на сайте Объединённого каталога «Пресса России» www.pressa-rf.ru по индексу Э65035, в электронном каталоге Почты России по индексу ПК400, а также по индексу 65035 в электронном каталоге УРАЛ-ПРЕСС https://www.ural-press.ru/ На территории России стоимость подписки на полугодие – 2121,6 руб.
<i>Учредитель / издатель:</i>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191
<i>Редакция:</i>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, тел.: 8(8772)52 30 03 e-mail: mgtu_konf@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
<i>Типография:</i>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» 385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, тел.: 8(8772)52 30 03 e-mail: mgtu_konf@mkgtu.ru
<i>Дата публикации:</i>	22.06.2023
<i>Копирайт</i>	© Новые технологии/New Technologies, 2023
<i>Индексирование:</i>	Российский индекс научного цитирования – библиографический и реферативный указатель, реализованный в виде базы данных, аккумулирующий информацию о публикациях российских ученых в российских и зарубежных научных изданиях. Google Scholar – свободно доступная поисковая система, которая индексирует полный текст научных публикаций всех форматов и дисциплин. Индекс Академии Google включает в себя большинство рецензируемых онлайн-журналов Европы и Америки крупнейших научных издательств.
<i>Тираж</i>	500 экз. Цена свободная

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

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

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

Vol. 19 №2

2023

NOVYE TEHNOLOGII / NEW TECHNOLOGIES

The journal has been published since 2005

Maikop 2023

<i>Title:</i>	Novye tehnologii/New Technologies Volume 19 No 2 2023
<i>Frequency:</i>	4 issues a year, the journal has been published since 2005
<i>DOI prefix:</i>	10.47370
<i>ISSN</i>	2072-0920 (Print) 2713-0029 (Online)
<i>The certificate of registration of mass media</i>	Registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskommnadzor). Certificate PI No. FS77-79835 dated December 31, 2020
<i>Terms of distribution of materials</i>	The content is available under a Creative Commons Attribution 4.0 License
<i>Subscription to «Новые технологии / New Technologies» journal</i>	Subscription to the «New Technologies» journal E65035 on the website of the «Press of Russia» United Catalog www.pressa-rf.ru and, in the electronic catalog of the Russian Post under the PK400 index and in the electronic catalog of the Ural Press under the 65035 index. On the territory of Russia the cost of a six-month subscription is 2121.6 rubles.
<i>Founder:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University» 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str.
<i>Editorial office:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University» 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str. tel.: 8(8772)52 30 03 e-mail: mgtu_konf@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
<i>Printing house:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maikop State Technological University» 385000, Maikop, 191, Pervomayskaya str. tel.: 8(8772)52 30 03 e-mail: mgtu_konf@mkgtu.ru
<i>Publication date:</i>	22.06.2023
<i>Copyright</i>	© Новые технологии/New Technologies, 2023
<i>Indexation:</i>	The Russian Science Citation Index is a bibliographic and abstract index implemented in the form of a database that accumulates information on publications by Russian scientists in Russian and foreign scientific journals. Google Scholar is a freely available search engine that indexes the full text of scientific publications in all formats and disciplines. The Google Academy Index includes most of the peer-reviewed online journals in Europe and America from major scientific publishers.
<i>Circulation:</i>	500 issues circulation <i>Price free</i>

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

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

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

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

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

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

Зам. главного редактора:

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

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

Члены редакционной коллегии:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

THE GOALS AND THE OBJECTIVES

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

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

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

Editorial board:

Chief editor:

Saida K. Kuizheva, rector of FSBEI HE «MSTU», Doctor of Economics, an associate professor, Maikop, Russia

Deputy chief editor:

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

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

Members of Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Оригинальные статьи

- Буховец В.А., Каменева О.Б., Картавенко О.В., Куклина К.А.** Влияние муки из зерна сорго на реологические свойства пшеничного полуфабриката 14
- Даишева Н.М., Семенихин С.О., Фабрицкая А.А., Усманов М.М.** Разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина 22
- Илларионова В.В., Круглая О.С., Лобанов А.А., Юсупова Ю.Ш., Вербицкая Е.А.** Особенности удаления красящих веществ при отбелке растительных масел 32
- Калашников С.В.** Фракционирование – основной способ идентификации некурительных табачных изделий 39
- Карпенко В.Ю., Тамова М.Ю., Джум Т.А., Барашкина Е.В.** Отражение принципа – потребитель, управляющий отношениями (CMR) в ассортиментной политике действующих игроков индустрии питания 47
- Керимова Г.М., Фоменко И.А., Пивченко А.Р., Соколов И.Р.** Разработка технологии зернового напитка на основе непропаренной гречневой крупы 57
- Соснин М.Д., Шорсткий И.А.** Оценка гидродинамических течений клеточной жидкости в искусственно сформированных континуумах структуры растительных материалов 72
- Хатко З.Н., Беретарь С.Т., Неровных Л.П., Кудайнетова С.К., Колодина Е.М.** Разработка способа пектиносодержащего песочного теста (замороженного полуфабриката) для песочного печенья функционального назначения с низким содержанием глютена 83

Сельскохозяйственные науки

Оригинальные статьи

- Кузенко М.В.** Изменчивость пленчатости зимующего овса под влиянием внешних условий среды 91
- Кучиев С.Э., Хетагуров Х.М.** К вопросу об изменении климатических условий в горной зоне Северной Осетии и их влияние на эрозионные процессы 99
- Мамедов К.С., Мамсиров Н.И., Назранов Х.М., Гадиева А.А., Перфильева Н.И.** Совершенствование технологии возделывания полбы в условиях центральной части Северного Кавказа 110

Тютюма Н.В., Павленко А.В., Бондаренко А.Н. Адаптивность различных сортов
фасоли обыкновенной к условиям Астраханской области 120

Яхтанигова Ж.М., Кулишова И.В., Афанасьев А.В., Сидельников В.И.
Лекарственные растения юго-западной части Белгородской области 128

Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

Original Articles

- Bukhovets V. A., Kamenewa O. B., Kartavenko O. V., Kuklina K. A.** Influence of sorghum flour on the rheological properties of semi-finished wheat product 14
- Daisheva N. M., Semenikhin S. O., Fabritskaya A. A., Usmanov M. M.** Development of technology for preparation of pressed beet pulp for pectin extraction 22
- Illarionova V.V., Kruglaya O.S., Lobanov A.A., Yusupova Y. Sh., Verbitskaya E. A.** Features of removal of coloring substances during bleaching vegetable oils 32
- Kalashnikov S.V.** Fractionation as the main method for smoked tobacco products identification 39
- Karpenko V. Yu., Tamova M. Yu., Dzhum T. A., Barashkina E. V.** Reflection of the principle - a consumer, managing relations (CMR) in the assortment policy of the existing players in the food industry 47
- Kerimova G. M., Fomenko I. A., Pivchenko A. R., Sokolov I. R.** Development of grain drink technology based on unsteamed buckwheat 57
- Sosnin M.D., Shorstky A.I.** Evaluation of hydrodynamic flows of cellular fluid in artificially formed continuums of plant material structure 72
- Khatko Z. N., Beretar S.T., Nerovnykh L.P., Kudaynetova S. K., Kolodina E. M.** Development of a method for pectin-containing shortbread pastry (frozen semi-finished product) for functional shortbread biscuits with a low gluten content 83

Agricultural sciences

Original Articles

- Kuzenko M.V.** Variability of wintering oat hoodness under the influence of external environmental conditions 91
- Kuchiev S.E., Khetagurov Kh.M.** Revisiting changing climatic conditions in the North Ossetia mountainous zone and their impact on erosion processes 99
- Mamedov K. S., Mamsirov N. I., Nazranov Kh. M., Gadiyeva A. A., Perfilieva N. I.** Improving technology of eincorn cultivation in the central part of the North Caucasus 110
- Tutuma N.V., Pavlenko A.V., Bondarenko A.N.** Adaptability of different varieties of common beans to the conditions of the Astrakhan region 120

Yakhtanigova Zh. M., Kulishova I. V., Afanasyev A. V., Sidelnikov V. I. Medicinal plants of the southwestern part of the Belgorod oblast 128

Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Food systems and biotechnology of food and bioactive substances

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-14-21>

УДК 664.641.12:633.174

© 2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Влияние муки из зерна сорго на реологические свойства пшеничного полуфабриката

Валентина А. Буховец^{1*}, Ольга Б. Каменева^{1,2},
Ольга В. Картавенко¹, Кристина А. Куклина¹

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии им. Н.И. Вавилова»;

пр-кт им. Петра Столыпина, зд.4, стр.3, 410012, Россия, г. Саратов

²ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго
и кукурузы «Россорго»;

1-й Институтский пр., 4, 410050, Россия, г. Саратов

Аннотация. Реологические процессы, связанные с необратимыми остаточными деформациями и течением разнообразных пластичных и вязких материалов, явлениями напряжений, релаксации. В пищевой промышленности ингредиенты, полуфабрикаты и готовые изделия, имеют разные реологические свойства. Эти свойства зависят от различных факторов: состава вещества, влажности, температуры, интенсивности и продолжительности термических и механических воздействий. Изучение и применение различных комбинаций таких воздействий на производстве может обеспечить заданный уровень реологических характеристик на протяжении всего технологического процесса, что позволит стабилизировать качество продукции, увеличить выход и получить готовые изделия постоянного, заданного качества.

Цель работы состояла в изучении реологических свойств полуфабрикатов из композитной смеси пшеничной и муки сорго.

Объектами исследования стали: образцы полуфабрикатов, содержащие 10, 20, 30, 40% муки сорго. Контролем выступал образец, содержащий 100% муки пшеничной высшего сорта.

Для проведения испытаний применяли прибор Миксолаб позволяющий определить водопоглотительную способность композитной смеси, реологические свойства теста во время замеса и нагрева. Исследовали состояние белково-протеиназного (при температурах от +20 до +50°C) и углеводно-амилазного (при температурах от +60 до +90°C) комплексов хлебопекарной смеси на одной пробе полуфабриката.

Установили, что образцы содержащие муку сорго, имеют более стабильное тесто, в сравнении с контрольным образцом на это указывает увеличение показателя времени

стабильности теста с 10,93 до 11,62 мин. Также с увеличением количества муки сорго в хлебопекарной смеси от 10 до 30% снижается показатель ретроградации крахмала до 4,99 Н*м в сравнении с контролем – 5,71 Н*м, что указывает на увеличение времени свежести готовой продукции.

Результаты исследования могут быть использованы при создании рецептур новых изделий; разработке технологий производства хлебобулочных, мучных кондитерских изделий; определения и контроля качества готовых изделий, полуфабрикатов.

Ключевые слова: сорго зерновое, мука, реология, тесто, качество, миксолаб, сорт Бакалавр, миксолабограмма

Для цитирования: Буховец В.А., Каменева О.Б., Картавенко О.В. и др. Влияние муки из зерна сорго на реологические свойства пшеничного полуфабриката. Новые технологии / New technologies. 2023; 19 (2): 14-21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-14-21>

Influence of sorghum flour on the rheological properties of semi-finished wheat product

Valentina A. Bukhovets^{1*}, Olga B. Kamenewa^{1, 2},
Olga V. Kartavenko¹, Kristina A. Kuklina¹

¹FSBEI HE «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after V.I. N.I. Vavilov»; Peter Stolypin Ave., building 4, building 3, 410012, Russia, Saratov

²FSBSI «Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn «Rossorgo»;
1st Institutskiy Ave., 4, 410050, Russia, Saratov

Abstract. Rheological processes are associated with irreversible residual deformations and flow of various plastic and viscous materials, stress and relaxation phenomena. In the food industry ingredients, semi-finished products and finished products have different rheological properties. These properties depend on various factors: substance composition, humidity, temperature, intensity and duration of thermal and mechanical effects. Study and application of various combinations of such effects in production can provide a given level of rheological characteristics throughout the entire technological process, which will stabilize product quality, increase yield and obtain finished products of constant, specified quality.

The purpose of the research was to study the rheological properties of semi-finished products from a composite mixture of wheat and sorghum flour.

The objects of the research were samples of semi-finished products containing 10, 20, 30, 40% of sorghum flour. The control sample contained 100% wheat flour of the highest grade.

Mixolab device was used during testing to determine the water absorption capacity of the composite mixture, the rheological properties of the dough during kneading and heating. The state of the protein-proteinase (at temperatures from +20 to +50°C) and carbohydrate-amylase (at temperatures from +60 to +90°C) complexes of the baking mixture was studied on one sample of the semi-finished product.

It was found that samples containing sorghum flour had a more stable dough, compared with the control sample, that was indicated by an increase in the dough stability time from 10,93 to 11,62 minutes. Also, with an increase in the amount of sorghum flour in the baking mixture from 10 to 30%, the starch retrogradation index decreased to 4,99 Н*м in comparison with the control one – 5,71 Н*м, which indicated an increase in the freshness time of the finished product.

The results of the research can be used to create recipes for new products; development of technologies for the production of bakery, flour confectionery products; determination and quality control of finished products and semi-finished products.

Keywords: grain sorghum, flour, rheology, dough, quality, mixolab, *Bachelor* variety, mixolabograms

For citation: Bukhovets V.A., Kamenewa O.B., Kartavenko O.V., et al. Influence of sorghum flour on the rheological properties of semi-finished wheat product. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 14-21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-14-21>

Введение. Культура сорго становится все более распространенной в мире и связано это с глобальными климатическими изменениями, высокой урожайностью и ее ценными биологическими особенностями. Сорго является одной из древнейших культур в мировом земледелии. Наравне с такими традиционными зерновыми как пшеница, рис, просо, ячмень, кукуруза, зерновое сорго применяется для приготовления хлебных продуктов.

Род *Sorghum* африканского происхождения. Сорго (*Sorghum bicolor*) – уникальная сельскохозяйственной культура, обладающая не только жаростойкостью, засухоустойчивостью, высокой урожайностью, но при этом невысокой требовательностью к питательным веществам и почвам, солеустойчивостью и способностью произрастать в критически складывающихся климатических условиях [1].

Зерно сорго и цельносомлотая мука из него характеризуются довольно высоким показателем белка. Количество белка, содержащего незаменимые аминокислоты, у различных форм варьирует от 9,0 до 15,0%. Сорговый белок не содержит глютен (проламин зерновых). Содержание жира в 100 г зерна до 5,0 г, который представлен ненасыщенными жирными кислотами, в том числе линолевою 38-42 мг, линоленовую – 3-4 мг. В зерне сорго содержится значительное количество витамина Е. Сорговая мука, особенно цельнозерновая, богата клетчаткой – пищевыми волокнами (до 3,0%), которые замедляют усвоение сахара в

кишечнике, чем способствует поддержанию здорового уровня сахара в крови. Поэтому введение муки сорго в качестве обогатителя в рецептуры хлебобулочных и других мучных изделий особенно актуально. В связи с этим контроль качества мучного полуфабриката необходимо осуществлять не только с помощью отдельных параметров таких как количество крахмала, протеина, клетчатки, жиров в конкретном образце, но важно понимать и оценить влияние этих компонентов друг на друга в процессе образования теста.

Цель исследования – изучение реологические свойств тестовых систем композитных смесей с использованием прибора Миксолаб.

Объекты и методы исследования.

Материалы. Для исследований был взят сорт зернового сорго Бакалавр. Из зерна сорго получена цельнозерновая мука (ТУ № 10.61.22-001-03555402-2022) [2]. Образец пшеничной муки высшего сорта - из торговой сети (ГОСТ 26574-2017).

Объекты. Анализировали пробы с массовой долей муки сорго 10, 20, 30, 40%, реологические показатели сравнивали с контролем (100% пшеничной муки).

Методы. Для изучения реологических свойств применяли прибор Миксолаб и лабораторный метод, позволяющий быстро и надежно подобрать оптимальные соотношения сырья и воды, оценить влияние многокомпонентных смесей друг на друга, а также оценить изменения в вязкоупругих свойствах теста из

пшеничной муки без проведения пробных выпечек, и с высокой точностью прогнозировать качество готовой продукции (ГОСТ ISO 17718-2015) [3].

Результаты исследований. Прибор Миксолаб позволяет получить миксолабограммы (реологическая кривая), описывающая зависимость крутящего

момента (H^*m) от времени (мин.) в политермальном режиме для каждого образца. Политермальный режим выражали в изменении температуры в зависимости от фазы эксперимента, каждая из которых отражает протекание определенных биохимических процессов, рисунок 1.

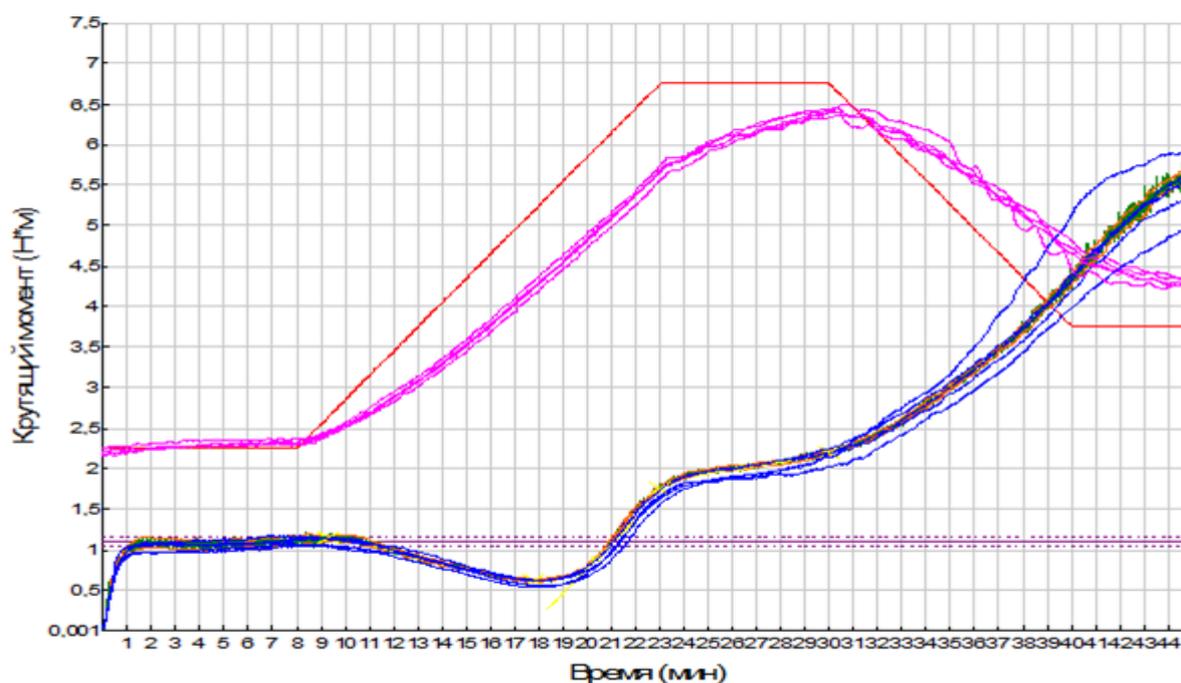


Рис. 1. Реологические кривые сравнительных миксолабограмм

Fig. 1. Rheological curves of comparative mixolabograms

Возможности прибора позволили на основании рассчитанных системой шести индексов получить профилограммы, которые упрощают сравнение показателей с контролем, рисунок 2.

Оси профилограммы отражают следующие фазы: время образования теста, ослабевание протеинов, гелеобразование крахмала, амилолитическую активность и затвердевание крахмала, и оцениваются по шкале от 0 до 9 [4].

Индекс ВПС (водопоглотительная способность) с 59,8% снизился в смеси с максимальной дозировкой сорго (40%)

до 51,2%, что будет несколько снижать интенсивность подъем теста.

Одним из важных показателей качества теста является показатель стабильности теста. Он выражается в том, как тесто при 30°C сопротивляется деформации, оказываемой лопастями прибора при замешивании. В данном случае оценивается сила теста, основанная за счет протеинового комплекса образца. Величина этого показателя для хлебобулочных изделий должна быть значительной.

1) Индекс: 7-68-490



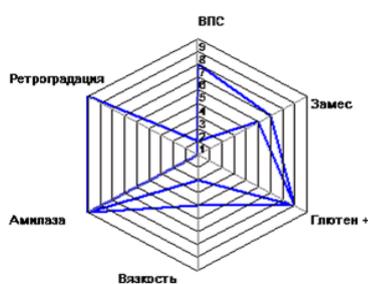
2) Индекс: 4-58-490



3) Индекс: 3-58-390



4) Индекс: 1-58-299



5) Индекс: 1-57-390

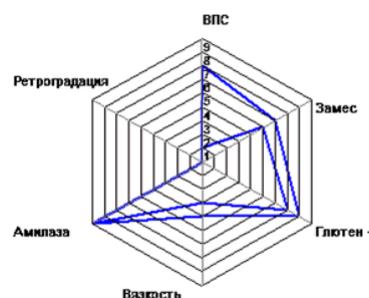


Рис. 2. Профилограммы теста, полученного из смеси пшеничной муки и сорговой

1) – контроль (пшеничная мука 100%); 2) – смесь с мукой сорго 10%;
3) – с мукой сорго 20%; 4) – смесь с мукой сорго 30%; 5) – смесь с мукой сорго – 40%

Fig. 2. Profilograms of dough obtained from a mixture of wheat flour and sorghum

1) – control sample (100% wheat flour); 2) – mixture with 10% sorghum flour;
3) – with 20% sorghum flour; 4) – mixture with 30% sorghum flour; 5) – mixture with 40%
sorghum flour

По миксолограмме стабильность теста (С1) у контроля составила 10,93 мин, с увеличением дозировки муки сорго этот параметр достиг 11,62 мин в образце с содержанием сорго 40%. Согласно профилограммам значение стабильности теста для всех изучаемых образцов лежит в интервале от 5-6, что соответствует сильной муке, которая подходит для формового хлеба, лапше из твердой пшеницы [5].

Следующий этап наступает при нагревании теста от 30° до 60° С. В этой фазе разжижения происходит снижение

консистенции за счет разрывов водородных связей, которые скрепляют протеиновые молекулярные цепочки, и одновременно набухание гранул крахмала (индекс Глютен+). Низкий индекс Глютен+ указывает на небольшое количество водородных связей и наоборот, высокий на устойчивость протеиновой структуры. Доказано практически, что существует прямая связь между минимальным значением консистенции теста и поднятием теста во время выпечки. Так, тесту с высоким значением Глютен+ присуща большая эластичность, которая будет оказывать сопротивление

подъему теста во время выпечки. Этот показатель напрямую связан с объемом получаемого хлеба. Показатель (С2) при добавлении 10, 20, 30 % муки сорго снизился с 0,62 до 0,54, а с 40% долей показатель равен контрольному – 0,62 [4].

Индекс вязкости (С3) характеризует фазу, при которой наибольшее количество физико-химических и биохимических параметров вступают во взаимодействие. Вода из протеиновых соединений тестовой заготовки переходит к крахмалу. В эту фазу происходит гелеобразование крахмала и активизация энзимов в разжиженном крахмале под воздействием эндогенной и экзогенной амилазы. Процесс происходит при температуре 60°-75°С. Низкий показатель индекса вязкости указывает в одних случаях на высокую амилолитическую активность, в других – на особенность структурного качества крахмала. В наших исследованиях этот показатель снижался по сравнению с контролем с 1,76 до 1,55 Н*м.

Готовый хлеб состоит на 50% из крахмала, 40% воды и 7% протеинов. После выпечки хлебного изделия крахмал начинает затвердевать. Затвердевание хлеба напрямую связано с процессом кристаллизации крахмала (в основном амилопектина). Этот процесс происходит при снижении температуры

от 90° до 50°С. Этот индекс очень важен в оценке готовой продукции на устойчивость к зачерствению и сохранению товарного вида. Чем выше значение ретроградации крахмала, тем выше скорость и сила кристаллизации крахмала, а следовательно, быстрее наступает зачерствение мякиша и исчезает хруст корок хлебобулочного изделия. Показатель ретроградации крахмала у контроля 5,71 Н*м и с добавлением муки сорго на 10, 20, 30% снижается до 4,99 Н*м. С массовой долей в 40% сорго возрастает до 5,96 Н*м, что несколько превышает этот показатель у контроля.

Вывод. Изучены реологические свойств тестовых систем композитных смесей с использованием прибора Миксолаб. В результате сравнения профилограмм и миксолабограмм исследуемых смесей отмечено положительное влияние муки сорго в дозировке до 30% на протеиновый и углеводно-амилазный комплекс пшеничной муки, который ведет к улучшению свойств пшеничного полуфабриката. Следовательно, при использовании муки из зерна сорго в соотношении 30:70 в смеси с пшеничной мукой высшего сорта возможно получение качественных и обогащенных клетчаткой и витаминами хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Костина Г.И., Семин Д.С., Ефремова И.Г. Селекция зернового сорго на пищевые цели в условиях Нижнего Поволжья. Кукуруза и сорго. 2012; 2: 3-6.
2. Мука сорговая цельнозерновая: технические условия № 10.61.22-001-03555402-2022 от 07.06.2022 / Сазонова И.А. [и др.] (Сертификат № РОСС RU. АБ90.Н01304 от 27.09.22 по 26.09.25 № 0047319)
3. ГОСТ ISO 17718-2015 Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры. М.. Стандартиформ, 2016. 27 с.
4. Дюба А., Рысев К. Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемым с помощью Миксолаб профайлер. Управление реологическими

свойствами пищевых продуктов: материалы I научно-практической конференции и выставки с международным участием (25-26 окт. 2008 г.). М.: МГУПП. 2008: 86-95.

5. Особенности реологических свойств теста на основе яровой мягкой пшеницы / Кулеватова Т.Б. [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 2 (42). С 111-118.

6. Оценка свойств муки из зерна тритикале с использованием системы Миксолаб / Туляков Д.Г. [и др.]. Хранение и переработка сельхозсырья. 2017; 1: 20-23.

7. Каменева О.Б., Буховец В.А. Биохимическая оценка муки из зерна сорго. Большая студенческая конференция: сборник статей V всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием (Пенза, 5 мая 2023 г.). Пенза, 2023: 21-26.

8. Sadygova M.K., Bukhovets V.A., Belova M.V. [et al.] Technology solutions in case of using chickpea flour in industrial bakery. Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. 2018; 19(2): 169-180.

REFERENCES:

1. Kostina G.I. Selection of grain sorghum for food purposes in the conditions of the Lower Volga region. Corn and sorghum. 2012; 2: 3-6. (In Russ).

2. Sazonova I.A., Kameneva O.B., Bochkareva Yu.V. [et al.] Whole-grain sorghum flour No. 10.61.22-001-03555402-2022 dated 07.06. 2022 (Certificate No. ROSS RU. AB90.N01304 dated 27.09.22 to 26.09.25 No. 0047319 (In Russ).

3. GOST ISO 17718-2015 Grain and flour from soft wheat. Determination of the rheological properties of the dough depending on the conditions of kneading and temperature increase. Moscow: Standartinform; 2016. (In Russ).

4. Dyuba A., Rysev K. A modern method for monitoring the quality of grain and flour by the rheological properties of the dough, determined using the Mixolab profiler: management of the rheological properties of food products: materials of the I scientific-practical. conf. and exhibitions with international participation (October 25-26, 2008). Moscow: MGUPP. 2008: 86-95. (In Russ).

5. Kulevatova T.B., Zlobina L.N., Beketova G.A. [et al.] Features of the rheological properties of dough based on spring soft wheat. Grain legumes and cereals. 2022; 2 (42): 111-118/ (In Russ).

6. Tulyakov D.G., Meleshkina E.P., Vitol I.S. [et al.]. Evaluation of the properties of triticale grain flour using the Mixolab system. Storage and processing of agricultural raw materials. 2017; (1): 20-23. (In Russ).

7. Kameneva O.B., Bukhovets V.A. Biochemical evaluation of sorghum flour. Collection of articles of the V All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation. 2023: 21-26. (In Russ).

8. Sadygova M.K., Bukhovets V.A., Belova M.V. [et al.] Rysmukhambetova G.E. Technology solutions in case of using chickpea flour in industrial bakery. Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. 2018; 19 (2): 169-180. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Валентина Алексеевна Буховец, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»

vbukhovets@yandex.ru
тел.: +7 (927) 624 54 80

Ольга Борисовна Каменева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий

Valentina A. Bukhovets, Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

vbukhovets@yandex.ru
tel.: +7 (927) 624 54 80

Olga B. Kameneva, Ph.D. (Agr.), Leading Researcher of the Department of

научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»

магистрант ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»

kamenewa.olga2012@yandex.ru
тел.: +7 (965) 881 46 51

Ольга Валерьевна Картавенко, бакалавр, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»

kartavenkoolya@yandex.ru
тел.: +7 (927) 166 62 34

Кристина Анатольевна Куклина, бакалавр, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»

mnka2001@list.ru
тел.: +7 (904) 424 32 71

Biochemistry and Biotechnology of the Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn «Rossorgo»,

Master student of Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

kamenewa.olga2012@yandex.ru
tel.: +7 (965) 881 46 51

Olga V. Kartavenko, Bachelor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

kartavenkoolya@yandex.ru
tel.: +7 (927) 166 62 34

Kristina A. Kuklina, Bachelor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

mnka2001@list.ru
tel.: +7 (904) 424 32 71

Поступила в редакцию 08.04.2023; поступила после рецензирования 15.05.2023; принята к публикации 16.05.2023

Received 08.04.2023; Revised 15.05.2023; Accepted 16.05.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина

Наиля М. Даишева*, Семен О. Семенихин,
Алла А. Фабрицкая, Мирсабир М. Усманов

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ); ул. Тополиная аллея, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Растущий спрос на пектин в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности требует поиска сырья для его производства и разработки инновационных, экологичных и экономически эффективных способов его получения. Перспективным источником пектина может служить свекловичный прессованный жом – вторичный ресурс переработки сахарной свеклы, образующийся на предприятиях свеклосахарной отрасли Российской Федерации в значительных объемах. В настоящее время рост научно-технического прогресса обусловил перспективность применения таких способов управляемой трансформации растительного сырья, при которых воздействие на качество и выход целевого компонента минимально, в отличие от классического кислотно-спиртового способа получения пектина. Наибольший интерес представляют биотехнологические способы извлечения биологически активных веществ из растительного сырья, обеспечивающие более высокий выход с сохранением их свойств. Однако, для обеспечения максимального эффекта необходимо подготовить растительное сырье к извлечению, так как биотехнологические способы имеют точечную направленность, вследствие чего при неоптимальных условиях эффективность извлечения биологически активных веществ будет снижена. Целью исследования является разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома с применением химического и физических методов воздействия к последующему процессу биотехнологического извлечения пектина. Для достижения этой цели в качестве химического метода воздействия использовали обработку свекловичного прессованного жома водным раствором перекиси водорода, а в качестве физических методов воздействия – измельчение свекловичного прессованного жома и его обработку электромагнитным полем сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ). Определены эффективные технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина с применением химического и физических методов воздействия, а именно, обработка свекловичного прессованного жома 20 %-ным водным раствором при соотношении свекловичный прессованный жом: раствор перекиси водорода, равном 1,0 : 1,0, и постоянном перемешивании в течение 90 минут, отделение жома от жидкой фазы, его последующее измельчение до размера частиц менее 2,0 мм и обработка ЭМП СВЧ с темпом нагрева до достижения температуры 60°C, равном 0,6°C/с. Разработана технология подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина, обеспечивающая степень извлечения пектина 12,78% к исходному его

содержанию в свекловичном прессованном жоме, что на 10,39% выше по сравнению с контролем (без измельчения и обработки).

Ключевые слова: свекловичный прессованный жом, пектин, осветление, перекись водорода, измельчение, электромагнитное поле сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ), эффективность извлечения пектина, технология подготовки

Для цитирования: Даишева Н.М., Семенихин С.О., Фабрицкая А.А. и др. Разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина. Новые технологии / New technologies. 2023; 19 (2): 22-31. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-22-31>

Development of technology for preparation of pressed beet pulp for pectin extraction

Nailya M. Daisheva*, Semen O. Semenikhin,
Alla A. Fabritskaya, Mirsabir M. Usmanov

Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of the FSBSI «The North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Wine-Making» (KSRIISP – a branch of FSBSI NCSCHVW); 2 Topolinaya alleya, Krasnodar, 350072, the Russian Federation

Abstract. The growing demand for pectin in food, pharmaceutical and cosmetic industries requires the search for raw materials for its production and the development of innovative, environmentally friendly and cost-effective ways to obtain it. A secondary resource of sugar beet processing – pressed beet pulp which is formed in significant volumes at the sugar beet factories of the Russian Federation can serve as promising source pectin. At present, the growth of scientific and technological progress has led to the prospect of using such methods of controlled transformation of plant materials, in which the impact on the quality and yield of the target component is minimal, in contrast to the classical acid-ethanol method for producing pectin. Of greatest interest are biotechnological methods for extracting biologically active substances from plant materials, which provide a higher yield while maintaining their properties. However, to ensure the maximum effect, it is necessary to prepare plant materials for extraction, since biotechnological methods have a point focus, as a result of which, under suboptimal conditions, the efficiency of extracting biologically active substances will be reduced. The aim of the research is to develop a technology for the preparation of pressed beet pulp using chemical and physical impact methods for the subsequent process of biotechnological extraction of pectin. To achieve this aim, the pressed beet pulp treatment with an aqueous solution of hydrogen peroxide has been used as a chemical impact method, and grinding of pressed beet pulp and its treatment with microwave electromagnetic field (MV EMF) has been used as physical impact method. Effective technological regimes for the preparation of pressed beet pulp for pectin extraction using chemical and physical impact methods have been determined, namely, treatment of pressed beet pulp with a 20% aqueous solution at a ratio of pressed beet pulp: hydrogen peroxide solution equal to 1,0: 1,0, and constant stirring for 90 minutes, separating the pulp from the liquid phase, its subsequent grinding to a particle size of less than 2.0 mm and EMF MV treating with a heating rate to reach a temperature of 60°C, equal to 0,6°C/s. The technology has been developed for preparing pressed beet pulp for pectin extraction, providing a degree of pectin extraction of 12,78% to its initial content in pressed beet pulp, which is 10,39% higher compared to the control (without grinding and treating).

Keywords: pressed beet pulp, pectin, clarification, hydrogen peroxide, grinding, microwave electromagnetic field (MW EMF), pectin extraction efficiency, preparation technology

For citation: Daisheva N.M., Semenikhin S.O., Fabritskaya A.A., et al. Development of technology for preparation of pressed beet pulp for pectin extraction. Novye tehnologii / New technologies. 2023; 19 (2): 22-31. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-22-31>

Одной из основных задач пищевой и перерабатывающей промышленности РФ в настоящее время является импортозамещение. В качестве перспективного источника пектина, способного заменить импортный пектин выступает свекловичный прессованный жом – вторичный ресурс переработки сахарной свеклы, образующийся на предприятиях свекло-сахарной отрасли в значительных объемах. В состав свекловичного жома входят преимущественно пищевые волокна – целлюлоза, гемицеллюлозы, пектин, протопектин и лигнин (до 5%), из которых именно пектин обладает высокой сорбционной способностью по отношению к тяжёлым металлам. Это свойство определяет перспективность применения пектина в составе функциональных продуктов питания, для лиц, имеющих контакт с тяжелыми металлами и радионуклидами.

Классическим способом получения пектина является кислотно-спиртовой способ, который заключается в кислотном гидролизе прочного пектин-целлюлозно-гемицеллюлозного комплекса свекловичного жома и последующей спиртовой коагуляции пектина с дальнейшим его отделением фильтрованием или центрифугированием [1]. Следует отметить, что при осуществлении кислотного гидролиза, наряду с деструкцией целлюлозно-гемицеллюлозного комплекса, происходит также деструкция пектина, а это негативно сказывается на качестве и выходе целевого компонента.

В настоящее время рост научно-технического прогресса обусловил перспективность применения таких способов управляемой трансформации растительного сырья, при которых воздействие на

качество и выход целевого компонента минимально [2].

Наибольший интерес представляют биотехнологические способы извлечения биологически активных веществ из растительного сырья и вторичных ресурсов его переработки, обеспечивающие более высокий выход, а также нативные свойства целевого компонента [3-5].

Существуют способы интенсификации процесса извлечения пектина при ферментативном гидролизе путем подготовки исходного сырья с применением химических и физических методов воздействия [6].

Целью исследования является разработка технологии подготовки свекловичного прессованного жома к биотехнологическому способу извлечения пектина с применением химического и физических методов воздействия.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- выявить эффективные технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома с применением химического метода воздействия путем его обработки водным раствором перекиси водорода;

- выявить эффективные технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома с применением физических методов воздействия;

- на основе полученных данных разработать технологию подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина.

Объектом исследования являлся свекловичный прессованный жом, полученный в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением

экстрагента, подкисленного серной кислотой.

Существенное влияние на биохимический состав и органолептические свойства свекловичного жома оказывает технология обессахаривания свекловичной стружки, а именно, способ подготовки экстрагента, применяемого для диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки.

В настоящее время на предприятиях отрасли применяют два способа подготовки экстрагента для диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки: обработка экстрагента сернистым ангидридом и подкисление экстрагента серной кислотой. Так как химические свойства сернистой кислоты, образующейся в результате обработки экстрагента сернистым ангидридом, и серной кислоты различны, то это может оказать влияние не только на биохимический состав получаемого свекловичного прессованного жома, но и на его органолептические показатели, а именно на цвет.

В процессе лабораторных исследований изучали влияние способа подготовки экстрагента, применяемого для диффузионно-прессового извлечения сахарозы, на биохимический состав и цвет получаемого свекловичного прессованного жома.

Установлено, что биохимический состав исследуемых образцов жома был практически идентичен, а цвет образца жома, полученного с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, темно-серый. Цвет образца жома, полученного с применением экстрагента, обработанного сернистым ангидридом, бледно-желтый, близкий к цвету свежей свекловичной стружки, что, с точки зрения органолептических показателей получаемого из него пектина, предпочтительнее.

Однако многие предприятия свекло-сахарной отрасли в настоящее время вырабатывают свекловичный прессованный жом, полученный при диффузионно-прессовом извлечении сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, а, следовательно, имеющий темно-серый цвет. В связи с этим, для осветления такого свекловичного прессованного жома использовали один из наиболее распространенных химических реагентов, применяемых для осветления растительного сырья, а именно водный раствор перекиси водорода [7, 8].

За эффективные режимы обработки свекловичного прессованного жома водным раствором перекиси водорода были приняты режимы, обеспечивающие достижение жомом бледно-желтого цвета, характерного для свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, обработанного сернистым ангидридом.

В результате проведенного многофакторного эксперимента было выявлено, что требуемый эффект осветления свекловичного прессованного жома наблюдался в процессе его обработки водным раствором перекиси водорода с концентрацией 20% при соотношении свекловичный прессованный жом : раствор перекиси водорода, равном 1,0 : 1,0, и постоянном перемешивании в течение 90 минут.

Известно, что одним из факторов, определяющим эффективность извлечения биологически активных веществ из растительного сырья, является степень его измельчения [9-12].

Проведенные эксперименты показали, что эффективность извлечения пектина из контрольного образца свекловичного прессованного жома (без

измельчения) составила 2,39% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме, эффективность извлечения пектина из образца, измельченного до размера частиц менее 3,0 мм, увеличилась на 4,37% по сравнению с контрольным образцом, а из образца, измельченного до размера частиц менее 2,0 мм, – на 6,60%. Следовательно, наибольшая эффективность извлечения пектина из свекловичного прессованного жома при последующей его экстракции наблюдается при степени его измельчения, характеризуемой размером частиц менее 2,0 мм и составляет 8,99% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме.

Другим перспективным и эффективным физическим методом интенсификации процессов извлечения биологически активных веществ из растительного сырья является его предварительная обработка электромагнитным полем сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ) [6, 9, 13].

В лабораторных условиях были проведены эксперименты по определению влияния обработки свекловичного прессованного жома ЭМП СВЧ на эффективность извлечения пектина. Для этого измельченный до размера частиц менее 2,0 мм свекловичный прессованный жом обрабатывали ЭМП СВЧ с различным темпом повышения температуры (темпом нагрева) до достижения температуры 60°C. В качестве контрольного образца использовали измельченный до размера частиц менее 2,0 мм свекловичный прессованный жом, который нагревали до температуры 60°C в сушильном шкафу.

Оценку влияния обработки на эффективность извлечения пектина осуществляли путем экстрагирования образцов измельченного до размера частиц

менее 2,0 мм свекловичного прессованного жома, обработанного ЭМП СВЧ, и измельченного контрольного образца без обработки. В качестве экстрагента использовали дистиллированную воду, подкисленную лимонной кислотой до значения pH 6,5, при соотношении «измельченный и обработанный ЭМП СВЧ свекловичный прессованный жом – экстрагент», равном 1:15, и температуре 60°C в течение 3 часов с последующим отделением экстракта путем фильтрования.

В результате проведенных экспериментов эффективность извлечения пектина из контрольного образца свекловичного прессованного жома составила 8,99% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме, эффективность извлечения пектина из измельченного свекловичного прессованного жома, предварительно обработанного ЭМП СВЧ с темпом нагрева 0,3 °C/c, по сравнению с контрольным образцом, увеличилась на 1,5%. Дальнейшее увеличение темпа нагрева до 0,6°C/c и 1,2°C/c позволило повысить эффективность извлечения пектина на 3,79% по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, эффективным режимом обработки ЭМП СВЧ измельченного свекловичного прессованного жома является темп нагрева до достижения температуры 60°C, равный 0,6°C/c, который обеспечивается при удельной мощности ЭМП СВЧ 180 Вт/дм³ и обработке жома в течение 60 секунд. Эффективность извлечения пектина при этом составляет 12,78% к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме.

На основании данных, полученных в результате экспериментов по выявлению влияния химического и физических мето-

дов подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина, были разработаны технологические режимы и технология подготовки свекловичного прессованного жома к извлечению пектина.

На рисунке в виде структурной схемы приведен технологический процесс подготовки свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, включающий следующие стадии:

– смешивание свекловичного прессованного жома с водным раствором

перекиси водорода в течение определенного времени;

– прессование смеси до заданного содержания сухих веществ в жоме;

– измельчение свекловичного прессованного жома до размера частиц менее 2,0 мм;

– фракционирование измельченного свекловичного прессованного жома;

– удаление ферромагнитных примесей из измельченного свекловичного прессованного жома;

– обработку измельченного свекловичного прессованного жома электромагнитным полем сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ).

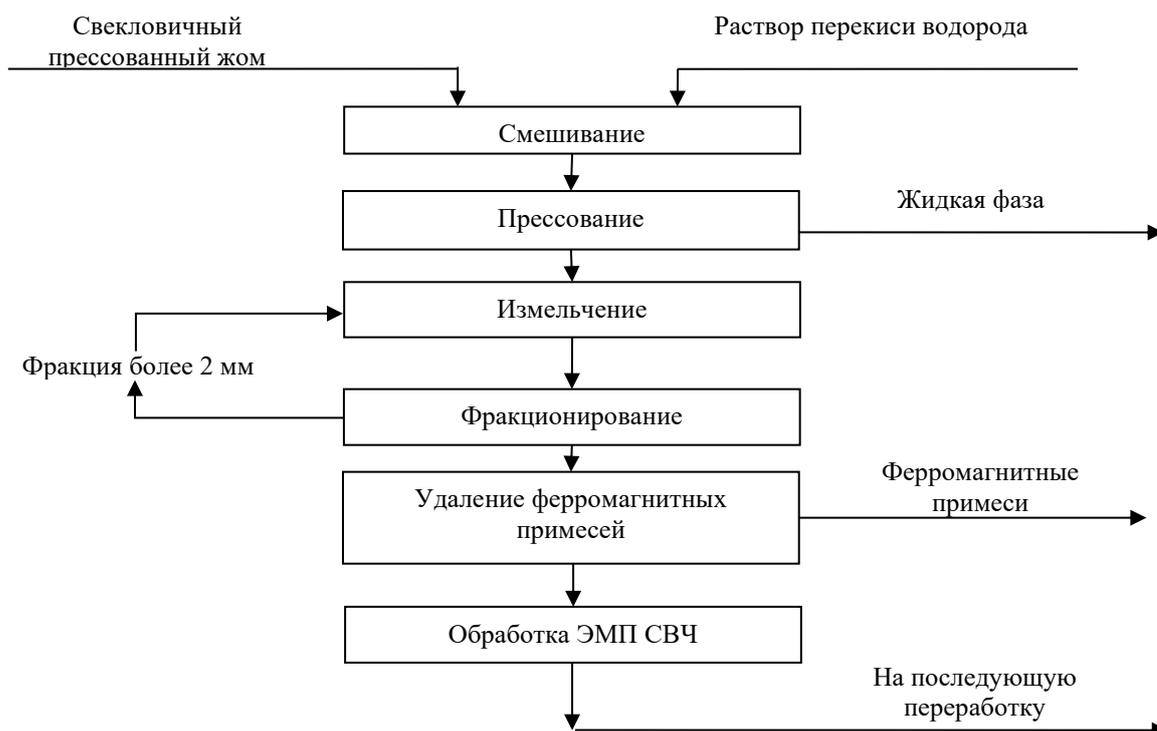


Рис. Структурная схема подготовки свекловичного прессованного жома, полученного с применением в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки экстрагента, подкисленного серной кислотой

Fig. Structural diagram for the preparation of pressed sugar beet pulp obtained using an extractant acidified with sulfuric acid in the process of diffusion-press extraction of sucrose from sugar beet chips

Свекловичный прессованный жом подается в смеситель для смешивания с водным раствором перекиси водорода в заданном соотношении с последующей экспозицией полученной смеси в течение определенного времени для осветления жома.

Смесь осветленного жома и перекиси водорода направляется в шнековый жомовый пресс для удаления жидкой фазы, а отпрессованный осветленный жом из пресса направляется в приемную емкость.

Таблица

Технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, к получению пектина

Table

Technological modes for preparation of sugar beetpressed pulp obtained in the process of diffusion-press extraction of sucrose from beet chips using an extractant acidified with sulfuric acid to obtain pectin

№ п/п	Наименование технологической стадии и технологического режима	Значение технологического режима
1	Смешивание жома с раствором перекиси водорода при постоянном перемешивании: - концентрация раствора перекиси водорода, % - соотношение жом : раствор перекиси водорода (по массе) - температура, °С, - время перемешивания, минут - частота вращения мешалки, с ⁻¹	20 1:1 24 ± 1 90 0,33
2	Отделение осветленного жома от жидкой фазы прессованием: - массовая доля сухих веществ в осветленном жоме, % - температура, °С	20 ± 2 24 ± 1
3	Измельчение осветленного жома: - размер частиц, мм, менее - температура, °С	2,0 24 ± 1
4	Фракционирование осветленного жома: - размер частиц, мм, менее - температура, °С	2,0 24 ± 1
5	Удаление ферромагнитных примесей: - температура, °С	24 ± 1
6	Обработка измельченного осветленного жома ЭМП СВЧ: - удельная мощность, Вт/дм ³ - время обработки, с - темп нагрева до достижения температуры 60°С, °С/с	180 60 0,60

Отпрессованный осветленный жом из приемной емкости подается в вальцовую дробилку, обеспечивающую размер частиц жома менее 2,0 мм.

Далее измельченный жом поступает на фракционирование. Фракцию измельченного жома с размером частиц более

2,0 мм возвращают на повторное измельчение в вальцовую дробилку.

Фракция с размером частиц менее 2,0 мм поступает на горизонтальный ленточный конвейер, над которым установлен магнитный сепаратор для удаления ферромагнитных примесей.

Затем измельченный свекловичный прессованный жом направляется в СВЧ-установку для обработки ЭМП.

Обработанный ЭМП СВЧ жом подается на последующую переработку.

В таблице приведены технологические режимы подготовки свекловичного прессованного жома, полученного в процессе диффузионно-прессового извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением экстрагента, подкисленного серной кислотой, к получению пектина, в соответствии со структурной схемой, приведенной на рисунке.

В результате исследования установлены:

– эффективный химический метод подготовки свекловичного прессованного жома, полученного с применением экстрагента, подкисленного серной кис-

лотой, на стадии диффузионного извлечения сахарозы, обеспечивающий требуемый эффект его осветления;

– эффективная степень измельчения свекловичного прессованного жома;

– эффективный режим обработки ЭМП СВЧ измельченного свекловичного прессованного жома.

На основе результатов исследования разработаны эффективные технологические режимы и технология подготовки свекловичного прессованного жома к получению пектина с применением химического и физических методов, обеспечивающие степень извлечения пектина 12,78 % к исходному содержанию пектина в свекловичном прессованном жоме, что на 10,39 % выше, чем при извлечении пектина из контрольного образца свекловичного прессованного жома, не измельченного и не обработанного ЭМП СВЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Донченко Л.В., Сокол Н.В., Красносельова Е.А. Пищевая химия. Гидроколлоиды. М.: Юрайт, 2019. 180 с.
2. Получение пищевых волокон из вторичного сырья свеклосахарного производства и их использование в функциональных продуктах питания / Лукьяненко М.В. [и др.]. Краснодар: КубГТУ, 2016. 96 с.
3. Shamraja S. Nadar, Priyanka Rao, Virendra K. Rathod. Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology. Food Research International. 2018; 309-330.
4. Puri M., Sharma D., Barrow C.J. Enzyme assisted extraction of bioactives from plants. Trends in Biotechnology. 2012; 30(1): 37-44.
5. Ptichkina N.M., Markina O.A., Rumyantseva G.N. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. Food Hydrocolloids. 2008; 22: 192-195.
6. Современные исследования в области интенсификации процесса экстракции биологически активных веществ из растительного сырья с применением ферментов / Фабрицкая А.А. [и др.]. Новые технологии. 2021; 17(2): 56-66.
7. Способ получения растительных пищевых волокон: патент 2336731 Рос. Федерация, МПК А23L 1/05, А23L 1/0524, А23L 1/308 / Румянцева Г.Н., Макурина С.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО МГУПБ; № 2007133465/13; заявл. 07.09.2007; опубл. 27.10.2008. 9 с.
8. Алимов А.В., Цибизова М.Е. Пищевые волокна из вторичных ресурсов переработки овощей // Международная научная конференция научно-педагогических работников Астраханского государственного технического университета (60-я НПП): материалы конференции (Астрахань, 25-29 апр. 2016 г.). Астрахань: АГТУ, 2016: 52-53.

9. Процессы и аппараты пищевых производств / А.Н. Остриков [и др.]. СПб.: ГИОРД, 2012. 616 с.
10. Abou-Elseoud W.S., Hassan E.A., Hassan M.L. Extraction of pectin from sugar beet pulp by enzymatic and ultrasound-assisted treatments. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*. 2021; 2: 100042.
11. Pacheco M.T., Villamiel M., Moreno R. [et al.] Structural and Rheological Properties of Pectins Extracted from Industrial Sugar Beet By-Products. *Molecules*. 2019; 24: 392.
12. Chen H.-m., Fu X., Luo Z.-g. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical water. *Food Chemistry*. 2015; 168: 302-310.
13. Перфилова О.В. Изменение биологически активной ценности вторичного сырья в процессе СВЧ-нагрева. *Вестник КрасГАУ*. 2018; 2: 123-128.

REFERENCES:

1. Donchenko L.V., Sokol N.V., Krasnoselova E.A. Food chemistry. Hydrocolloids. Moscow: Ed. Yurayt; 2019. (In Russ).
2. Lukyanenko M.V. Molotilin Yu.I., Tamova M.Yu. [et al.] Obtaining dietary fibers from secondary raw materials of sugar beet processing and their use in functional foods. Krasnodar: KubSTU; 2016. (In Russ).
3. Shamraja S. Nadar, Priyanka Rao, Virendra K. Rathod. Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology. *Food Research International*. 2018: 309-330. (In Russ).
4. Puri M., Sharma D., Barrow C.J. Enzyme assisted extraction of bioactives from plants. *Trends in Biotechnology*. 2012; 30(1): 37-44.
5. Ptichkina N.M., Markina O.A., Rumyantseva G.N. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. *Food Hydrocolloids*. 2008; 22: 192-195.
6. Fabritskaya A.A., Semenikhin S.O., Gorodetsky V.O. [et al.] Modern research in the field of intensification of the process of extraction of biologically active substances from plant materials using enzymes. *New technologies*. 2021;17(2): 56-66. (In Russ).
7. The method of obtaining vegetable dietary fibers: patent 2336731 Rus. Federation, IPC A23L 1/05, A23L 1/0524, A23L 1/308. / Rumyantseva G.N., Makurina S.V.; applicant and patent holder GOU VPO MGUPB; No. 2007133465/13; dec. 07.09.2007; publ. October 27, 2008. 9 p. (In Russ).
8. Alimov A.V., Tsibizova M.E. Dietary fibers from secondary resources of vegetable processing. International Scientific Conference of Scientific and Pedagogical Workers of the Astrakhan State Technical University (60th Scientific and Technical University): materials of the conference, Astrakhan, (April 25-29, 2016). Astrakhan: ASTU, 2016: 52-53. (In Russ).
9. Ostrikov A.N., Abramov O.V., Loginov A.V. [et al.] Processes and devices for food production. St. Petersburg: GIORД; 2012. (In Russ).
10. Abou-Elseoud W.S., Hassan E.A., Hassan M.L. Extraction of pectin from sugar beet pulp by enzymatic and ultrasound-assisted treatments. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*. 2021; 2: 100042.
11. Pacheco M.T., Villamiel M., Moreno R. [et al.] Structural and Rheological Properties of Pectins Extracted from Industrial Sugar Beet By-Products. *Molecules*. 2019; 24: 392.
12. Chen H.-m., Fu X., Luo Z.-g. Properties and extraction of pectin-enriched materials from sugar beet pulp by ultrasonic-assisted treatment combined with subcritical wate. *Food Chemistry*. 2015; 168: 302-310.
13. Perfilova O.V. Changing the biologically active value of secondary raw materials in the process of microwave heating. *Vestnik KrasGAU*. 2018; 2: 123-128. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Наиля Мидхатовна Даишева, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
daisheva_n_m@mail.ru

Семен Олегович Семенихин, кандидат технических наук, заведующий отделом технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
semenikhin_s_o@mail.ru

Алла Андреевна Фабрицкая, младший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
a.a.gordievskaya@mail.ru

Мирсабир Миразалович Усманов, научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
usmanov_m_m@mail.ru

Nailya M. Daisheva, Ph. D. (Eng.), Senior Researcher, Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW
daisheva_n_m@mail.ru

Semen O. Semenikhin, Ph. D. (Eng.), Head of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW
semenikhin_s_o@mail.ru

Alla A. Fabritskaya, Junior Researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW
a.a.gordievskaya@mail.ru

Mirsabir M. Usmanov, Researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – branch of FSBSI NCSCHVW
usmanov_m_m@mail.ru

Поступила в редакцию 06.03.2023; поступила после рецензирования 24.04.2023; принята к публикации 25.04.2023

Received 06.03.2023; Revised 24.04.2023; Accepted 25.04.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Особенности удаления красящих веществ при отбелке растительных масел

Вера В. Илларионова, Оксана С. Круглая, Александр А. Лобанов,
Юлия Ш. Юсупова*, Елена А.Вербицкая

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

Аннотация. В современных условиях переработки растительных масел актуальными остаются вопросы повышения качества и безопасности рафинированных масел. Отмечено, что наиболее результативной является комплексная или полная рафинация растительных масел, обеспечивающая выведение основных групп сопутствующих веществ традиционными и усовершенствованными методами.

Сложности организации технологии рафинации связаны с сопровождающим окислением масел на отдельных стадиях и снижением их устойчивости к окислению при хранении. Причем в наибольшей степени это характерно для трудоемкой операции адсорбционной отбелки при применении кислотно-активированных минеральных адсорбентов, содержащих активные металлы, способствующие активированию окислительных процессов.

Новый подход к организации технологии удаления красящих веществ при отбелке предусматривает применение «мокрого» метода осветления гидратированного влажного масла. Такая технология способствует при высоком уровне осветления снижению окисленности отбеленного масла. Результативность метода повышается за счет применения смеси минерального и растительного адсорбентов, отбеливающая способность которых усиливается применением механохимической активации (МХА).

Отмечено, что эффективным является растительный адсорбент, полученный из высушенных измельченных створок гороха, содержащий пектин и гемицеллюлозу.

МХА способствует комплексному воздействию на обрабатываемую систему за счет локальных давлений и сдвиговых деформаций, что активизирует адсорбционные свойства модифицированного минерально-растительного адсорбента и повышает его избирательное действие.

Предложенная технология с применением смеси сорбентов и МХА повышает устойчивость масла к окислению и снижает накопление на нем продуктов окисления при хранении, то есть способствует повышению качества отбеленного масла, что должно обеспечить высокий эффект завершающей стадии полной рафинации – дезодорации.

Ключевые слова: метод рафинации, адсорбент модифицированный растительный, отбелка, растительное масло, МХА, красящие вещества, окисление, продукты окисления

Для цитирования: Илларионова В.В., Круглая О.С., Лобанов А.А. и др. Особенности удаления красящих веществ при отбелке растительных масел. Новые технологии / New technologies. 2023; 19 (2): 32-38. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-32-38>

Features of removal of coloring substances during bleaching vegetable oils

Vera V. Illarionova, Oksana S. Kruglaya, Aleksander A. Lobanov, Yuliya Sh. Yusupova*, Elena A. Verbitskaya

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

Abstract. In modern conditions of vegetable oil processing, the issues of improving the quality and safety of refined oils remain relevant. It has been noted that the most effective one is complex or complete refining of vegetable oils, which ensures the removal of the main groups of related substances by traditional and improved methods.

The complexity of the organization of refining technology is associated with the accompanying oxidation of oils at certain stages and a decrease in their resistance to oxidation during storage. Moreover, this is most characteristic of the time-consuming operation of adsorption bleaching when using acid-activated mineral adsorbents containing active metals that contribute to the activation of oxidative processes.

A new approach to the organization of the technology of removing coloring substances during bleaching involves the use of a «wet» method of clarification of hydrated wet oil. This technology helps to reduce the oxidation of bleached oil at a high level of clarification. The effectiveness of the method is increased due to the use of a mixture of mineral and vegetable adsorbents, the bleaching ability of which is enhanced by the use of mechanochemical activation (MHA).

It has been noted that a plant adsorbent obtained from dried crushed pea leaves containing pectin and hemicellulose is effective.

MHA contributes to the complex effect on the treated system due to local pressures and shear deformations, which activate the adsorption properties of the modified mineral-vegetable adsorbent and increases its selective effect.

The proposed technology using a mixture of sorbents and MHA increases the resistance of oil to oxidation and reduces the accumulation of oxidation products in it during storage, it improves the quality of bleached oil, which should provide a high effect of the final stage of complete refining – deodorization.

Keywords: refining method, modified vegetable adsorbent, bleaching, vegetable oil, MHA, coloring substances, oxidation, oxidation products

For citation: Illarionova V.V., Kruglaya O.S., Lobanov A.A., et al. Features of removal of coloring substances during bleaching vegetable oils. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023. 19 (2): 32-38. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-32-38>

Одной из главных задач современного масложирового производства является получение качественных растительных масел с низким содержанием сопутствующих веществ, в том числе фосфолипидов, свободных жирных кислот, красящих и одорирующих веществ, при

достаточно высокой результативности и эффективности [1].

Традиционно выполнение такой задачи обеспечивается применением современных методов рафинации, включающих стадии последовательного выведения отдельных групп сопутствующих

веществ. В таких условиях необходимо максимально исключать влияние конкретных химических сопутствующих соединений на степень их выведения. Поэтому необходима тщательная подготовка масел к отдельной специальной стадии рафинации и построение технологических режимов. Наибольшие сложности рафинации связаны с окислением жиров на отдельных стадиях и в комплексе в целом [1, 2].

Особенно чувствительной такому процессу является стадия отбелки, при которой используют адсорбенты минеральной природы, содержащие металлы переменной валентности, являющиеся инициаторами окисления с накоплением первичных и вторичных продуктов окисления [2].

Поэтому целью нашего исследования является подбор эффективного целевого адсорбента и метода адсорбционной обработки, исключающего побочные эффекты, особенно окислительные.

В Российской Федерации лидером по объему производства остается подсолнечное масло, на долю которого приходится более 70 % от общего объема

вырабатываемых в стране растительных масел. Это связано с принятыми традициями возделывания подсолнечника, а также с его благоприятным составом, в том числе жирнокислотным и свойствами. Причем основное направление переработки – получение рафинированного дезодорированного подсолнечного масла для торговой сети и промышленного применения в составе пищевых продуктов [3].

В связи с этим в качестве объекта исследования удаления красящих веществ при отбелке в нашей работе было использовано гидратированное водой подсолнечное масло. Выбор такого объекта связан с необходимостью установления возможного выведения и других сопутствующих веществ при адсорбционной очистке и придания маслу устойчивости к окислению. Характеристика исходного подсолнечного масла приведена в таблице 1.

Отбелка является стадией перед дезодорацией, поэтому необходим выбор адсорбента, позволяющего наряду с красящими веществами максимально вывести продукты окисления [4].

Таблица 1

Показатели исходного подсолнечного масла

Table 1

Indicators of the original sunflower oil

Наименование показателя	Значение показателя масла	
	нерафинированного	гидратированного
Цветное число, мг I ₂	23	18
Кислотное число, мг КОН/г	3,1	2,41
Массовая доля, % фосфолипидов в пересчете на P ₂ O ₅	0,018	0,002
неомыляемых липидов	1,31	1,12
Массовая доля металлов переменной валентности, мг/кг	0,80	0,34
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	7,48	4,82

В отечественной и зарубежной технологии отбелки применяют кислотно-активированные минеральные адсорбенты, которые улучшают органолептические показатели масел, но удаляют присутствующие продукты окисления и диоксины.

Учитывая это проводили исследования с применением распространенного минерального адсорбента марки «Трисил-306» и растительного адсорбента полученного и разработанной нами технологии их высушенных измельченных створок гороха, которые характеризуются высоким содержанием пектина (до 7 %) и гемицеллюлозы (до 5%) и соответственно, хорошими адсорбционными свойствами к сопутствующим веществам [4].

Следует отметить, что эффективность отбелки зависит не только от природы красящих веществ и применяемых адсорбентов, но и от условий обработки в технологическом оборудовании.

Анализ применяемого оборудования для осуществления адсорбционной обработки показал целесообразность применения наиболее эффективного в этом

направлении механохимического активатора (МХА), обеспечивающего комплекс воздействий на обрабатываемую систему за счет высоких локальных давлений и сдвиговых деформаций. Такой комплекс воздействий на поверхность адсорбента активирует адсорбционные свойства и повышает избирательное действие [5, 6].

Механохимический активатор характеризуется следующим параметрами:

- давление на контактирующих поверхностях 70 кПа;
- частота 180 Гц;
- скорость сдвига 10200 с^{-1} ;
- размер частиц сорбента от 30 до 40 мкм [5].

Исследование проводили по схеме: нагрев масла до температуры от 70 до 80°C, добавление растительного адсорбента (до 0,5%), перемешивание в течение 10 мин в режиме рециркуляции, затем добавляется смесь минерального адсорбента (0,5%) и растительного адсорбента (0,5%), полученная суспензия подвергается обработке в МХА в течение 20 мин, далее охлаждается и фильтруется. Отбеленное масло оценивали по основным показателям качества. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели подсолнечного масла после отбелки

Table 2

Indicators of sunflower oil after bleaching

Наименование показателя	Значение показателя
Цветное число, мг I ₂	10
Кислотное число, мг КОН/г	0,5
Массовая доля нежировых примесей, %	отсутствие
Массовая доля фосфолипидов (в пересчете на P ₂ O ₅)	отсутствие
Массовая доля влаги, %	0,1
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	1,2
Анизидиновое число	0,8

Также было показано, что предложенная технология повышает устойчивость масла к окислению и снижает накопление продуктов окисления (рис. 1).

Полученные результаты свидетельствуют, что комплекс сорбентов и МХА способствуют значительному

повышению качества отбеленных масел без щелочной нейтрализации, что

должно обеспечить высокий эффект завершающей стадии дезодорации

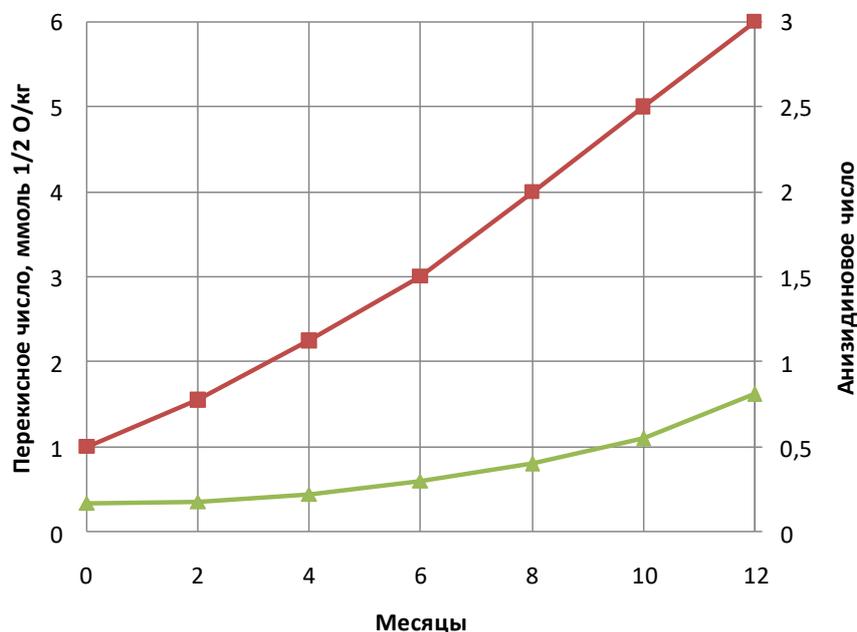


Рис. 1. Изменение перекисного (1) и анизидинового (2) чисел отбеленных масел при хранении³

Fig. 1. Change in peroxide (1) and anisidine (2) numbers of bleached oils during storage³

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность / Корнена Е.П. [и др.]. 4-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2017. 384 с.
2. Технология переработки жиров / Арутюнян Н.С. [и др.]. 3-е изд. М.: Пищепромиздат, 1999. 452 с.
3. Комплексная технология рафинации растительных масел с применением универсального реагента / Мартовщук В.И. [и др.]. Известия вузов. Пищевая технология. 2017; 5/6: 64-67.
4. Высокоэффективная ресурсосберегающая технология рафинации растительных масел / Лобанов А.А. [и др.]. Известия вузов. Пищевая технология. 2018; 1: 56-60.
5. Мартовщук В.И. Научно-практические основы получения модифицированных жиров и жировых полуфабрикатов методом механохимической активации: автореф. дис. ... на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. Краснодар, 2000. 50 с.
6. Мартовщук В.И., Лобанов А.А., Мартовщук Е.В. Механохимический метод активации технологического процесса рафинации растительных масел. Известия вузов. Пищевая технология. 2020; 2/3: 23-26.

REFERENCES:

1. Kornena E.P., Kalmanovich S.A., Martovshchuk E.V. [et al.] Examination of oils, fats and products of their processing. Quality and safety. 4th ed., rev. and add. Novosibirsk: Sib. univ. publishing house. 2017. (In Russ).
2. Arutyunyan N.S., Kornena E.P., Yanova A.I. [et al.] Technology of fat processing. 3rd ed.

Moscow: Pishchepromizdat; 1999. (In Russ).

3. Martovshchuk V.I., Kalmanovich S.A., Gyulushanyan A.P. [et al.] Integrated technology for refining vegetable oils using a universal reagent. News of universities. Food technology. 2017; 5/6: 64-67. (In Russ).

4. Lobanov A.A., Kruglaya O.S., Martovshchuk V.I. [et al.] Highly efficient resource-saving technology for refining vegetable oils. News of universities. Food technology. 2018; 1: 56-60. (In Russ).

5. Martovshchuk V.I. Scientific and practical bases for obtaining modified fats and fatty semi-finished products by the method of mechanochemical activation: Ph.D. dis. for a candidate scientific degree dr. tech. Sciences. Krasnodar; 2000. (In Russ).

6. Martovshchuk V.I., Lobanov A.A., Martovshchuk E.V. Mechanochemical method of activation of the technological process of refining vegetable oils. News of universities. Food technology. 2020; 2/3: 23-26. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Вера Владимировна Илларионова, доктор технических наук, профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

тел.: +7 (861) 259 65 92

Оксана Сергеевна Круглая, аспирант кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

тел.: +7 (861) 259 65 92

Александр Александрович Лобанов, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

lobanov-alex2003@mail.ru

Юлия Шерзодовна Юсупова, аспирант кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

yusupova.kubstu@mail.ru

Елена Анатольевна Вербицкая, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии жиров, косметики,

Vera V. Illarionova, Dr. Sci. (Eng.), professor, Department of Technology of fats, cosmetics and expertise, processes and apparatus, FSBEI HE «Kuban state technological university»

tel.: +7 (861) 259 65 92

Oksana S. Kruglaya, Postgraduate student, Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity Science, Processes and Apparatuses, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

tel.: +7 (861) 259 65 92

Alexander A. Lobanov, Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity Science, Processes and Apparatus, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

lobanov-alex2003@mail.ru

Yuliya Sh. Yusupova, Postgraduate student, Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity Science, Processes and Apparatus, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

yusupova.kubstu@mail.ru

Elena A. Verbitskaya, Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity

товароведения, процессов и аппаратов Science, Processes and Apparatus, FSBEI
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный HE «Kuban State Technological University»
технологический университет»
тел.: +7 (861) 259 65 92 tel.: +7 (861) 259 65 92

Поступила в редакцию 30.03.2023; поступила после рецензирования 11.05.2023;
принята к публикации 12.05.2023
Received 30.03.2023; Revised 11.05.2023; Accepted 12.05.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Фракционирование – основной способ идентификации некурительных табачных изделий

Сергей В. Калашников

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий» (ФГБНУ ВНИИТТИ); ул. Московская, 42, г. Краснодар, 350072, Краснодарский край, Российская Федерация

Аннотация. Табачные изделия орального применения – продукты, не требующие процесса пиролиза и/или производства табачного аэрозоля (дыма) в момент употребления. При отсутствии данных о токсикологических рисках некурительных табаков, потенциально растет их потребление. Азнообразие некурительных табачных изделий создает определенные проблемы при идентификации табака жевательного и табака сосательного (запрещенного к реализации в РФ), как изделий, идентичных по физиологическому воздействию, способу потребления и компонентному составу. Разработана методология комплексной оценки некурительной продукции, включающая определение потребительских свойств и технологических показателей инструментальными методами, а также, установление уровня токсических компонентов (никотин, TSNA, B(a)P). Различие между видами бездымных табаков состоит, в основном, в гранулометрическом составе продукта: снюс – мелкоизмельченный табак, жевательный табак – обрывки табака с удаленной средней жилкой. Определены идентификационные показатели: наличие табачного сырья, размер его частиц и количество крупных фрагментов в готовом продукте. Наличие табачного сырья может быть определено методами оптической микроскопии и/или люминесцентного анализа, количественное содержание – методом ситового анализа. Количественное содержание крупной фракции в табаке жевательном (не менее 15 %) является основным показателем продукта. Использование метода фракционирования, дает возможность проведения дифференциации сосательного и жевательного табаков. Разработана «Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа» (МИ № 022-01.00281-2013-2022). Для аттестации методики проведен комплекс исследований, данные получены в результате проведения пяти параллельных измерений тремя исполнителями для каждого образца. Методика зарегистрирована в Государственном реестре средств измерений (ФР.1.31.2022.43935 от 02.09.2022). Установлены технологические показатели образцов SLT: влажность (11,4-53,3) %, уровень pH 5,7-9,7, содержание крупной фракции (0,4-56,9) %, содержание фракции пыль (0,2-76,3) %. Предоставлены результаты идентификации коммерческих образцов сегментарного продукта.

Ключевые слова: табачная продукция, некурительные продукты, изделия орального потребления, табак жевательный, табак сосательный, никотин, pH, фракционный состав, крупная фракция

Для цитирования: Калашников С.В. Фракционирование – основной способ идентификации

некурильных табачных изделий. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19 (2): 39-46.
<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-39-46>

Fractionation as the main method for smoked tobacco products identification

Sergey V. Kalashnikov

*Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute tobacco, makhorka and tobacco products» (FSBSI VNIITTI);
42 Moscovskaya st., Krasnodar, 350072, the Russian Federation*

Abstract. Smokeless tobacco products are products that do not require a pyrolysis process and / or the production of tobacco aerosol (smoke) at the time of use. In the absence of data on the toxicological risks of smokeless tobacco, their consumption is potentially on the rise. The variety of non-smoking tobacco products creates certain problems in identifying chewing tobacco and sucking tobacco (banned for sale in the Russian Federation) as products that are identical in terms of physiological effects, method of consumption, and component composition. A methodology has been developed for a comprehensive assessment of non-smoking products, including the determination of consumer properties and technological indicators by instrumental methods, as well as the determination of the level of toxic components (nicotine, TSNA, B(a)P). The difference between the types of smokeless tobacco is mainly in the granulometric composition of the product: snus – finely ground tobacco, chewing tobacco – snatches of tobacco with a removed middle vein. Identification indicators have been determined: the presence of raw tobacco, the size of its particles and the number of large fragments in the finished product. The presence of raw tobacco can be determined by optical microscopy and/or luminescent analysis, and the quantitative content can be determined by sieve analysis. The quantitative content of the coarse fraction in chewing tobacco (not less than 15 %) is the main indicator of the product. The use of the fractionation method makes it possible to differentiate between sucking and chewing tobacco. A «Method for determining the fractional composition of non-smoking tobacco products for oral consumption by the method of sieve analysis» was developed (Certificate No. 022-01.00281-2013-2022). To certify the methodology, a set of studies was carried out, the data were obtained as a result of five parallel measurements by three performers for each sample. The technique is registered in the State Register of Measuring Instruments (FR.1.31.2022.43935 of 09/02/2022). Technological indicators of SLT samples were established: humidity (11,4-53,3) %, pH level 5,7-9,7, coarse fraction content (0,4-56,9) %, dust fraction content (0,2-76,3) %. The results of identification of commercial samples of a segmental product are presented.

Keywords: tobacco products, oral smokeless tobacco products, chewing tobacco, sucking tobacco, nicotine, pH, fractional composition, large fraction

For citation: Kalashnikov S.V. Fractionation as the main method for smoked tobacco products identification. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 39-46. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-39-46>

Наиболее распространенными формами употребления табака является курение сигарет и потребление некурильных табачных изделий орального потребления [1]. При отсутствии данных

о токсикологических рисках некурильных продуктов [2], потенциально растет их потребление.

Некурильные табачные продукты орального потребления [3] (Oral smokeless tobacco products, Продукт ST

для перорального употребления, SLT, Бездымный табак) – продукты, не требующие процесса пиролиза и/или производства табачного аэрозоля (дыма) в момент употребления. Проблема, характерная для бездымных табаков, заключается в степени извлечения потенциальных токсикантов, т.к. наличие никотина и его концентрация является причиной быстрого развития толерантности, и, как следствие, формирования никотиновой зависимости. Скорость экстракции зависит от технологических свойств (влажность, фракционный состав, pH) табачного продукта, но, в основном, экстрагируется 10-28% никотина [4].

В отчете ВОЗ TobReg [5] определены типы, канцерогенные составляющие и распространенность SLT, а, также подчеркивается, что существуют различия в рисках употреблением различных видов табачных продуктов. В различных видах некурибельной табачной продукции [3] определено более 50 токсических соединений, включая специфичные для табака нитрозамины (TSNA) [6], бенз[а]пирен (B(a)P), тяжелые металлы (кадмий, мышьяк, никель, хром, свинец), радиоизотопы (полоний-210) [7], а также компоненты списка, опубликованного Hoffman & Djordjevic [8], такие как лактон, кумарин, гидразин, летучие альдегиды и этилкарбамат (уретан).

Следовательно, актуальной задачей является установление корректных идентификационных признаков продукции [3], при этом, важный аспект - наличие стандартизованных инструментальных методов и методик измерений.

Некурибельные табачные изделия орального потребления [1] (SLT): табак жевательный (chewing tobacco), табак сосательный (Snus). Виды табака жевательного: Chewing tobacco bits, Loose leaf, Plug, Twist/roll, Ready-to-use chewing tobacco mixtures, Khaini, Gutkha [5].

Разнообразие некурибельных табаков, как изделий, тождественных по физиологическому воздействию, способу потребления, способу производства и компонентному составу [3], создает проблемы с созданием системного метода оценки качества, в т.ч. определением способа идентификации сегментарных продуктов.

Компонентный состав различных видов SLT идентичен: табачное сырье, вода, влагоудерживающие вещества, хлорид натрия (NaCl) и карбонат натрия (Na₂CO₃), краситель (E150) и вкусовые добавки (натуральные или синтетические ароматизаторы).

Способы изготовления продукции перорального применения описаны в СМЕ «Тobacco: Production, Chemistry and Technology» [9]. Основой методики изготовления бездымных табаков является смешивание размолотого / резаного табака с водой и хлоридом натрия, тепловая обработка смеси (пастеризация), последующее охлаждение смеси, внесение регуляторов pH и вкусовых добавок, подсушка и упаковка готового продукта в потребительскую упаковку.

Различие между видами бездымных табаков состоит, в основном, в гранулометрическом составе продукта:

- снюс – мелкоизмельченный табак (очищенная пыль и мелкая фракция)
- жевательный табак – обрывки табака с удаленной средней жилкой.

Работа по исследованию бездымных табаков проводилась в лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ [10] в последние годы [1, 2, 3, 6, 10].

Разработана методология комплексной оценки некурибельной продукции, включающая оценку потребительских свойств, технологических показателей (фракционный состав, влажность, pH) [3]

инструментальными методами, уровня токсикантов (никотин, TSNA, B(a)P). Определены основные идентификационные признаки SLT - наличие табачного сырья [3], размер его частиц и количество крупных фрагментов в готовом продукте.

Наличие табачного сырья может быть определено методами оптической микроскопии и/или люминесцентного анализа, а также визуальным методом с использованием фонаря Convoy S2+UV

со светодиодом Nichia NCSU276AT U365 ультрафиолетового света. Количественное определение фракций – методом фракционирования продукта.

Наличие табака и размер частиц в тестируемых образцах, на первом этапе исследований, определено методом визуальной оценки с использованием оптической микроскопии [3]. Результаты представлены на рисунке.

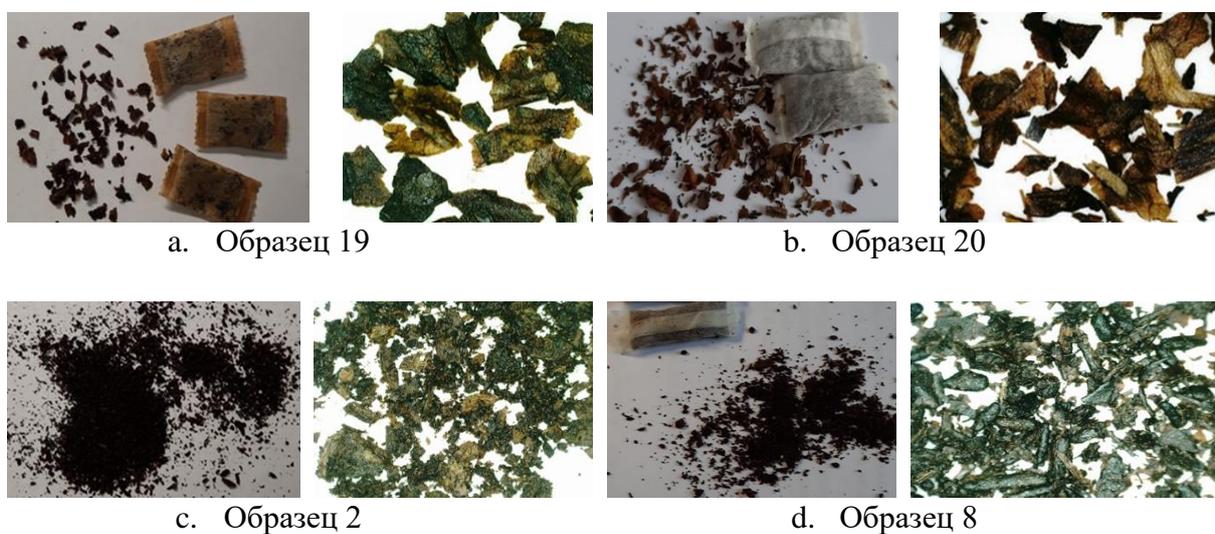


Рис. Внешний вид и структура исследуемых образцов SLT

Fig. Appearance and structure of the studied SLT samples

Структурные отличия и размер фрагментов табачного сырья, определяемых методом визуальной оценки, позволяют сделать вывод, что исследуемые образцы могут быть отнесены к некурительным продуктам орального потребления [3], с условной градацией:

- табак жевательный – образцы 19, 20;
- табак сосательный – образцы 2, 8.

Основным идентификационным показателем табака жевательного, определяем инструментальным методом, является содержание крупной фракции табачного сырья не менее 15% [3].

Для выбора аналитического метода

определения предложен способ фракционирования. В работе лаборатории технологии производства табачных изделий [3] ранее использовалась адаптированная методика определения фракционного состава резаного табака [10]. При этом, установлено негативное влияние длительной пробоподготовки на корректность оценки показателей продукта [1, 11].

Разработана «Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа» МИ 022-01.00281-2013-2022 [12], включающая:

- Область применения: Методика предназначена для определения содержания (массовой доли) каждой фракции в диапазоне (0,05-100,0) % [12].

- Сущность метода: Метод измерений основан на просеивании тестируемой пробы на ситах с отверстиями различного диаметра, с дальнейшим определением содержания крупной / мелкой фракции и пыли методом фракционирования (ситовым методом) и последующем вычислении их процентного содержания в продукте (табачном изделии) [12].

- Условия выполнения измерений: Атмосферные условия в лаборатории в

соответствии с ГОСТ Р ИСО 3402-2002 [13].

- Отбор проб: выборку продукции проводят, не допуская изменение структуры продукта.

- Выполнение и обработка измерений: из лабораторной пробы отбирают пробы для испытаний, помещают на верхнее сито и просеивают. Фракция с верхнего сита (крупная) и пыль взвешивается отдельно. Массовую долю крупной/мелкой фракции и пыли вычисляют с точностью до первого десятичного знака [12].

Таблица

Технологические показатели коммерческих образцов SLT

Table

Technological indicators of commercial samples of SLT

Образец	Влажность, %	рН	Массовая доля, %		
			крупная фракция	мелкая фракция	пыль
Образец 1	19,8	6,3	1,2	89,4	9,4
Образец 2	21,6	5,7	4,1	50,0	44,9
Образец 3	22,4	7,7	1,9	74,8	23,3
Образец 4	34,9	7,8	40,5	53,5	6,0
Образец 5	27,0	9,0	1,0	92,2	6,8
Образец 6	19,7	7,1	0,4	56,8	42,8
Образец 7	23,6	8,5	3,8	95,2	1,0
Образец 8	16,9	9,0	4,2	91,5	1,2
Образец 9	26,5	7,9	3,3	89,6	7,1
Образец 10	23,3	8,4	6,9	90,1	3,0
Образец 11	11,4	7,8	4,0	86,3	9,7
Образец 12	35,7	6,1	0,4	23,3	76,3
Образец 13	29,8	9,0	8,5	52,4	39,1
Образец 14	33,0	9,6	45,7	47,5	6,8
Образец 15	40,7	8,5	15,2	80,8	4,0
Образец 16	32,9	8,6	19,0	78,2	2,8
Образец 17	35,2	8,0	36,1	58,5	0,7
Образец 18	17,0	8,7	22,8	76,4	0,8
Образец 19	34,9	9,7	40,5	53,5	6,0
Образец 20	53,3	9,4	56,9	42,9	0,2

Для аттестации методики проведены исследования в соответствии с требованиями РМГ 61-2010 [14], данные получены в результате проведения пяти параллельных измерений тремя исполнителями для каждого образца.

«Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа» [12] прошла аттестацию (Свидетельство № 022-01.00281-2013-2022) и регистрацию в Государственном реестре средств измерений ФГИС Аршин (ФР.1.31.2022.43935 от 02.09.2022). Использование метода фракционирования, установленного в методике, дает возможность проведения дифференциации сосательного и жевательного табаков.

В процессе исследований (этап 2), установлены технологические показатели коммерческих образцов SLT, данные представлены в таблице.

Фракционный состав определяли в соответствии с МИ № 022-01.00281-2013-2022 [12], рН – в соответствии с CRM № 69 [15]; влажность – в соответствии с ГОСТ 3935-2000 [16].

Влажность тестируемых образцов колеблется в пределах (11,4-53,3)%, уровень рН – 5,7-9,7, содержание крупной фракции (0,4-56,9) %, массовая доля пыли – от 0,2% до 76,3%.

Инструментальным методом установлено, что только восемь исследуемых

коммерческих образцов SLT (с содержанием крупной фракции от 15,2% до 56,9%) идентифицированы как табак жевательный и, следовательно, могут быть разрешены для реализации на территории РФ.

Выводы

1. Разработана методика комплексной оценки некурительных табачных изделий, включающая определение потребительских и технологических свойств, определен комплекс идентификационных показателей.

2. Некурительные табачные изделия характеризуются наличием табачного сырья и различаются размером его фрагментов/частиц в готовом продукте.

3. Основной идентификационный показатель табака жевательного – содержание крупной фракции табачного сырья не менее 15%, устанавливаемый инструментальным методом с применением фракционирования.

4. Разработана «Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа» (Свидетельство № 022-01.00281-2013-2022, ФР.1.31.2022.43935)

5. Получены экспериментальные данные для корректной идентификации коммерческих образцов сегментарного продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дон Т.А. Совершенствование технологий некурительных табачных изделий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2017. 25 с.
2. Гнучих Е.В., Дон Т.А., Миргородская А.Г. Улучшение потребительских характеристик и снижение токсичности жевательного табака при использовании вкусоароматических добавок. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018; 80(3): 288-297.
3. Калашников С.В., Шкидюк М.В. Идентификационные признаки некурительной табачной продукции. Новые технологии. 2021; 17(2): 25-32.
4. <https://patents.google.com/patent/RU2649235C2/ru>

5. World Health Organization (WHO) Study Group on Tobacco Product Regulation: Report on the scientific basis of tobacco product regulation: third report of a WHO study group. WHO Technical Report Series 955, Geneva, Switzerland. 2009
http://www.who.int/tobacco/industry/product_regulation/tobreg/en/
6. Шкидюк М.В., Дон Т.А., Бедрицкая О.К. Комплексная оценка некурительной никотинсодержащей продукции. Вестник ВГУИТ. 2021; 83(1): 179-186.
<https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-179-186>
7. U.S. Public Health Service: The health consequences of using smokeless tobacco. A report to the Advisory Committee to the Surgeon General. 1986, U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Public Health Service, Bethesda, MA, U.S.
8. Hoffman D, Djordjevic MV: Chemical composition and carcinogenicity of smokeless tobacco. Adv. Dent. Res. 1997; 11(3): 322-9.
9. Wahlberg I, Ringberger T. Smokeless tobacco. In: Davis DL, Nielsen MT (eds) Tobacco production, chemistry and technology. Chapter 14. Coresta Monograph, Blackwell Science. 1999: 452-460. <https://www.coresta.org/abstracts/tobacco-production-chemistry-and-technology-monograph-preview-6126.html>
10. Дон Т.А., Калашников С.В., Миргородская А.Г. Исследование некурительных продуктов орального потребления. Новые технологии. 2020; 4: 53-59.
11. Методика определения фракционного состава некурительных табачных изделий орального потребления методом ситового анализа: свидетельство об аттестации методики (метода) измерений № 022-01.00281-2013-2022.
12. ГОСТ Р ИСО 3402-2002 Табак и табачные изделия. Атмосферы для кондиционирования и испытаний [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200031121>
13. РМГ 61-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200094703>
14. CORESTA RECOMMENDED METHOD N° 69 «Determination of pH in Tobacco and Tobacco Products» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.coresta.org/determination-ph-tobacco-and-tobacco-products-29192.html>
15. ГОСТ 3935-2000 СИГАРЕТЫ. Общие технические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200007281>

REFERENCES:

1. Don T.A. Improving the technology of non-smoking tobacco products: Ph.D. dis. ... cand. tech. Sciences. Krasnodar; 2017. (In Russ).
2. Gnuchikh E.V., Don T.A., Mirgorodskaya A.G. Improvement of consumer characteristics and reduced toxicity of chewing tobacco when using of flavors. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018; 80(3):288-297. (In Russ.).
3. Kalashnikov S.V., Shkidyuk M.V. Identification characteristics of non-smoking tobacco products. New Technologies. 2021; 17(2):25-32. (In Russ.).
4. <https://patents.google.com/patent/RU2649235C2/ru>
5. World Health Organization (WHO) Study Group on Tobacco Product Regulation: Report on the scientific basis of tobacco product regulation: third report of a WHO study group. WHO Technical Report Series 955, Geneva, Switzerland. 2009
http://www.who.int/tobacco/industry/product_regulation/tobreg/en/
6. Shkidyuk M.V., Don T.A., Bedritskaya O.K. Complex estimation system for smokeless nicotine containing products. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2021; 83(1): 179-186.
<https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-179-186> (In Russ).
7. U.S. Public Health Service: The health consequences of using smokeless tobacco. A report to the Advisory Committee to the Surgeon General. 1986, U.S. Department of Health, Education, and Welfare.

Public Health Service, Bethesda, MA, U.S.

8. Hoffman D, Djordjevic MV: Chemical composition and carcinogenicity of smokeless tobacco. *Adv. Dent. Res.* 1997; 11(3): 322-9.

9. Wahlberg I., Ringberger T. Smokeless tobacco. In: Davis DL, Nielsen MT (eds) *Tobacco production, chemistry and technology*. Chapter 14. Coresta Monograph, Blackwell Science. 1999: 452-460 <https://www.coresta.org/abstracts/tobacco-production-chemistry-and-technology-monograph-preview-6126.html>

10. Don T.A., Kalashnikov S.V., Mirgorodskaya A.G. Research of non-smoking products for oral consumption. *New Technologies*. 2020; (4): 53-59. (In Russ.).

11. Method for determining the fractional composition of non-smoking tobacco products for oral consumption by the method of sieve analysis: certificate of attestation of the measurement technique (method) No. 022-01.00281-2013-2022. (In Russ).

12. GOST R ISO 3402-2002 Tobacco and tobacco products. Atmospheres for conditioning and testing <https://docs.cntd.ru/document/1200031121> (In Russ).

13. RMG 61-2010 «State system for ensuring the uniformity of measurements. Indicators of accuracy, correctness, precision of methods of quantitative chemical analysis. Evaluation Methods» [Elektronik resuors]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094703>

14. CORESTA RECOMMENDED METHOD N° 69 «Determination of pH in Tobacco and Tobacco Products» [Elektronik resuors]. URL: <https://www.coresta.org/determination-ph-tobacco-and-tobacco-products-29192.html>

15. GOST 3935-2000 Cigarettes. General specifications [Elektronik resuors]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007281> (In Russ).

Информация об авторе / Information about the author

Сергей Владимирович Калашников, зам. директора по производственной деятельности и внедрению НИР, научный сотрудник лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»

tabak.technolog@rambler.ru

Sergei V. Kalashnikov, Deputy Director for Production Activities and Implementation of Research and Development, Researcher, Laboratory of Tobacco Production Technology, FSBSI «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»

tabak.technolog@rambler.ru

Поступила в редакцию 21.04.2023; поступила после рецензирования 29.05.2023; принята к публикации 30.05.2023

Received 21.04.2023; Revised 29.05.2023; Accepted 30.05.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Отражение принципа – потребитель, управляющий отношениями (CMR) в ассортиментной политике действующих игроков индустрии питания

Виктория Ю. Карпенко, Майя Ю. Тамова*,
Татьяна А. Джум, Елена В. Барашкина

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

Аннотация. В статье представлен обзор подходов управления взаимоотношениями с потребителями. Данные подходы связаны с CRM и CMR системами. Ключевыми аспектами в них являются персонализация и индивидуализация в работе с потребителями, что предоставляет предприятиям питания, в том числе и при отелях, определенные преимущества. В качестве такого подхода рассматривается направление в ассортиментной политике – специальное меню «АнтиДжетлаг», которое наиболее актуально для службы питания средств размещения. Данное направление ассортиментной политики проанализировано на основе ресторанной практики ведущих отелей г. Краснодара. Целью исследования является выявление путей формирования системы лояльности через ведение учёта особенностей и потребительских пожеланий, базируясь на инновационных решениях, связанных с системой управления взаимоотношений с гостями на базе специального меню «АнтиДжетлаг», основанном на новых формах обслуживания и технологических идеях. Методы исследования: анализ, синтез, обобщение, наблюдение и прогнозирование. Результаты и обсуждение: в статье делается акцент на то, что мало продать ассортиментную позицию или услугу гостям. Их надо продать правильно, исходя из вкусов и возможностей гостей. Это связано с тенденцией персонализации и индивидуализации гостя, которая при разработке специального меню «АнтиДжетлаг» основополагающая. Так уточняются все предпочтения гостя, в том числе прилёт из какого города, время пребывания в полёте, есть ли какие-либо противопоказания для того, чтобы подобрать персональный рацион по меню «АнтиДжетлаг» с использованием ингредиентов, способствующих облегчению симптомов джетлага. Выводы: для предоставления гостю лучшего клиентского сервиса необходима индивидуализация в работе с ним, которая является базой проактивного сервиса, способствующего росту потребительской лояльности и повышению степени вероятности его возвращения в данный гостинично-ресторанный комплекс вновь.

Ключевые слова: предприятие питания, отель, персонализация, индивидуализация, джетлаг, специальное меню, инструменты воздействия, проактивный сервис

Для цитирования: Карпенко В.Ю., Тамова М.Ю., Джум Т.А. и др. Отражение принципа – потребитель, управляющий отношениями (CMR) в ассортиментной политике действующих игроков индустрии питания. *Новые технологии / New technologies.* 2023; 19 (2): 47-56.

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-47-56>

Reflection of the principle - a consumer, managing relations (CMR) in the assortment policy of the existing players in the food industry

Victoria Yu. Karpenko, Maya Yu. Tamova*,
Tatiana A. Dzhum, Elena V. Barashkina

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

Abstract. The article presents an overview of customer relationship management approaches. These approaches are associated with CRM and CMR systems. The key aspects in them are personalization and individualization in working with consumers, which provides certain advantages for catering companies, including those in hotels. As such an approach, a direction in the assortment policy is considered - a special menu «AntiJetlag», which is most relevant for the catering service of accommodation facilities. This direction of the assortment policy is analyzed on the basis of the restaurant practice of the leading hotels in Krasnodar. The purpose of the study is to identify ways to form a loyalty system through keeping records of features and consumer wishes, based on innovative solutions related to the guest relationship management system based on the special AntiJetlag menu, based on new forms of service and technological ideas. Research methods: analysis, synthesis, generalization, observation and forecasting. Results and discussion: the article focuses on the fact that it is not enough to sell an assortment position or service to guests. They must be sold correctly, based on the tastes and capabilities of the guests. This is due to the trend of personalization and individualization of the guest, which is fundamental when developing a special menu «AntiJetlag». This is how all guest preferences are clarified, including arrival from which city, time spent in flight, whether there are any contraindications in order to choose a personal diet from the AntiJetlag menu using ingredients that help alleviate jetlag symptoms. Conclusions: in order to provide the guest with the best customer service, individualization is necessary in working with him, which is the basis of a proactive service that contributes to the growth of consumer loyalty and increases the likelihood of him returning to this hotel and restaurant complex again.

Keywords: catering company, hotel, personalization, individualization, jet lag, special menu, influence tools, proactive service

For citation: Karpenko V.Yu., Tamova M.Yu., Dzhum T.A., et al. Reflection of the principle - a consumer, managing relations (CMR) in the assortment policy of the existing players in the food industry. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 47-56. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-47-56>

Введение. Актуальность данного исследования определила недостаточность изучения вопросов, связанных со спецификой управления взаимоотношениями с потребителями. Решению многих социально-экономических проблем помогает индустрия питания, ориентированная на обеспечение населения качественным питанием. Это отвечает

концепции здорового образа жизни, в том числе и специальному формату «Анти-Джетлаг», что актуально в настоящее время. Так как активизируется мобильность населения, связанная с деловыми поездками, командировками, путешествиями по разным регионам России, которые отличаются друг от друга часовыми поясами, климатом, природой,

водой, традициями, жизненными укладами, проявляющимися в особенностях питания и быта. Попадая в непривычную среду, у туристов и приезжающих из других регионов гостей ухудшается самочувствие из-за недостаточного иммунитета к новым условиям. Слово «Джетлаг» состоит из jet – что означает «реактивный самолёт» и lag – «запаздывание» и подразумевает: ослабление иммунитета, потерю аппетита, ослабление тонуса мышц, происходит сбой в выработке гормонов. Все силы организма уходят на адаптацию к новому графику, что замедляет остальные функции. В связи с этим туристы, приезжающие в другие регионы, нуждаются в питании, организованном по специальному меню «АнтиДжетлаг». Проблемы, связанные с инновационными компьютерными технологиями в индустрии гостеприимства, обеспечением комфорта и безопасности гостей, новыми идеологиями взаимоотношений с гостями, рассматривались такими специалистами как М.Ю. Тамовой, Т.А. Джум, М.Н. Куткиной, Т.Н. Сафроновой [3, 4, 8]. Возможности осознанного питания с учетом персонализации гостя, базирующегося на достоверную медицину, к которому относится и специальное меню «АнтиДжетлаг» изучались Н.И. Ващенко, С.С. Вяловым, Л.Ю. Лавровой, Е.В. Мотовой, Д.Д. Салеевой [1, 2, 5, 6, 7].

Цель исследования – выявить пути формирования системы лояльности через ведение учёта особенностей и потребительских пожеланий, базируясь на инновационных решениях, связанных с системой управления взаимоотношений с гостями на базе специального меню «АнтиДжетлаг», основанном на новых формах обслуживания и технологических идеях.

Для предприятий, ежедневно работающих с большим количеством людей,

и имеющих широкий ассортимент продукции и услуг, подойдут решения CRM-системы, нацеленной на построение взаимоотношений с гостями [3]. Так, в ведущих отелях г. Краснодара активно практикуется CRM-система, связанная со сбором информации о клиентах и учетом истории взаимоотношений с ними, включающей оценку их удовлетворенности, регистрацию и анализ жалоб; ведением единой клиентской базы данных, что используется при прогнозировании продаж; автоматизацией бизнес-процессов; планированием и анализом маркетинговых мероприятий с учетом обмена данными между подразделениями и сотрудниками.

Данная система эффективно продемонстрировала себя как в деятельности небольших баров и кафе, так и в деятельности сетевых предприятий с большой проходимостью и работающих с разными поставщиками. Функционирование системы CRM связано с сохранением потребительской лояльности, что проявляется в увеличении клиентской базы. В этих целях используются следующие инструменты воздействия [4]:

- учет новых потребностей потребителей, проявляющийся в обоснованной смене ассортимента;

- использование гибкой ценовой политики с учетом требований потребительского рынка;

- контроль за включением в меню востребованных ассортиментных позиций, что отражается в наличии на складе товарных запасов сырья, необходимых для их приготовления. Это, в свою очередь, способствует росту объемов продаж, так как предложение соответствует спросу;

- разработка системы скидок для постоянных клиентов.

В разрезе поставленной цели исследу-

дования можно сформулировать следующие задачи:

1. Охарактеризовать специфику политики общения с потребителями предприятий, стремящихся соответствовать требованиям рынка;

2. Охарактеризовать специальное меню «АнтиДжетлаг», активно используемого в сфере сервиса и наиболее востребованное в гостинично-ресторанных комплексах, нацеленных на удовлетворение спроса гостей в качественном проживании и питании, которые являются основными его услугами;

3. Выявить отличительные черты концепции SMR, нацеленной на новый позитивный опыт, индивидуализацию взаимодействия с отдельными потребителями так, чтобы предприятие направлял сам потребитель, и в соответствии с этим развивать отношения.

Объект исследования – персонализация и индивидуализация в работе с потребителями, что способствует учёту их мнений, желаний и запросов в процессе создания продукции, формирования меню и номенклатуры предоставляемых услуг, делая их при этом активными соучастниками в процессе обслуживания. Потребителям предоставляется возможность выбирать уровень сервиса, соответствующий их потребностям.

Мониторинг реакции гостей позволит предприятию общественного питания выявлять на сколько они ценят индивидуальные коммуникации в процессе их привлечения, выявляя при этом те предложения, которые интересны конкретному целевому сегменту потребителей данного предприятия [3].

Отели являются составной частью сферы услуг. Предоставление в них услуг питания положительно отражается на показателях финансово-экономической деятельности. В ресторанах при отелях

очень часто отдыхают гости после дальних перелетов, где биоритмы человека рассинхронизируются с ритмами окружающей среды – продолжительностью светового дня, временем восхода и заката солнца. Из-за запаздывания или опережения внутренних «часов» ухудшается самочувствие. В связи с этим гости раздражительны, что может привести к конфликтной ситуации, а это, в свою очередь, идёт как минус репутации отеля [8]. Время адаптации может сопровождаться плохим настроением гостей из-за проблем с их самочувствием. Так, сон восстанавливается через 2-3 дня, а время выработки гормонов и ферментов налаживается только через 8 дней. Быстрая смена часовых поясов влияет на гормональный фон. Джетлаг может испортить весь отпуск [7]. Поэтому в современных отелях, в состав которых непременно входят службы питания, всё большую актуальность и значимость приобретает специальное меню «АнтиДжетлаг», в котором проявляется индивидуализация в работе с гостями.

Методы. Источниками информации послужили научные статьи по теме исследования, сведения из официальных сайтов крупнейших российских ресторанных и гостиничных компаний. В ходе исследования применялись методы: анализ, синтез, обобщение, наблюдение, прогнозирование.

Результаты. Любое предприятие стремится к тому, чтобы организация его деятельности соответствовала требованиям рынка. С этой целью осуществляется мониторинг запросов гостей и предложения услуг конкурентов. Чтобы бы вызывать потребительский интерес, предприятию индустрии гостеприимства необходимо проработать всё, что связано с инновационным комплексом ресторанного маркетинга, опирающегося на семь чувствительных нот гостеприимства:

«зрение» (оформление экстерьера, интерьера), «слух» (музыкальный фон, учитывающий концепцию заведения), «обоняние» (аромаркетинг), «вкус» (ассортиментная политика предприятия, выраженная в виде меню, карты вин, напитков и др.), «осязание» (тепло и уют применяемой фактуры), «интуиция» (обеспечение безопасности и проявление заботы персонала по отношению гостей). Но чтобы усилить эмоции гостей, создавая у них приятное воспоминание о предприятии, что привлекает посетить его ещё раз, необходимо сделать акцент на седьмой ноте, которую невозможно конкурентам скопировать – «впечатление», что связано с политикой общения с гостями, базируясь на персонализацию.

Персонализация нацелена на создание индивидуальных взаимоотношений между предприятием и каждым отдельным потребителем на основе использования современных технологий и информации о конкретных гостях, поступающей в режиме реального времени. С учетом этого строится общение между персоналом предприятия и потребителями, нацеленное на предложение именно тех услуг, которые соответствуют высказанным нуждам каждого гостя, обеспечивая предложение продукции потребителю в соответствии с его потребностями, что даёт бизнесу ряд преимуществ [3]:

– повышение прибыли за счет увеличения частоты посещения, объема закупок, что, в свою очередь, позитивно отражается на снижении издержек по сделкам;

– основным помощником по развитию бизнеса становится сам потребитель, который обеспечивает предприятие объективной информацией, тем самым обучая его, как необходимо в данный момент времени позиционировать себя на рынке и с какими предложениями

выходить на него, чтобы услуги были востребованы;

– основным «двигателем» данного предприятия является сам потребитель, так как он становится активным рекламистом предлагаемых услуг, рекомендуя данное предприятие своему окружению;

– за счет соответствия направленности деятельности предприятия тенденциям и правилам современного рынка повышается его конкурентоспособность;

– повышение лояльности потребителей к предложениям предприятия определяют долгосрочность их отношений, что позитивно отражается на прибыльности предприятия;

– предложения гостям строятся с учетом предпочтений последних и возможностей предприятия, что определяет соблюдение баланса между интересами исполнителя услуг и степенью потребительской удовлетворенности, основанной на изучении спроса для поддержания постоянного интереса целевого рынка;

– изучение поведения и предпочтений потребителей для выявления наиболее прибыльных сегментов, с дальнейшим стремлением их удержания путем наилучшего удовлетворения запросов, способствует росту продаж ассортиментных позиций;

– поддержание до- и послепродажных отношений с клиентами способствует доведению до совершенства бизнес-процесса продаж, который трансформируется из вертикали в горизонталь, при этом привлекая к производству и обслуживанию все подразделения и ресурсы данного предприятия;

– для разрешения противоречий, возникающих в межфункциональном взаимодействии процесса производства и обслуживания, на весь персонал предприятия дается целевая установка главной задачи бизнеса, связанной с удовлетворением потребностей гостя.

CRM-система управления взаимоотношениями с гостями используется в деятельности современных предприятий индустрии гостеприимства для ведения учета их особенностей и пожеланий, что способствует формированию потребительской лояльности. Главным активом предприятия являются его гости. Поэтому среди задач CRM-системы, значимых для работы предприятия, выделяют [8]:

- сбор и актуализацию информации о конкурентах, потребителях, партнерах, что связано с проведением маркетинговых исследований рынка;

- систематизацию имеющихся данных в единой информационной базе предприятия для обоснования решений, связанных с необходимостью обновления ассортимента, его расширения через введение новых ассортиментных позиций и их позиционированием;

- поиск наиболее оптимальных способов продвижения услуг предприятия;

- мониторинг показателей результативности работы персонала по привлечению потребителей и повышение степени заинтересованности работников в использовании новых инструментов воздействия на гостей для достижения поставленных целей.

Для того чтобы предложения предприятия были интересны потребителю, необходимо учитывать высказанные им пожелания. Для этого ведется история контактов с гостем, частота его заказов, суммы счетов, учет разных нюансов, связанных с конкретным потребителем, в том числе психологических, житейских, деловых, что в совокупности оказывает влияние на принятие решений, связанных с покупками и выбором услуг.

Технология обслуживания гостей в отелях характеризуется цикличностью – последовательным повторением

процесса обслуживания гостя от времени бронирования и прибытия в отель до его отъезда и поддержание с ним дальнейших отношений (информирование о новых предложениях, благодарность за оставленный отзыв и др.) [8]. В отелях на выбор методов и форм обслуживания оказывают влияние ряд факторов, а именно организация питания, в том числе и по формату «АнтиДжетлаг» (вид которого зависит от часовых поясов, времени перелёта и др.), места приема пищи (зал гостиничного ресторана или летней веранды, лобби-бар, номер, поэтажный буфет, кафе на территории отеля и др.), способы ее получения, специфика доставки в номер, степень участия персонала в обслуживании, применяемые средства механизации и автоматизации. Отель формирует специальные предложения для своих гостей, которые пребывают из других часовых поясов и испытывают длительные перелёты (табл. 1).

Данные рекомендации, представленные в таблице 1, связаны с использованием определенных ингредиентов в питании, поддерживающих, в том числе, и водный баланс в организме, способствующих хорошему сну и др. [1, 2]. Данная информация, как правило, отправляется отелем на электронную почту этой категории гостей.

Чередование рационов по специальному меню «АнтиДжетлаг» за несколько дней до вылета в другой регион позволит легче перенести симптомы джетлага и улучшить самочувствие, что в свою очередь уменьшит раздражительность и повысит настроение прибывающих в отель гостей.

По приезду в отель, гость сразу заполняет анкету для выявления индивидуальных особенностей. При продаже гостиничного номера в отеле, администратор обязательно уточняет все

тонкости и предпочтения гостя, в том числе перелет из какого города, есть ли какие-либо медицинские

противопоказания для того, чтобы составить индивидуальный рацион питания на время адаптации.

Таблица 1

Рекомендации отеля по организации питания в формате «АнтиДжетлаг» для приезжающих гостей из других часовых поясов

Table 1

Hotel recommendations on catering in the «Anti-Jetlag» format for visiting guests from other time zones

Прием пищи	За 4 дня до вылета	За 3 дня до вылета	За 2 дня до вылета	День до вылета
Завтрак	Белки: яйца, высокобелковые злаки	Овощи, фрукты	Белки: яйца, высокобелковые злаки	Овощи, фрукты
Обед	Белки: стейк, гамбургеры, зелёные бобы	Салаты	Белки: стейк, гамбургеры, зелёные бобы	Салаты
Ужин	Углеводы: спагетти, картофель, крахмальные овощи – без мяса	Легкие супы	Углеводы: спагетти, картофель, крахмальные овощи – без мяса	Легкие супы

В связи с этим для каждого гостя составляется отдельное меню по его предпочтениям, подбирается удобный для него график приема пищи, а также место организации питания – это может быть подготовленный стол в ресторане либо прием пищи в номере. Чаще всего мероприятия по меню «АнтиДжетлаг» обслуживаются официантами. Услуга питания в ресторане при отеле по специальному меню «АнтиДжетлаг» включает следующие этапы [8]:

- гость бронирует номер в отеле;
- администратор связывается с гостем для подтверждения брони и уточнения деталей;
- администратор обязательно узнает, когда, в какое время и из какого города прилетает гость;
- далее гостю по электронной почте высылается чек-лист для подготовки к полету;
- в полете по рекомендациям отеля, гостям предлагается скачать специальное приложение на телефон, где можно рассчитать, как лучше выспаться и в какое время принимать закуску;

– в это время в отеле разрабатывается специальное меню для конкретного гостя;

– по прилету гость выбирает, как он будет питаться (ресторан/номер);

– обязательно после завтрака/обеда/ужина по специальному меню «АнтиДжетлаг» менеджеры получают обратную связь от гостя.

Нижеприведенные рекомендации по составлению меню взяты из практики действующих высококатегорийных отелей г. Краснодара, ориентированных на особенностях обслуживания гостей, прибывающих из других регионов. Меню «АнтиДжетлаг» включает в себя холодные, горячие закуски, основные блюда и напитки, которые предоставляются на выбор, чтобы удовлетворить вкусовые предпочтения каждого гостя, к примеру, «Салат Нисуаз с лимонной заправкой», «Салат из помидоров черри с муссом авокадо и французским багетом», «Салат из запечённых корнеплодов с кедровыми орехами и кунжутной заправкой», «Салат с подкопчённым ростбифом», «Салат страчателла и

томаты», «Салат с киноа и свежими овощами», «Буррата», «Крем-суп из цветной капусты», «Грибной капучино», «Вегетарианский зеленый борщ с цельно зерновыми гренками», «Тыквенный крем-суп с жареными тыквенными семечками и зеленым маслом», «Вырезка черного Ангуса», «Рибай Черного Ангуса», «Припущенная спаржа», «Яичные палочки».

В организации обслуживания по меню «АнтиДжетлаг» для гостей после длительного перелета можно выделить:

- включение специальных блюд;
- использование специальной посуды и сервировки, выполненной в минималистичном стиле;
- внедрение системы «хронобиологического освещения зала», которая подстраивается под дневные и ночные биоритмы пассажиров, обеспечивая теплое легкое освещение, позволяющее расслабиться, и более холодный, стимулирующий свет для более активных фаз;
- оформление столов по предзаказу [5].

Организация обслуживания по меню «АнтиДжетлаг» в отеле является отражением эффективности внедрения CRM-системы, нацеленной на рост прибыльности предприятия через повышение числа постоянных потребителей его услуг.

Обсуждение. Бурное развитие IT-технологий, наполнение Интернета продуктами и услугами предоставило потребителям возможности осуществлять покупки разными способами, что привело к росту степени влияния клиента на деятельность предприятия, который желает контролировать процесс предоставления услуг.

Однако, большинство менеджеров действующих отелей, принимая то или иное решение, руководствуются тем, что

предприятия по-прежнему имеют возможность управлять отношениями с гостями, выделять целевые группы и формировать для них интересные предложения. В итоге предприятие сталкивается с тем, что именно те действия, с помощью которых предприятие рассчитывало построить отношения с потребителями, по факту эти отношения разрушают – появляется противоречие [8]. В связи с этим, несмотря на все признанные преимущества, CRM-система достигла в цикле своего развития опасной стадии. Пришло время перейти на иной принцип построения отношений с потребителями, а именно на систему CRM, при которой полномочия управления отношениями переходят от предприятия к потребителю, который сам определяет какие предложения ему будут интересны, а какие нет. Это касается характера информации, требуемой от предприятия гостем, её дозирования, специфики построения диалога предприятия с ним – где, когда и как часто, намерения, связанные с получением конкретных услуг и продукции, в разработке которых потребитель желает принимать участие с учетом собственных предпочтений и особенностей.

Ключевым при внедрении данной системы являются индивидуализация в работе с потребителями.

Индивидуализация связана с процессом вовлечения потребителей в организацию их обслуживания путем использования поступающей от них информации, связанной с их пожеланиями, например в какие дни недели они хотят узнать о спецмероприятиях предприятия, касающихся формата «АнтиДжетлаг» или когда будет представлен определенный мастер-класс или *shef table* по специальному меню для снижения негативных последствий джетлага. Индивидуализация позволяет гостю активно принимать

участие в разработке и предоставлении услуги, информируя о том, что он желает в итоге получить. При этом потребители имеют возможность выбирать уровень сервиса соответствующий их потребностям.

Передача полномочий потребителю, связанных с построением и управлением отношениями с ним, способствует укреплению эмоциональной привязанности и преданности услугам предприятия, что влечёт за собой рост потребительской лояльности.

Под влиянием распространения информационных технологий, которые предоставляют возможность видеть нужды и предпочтения каждого гостя, а не абстрактного потребителя, меняется подход к управлению отношениями с потребителями, базирующийся на предоставлении им проактивного сервиса, связанного с индивидуализацией в работе с гостями.

Вывод. Краснодарский край является одним из актуальных туристских и деловых направлений РФ. В настоящее время потребители имеют доступ к более

обширной информации и получают её благодаря использованию беспрецедентных инструментов, предоставляемым Интернетом. Для предоставления гостю лучшего клиентского сервиса важным элементом является проактивный сервис, включающий персонализацию и индивидуализацию в работе с потребителями. Поэтому предложение специального меню «АнтиДжетлаг» в сервисном обслуживании гостинично-ресторанных комплексов нацелено на «оживление» гостей края из других регионов РФ и зарубежа после тяжелого перелёта, избавление их от стресса, связанного с несовпадением внутренних биологических ритмов с солнечными сутками в месте пребывания [6]. В связи с этим в ассортиментной политике уделяется внимание определённому подходу к организации питания таких гостей, в основе которого заложен принцип индивидуализации, способствующий росту потребительской лояльности и повышению степени вероятности его возвращения в данный гостинично-ресторанный комплекс вновь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ващенко Н.И. Здоровое питание для улучшения пищеварения. М.: БММ, 2018. 224 с.
2. Вялов С.С. Достоверная медицина. Гастрокнига: Пищеварение вдоль и поперек. М.: АСТ, 2022. 304 с.
3. Джум Т.А., Тамова М.Ю., Ксенз М.В. Дифференцированное обслуживание как возможность привлечения и удержания гостей в предприятии питания. Сфера услуг: Инновации и качество. 2021; 53: 84-93.
4. Куткина М.Н., Елисеева С.А. Инновации в технологии продукции индустрии питания: учебное пособие. СПб.: Троицкий мост, 2016. 220 с.
5. Лаврова Л.Ю., Борцова Е.Л. Теоретико-практические основы здорового питания: учебное пособие. М.: Библио-Глобус, 2018. 201 с.
6. Мотова Е.В. Мой лучший друг – желудок: еда для умных людей. М.: АСТ, 2022. 496 с.
7. Салеева Д.Д. Осознанное питание. М.: АСТ, 2022. 304 с.
8. Сафронова Т.Н. Инновации в гостиничном деле: учебное пособие. Красноярск. Сиб. федер. ун-т, 2018. 155 с.

REFERENCES:

1. Vashchenko N.I. Healthy nutrition for improving digestion. Moscow: BMM; 2018. (In Russ).
2. Vyalov S.S. Reliable medicine. Gastro book: Digestion along and across. – Moscow: AST; 2022. (In Russ).

3. Dzhum T.A., Tamova M.Yu., Ksenz M.V. Differentiated service as an opportunity to attract and retain guests in a catering company. Service sector: Innovation and quality. 2021; 53: 84-93. (In Russ).
4. Kutkina M.N., Eliseeva S.A. Innovations in the technology of food industry products: a textbook. St. Petersburg: Troitsky Bridge; 2016. (In Russ).
5. Lavrova L.Yu., Bortsova E.L. Theoretical and practical foundations of a healthy diet: school improvement. Moscow: Biblio-Globus; 2018. (In Russ).
6. Motova E.V. My best friend is the stomach: food for smart people. Moscow: AST; 2022. (In Russ).
7. Saleeva D.D. Conscious begging. Moscow: AST; 2022. (In Russ).
8. Safronova T.N. Innovations in the hotel business: a textbook. Krasnoyarsk. Sib. feder. un-ty; 2018. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Виктория Юрьевна Карпенко,
доцент кафедры общественного питания и
сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государ-
ственный технологический университет»,
кандидат технических наук, доцент

vuk-85@yandex.ru
тел.: +7 (906) 431 12 88

Майя Юрьевна Тамова, заведую-
щая кафедрой общественного питания и
сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государ-
ственный технологический университет»,
доктор технических наук, профессор

tamova_maya@mail.ru
тел.: +7 (918) 414 14 54

Татьяна Александровна Джум,
доцент кафедры общественного питания и
сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государ-
ственный технологический университет»,
кандидат технических наук, доцент

tatalex7@mail.ru
тел.: +7 (903) 458 05 45

Елена Владимировна Барашкина,
доцент кафедры общественного питания и
сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государ-
ственный технологический университет»,
кандидат технических наук, доцент

evb11@yandex.ru
тел.: +7 (960) 475 51 63

Victoria Y. Karpenko, Ph. D. (Eng.),
Associate Professor, Department of Public
Catering and Service, FSBEI HE «Kuban
State Technological University»

vuk-85@yandex.ru
tel.: +7 (906) 431 12 88

Maya Y. Tamova, Dr. Sci. (Eng.),
Professor, Head of the Department of Public
Catering and Service, FSBEI HE «Kuban
State Technological University»

tamova_maya@mail.ru
tel.: +7 (918) 414 14 54

Tatyana A. Dzhum, Ph. D. (Eng.),
Associate Professor, Department of Public
Catering and Service, FSBEI HE «Kuban
State Technological University»

tatalex7@mail.ru
tel.: +7 (903) 458 05 45

Elena V. Barashkina, Ph. D. (Eng.),
Associate Professor, Department of Public
Catering and Service, FSBEI HE «Kuban
State Technological University»

evb11@yandex.ru
tel.: +7 (960) 475 51 63

Поступила в редакцию 29.12.2022; поступила после рецензирования 20.02.2023;
принята к публикации 21.02.2023

Received 29.12.2022; Revised 20.02.2023; Accepted 21.02.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка технологии зернового напитка на основе непропаренной гречневой крупы

Гюлляр М. Керимова*, Иван А. Фоменко,
Алина Р. Пивченко, Илья Р. Соколов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»; Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация

Аннотация. Растительные напитки – продукт, уже ставший привычным для сторонников «безмолочной» диеты, вегетарианцев и людей с лактазной недостаточностью. На рынке имеется большой ассортимент напитков, среди них самые популярные виды: зерновые, бобовые, ореховые. Среди которых найти достойную замену коровьему молоку бывает трудно из-за специфических органолептических показателей сырья, содержания определенных компонентов, вызывающих аллергию или непереносимость при их употреблении. В качестве субстрата для исследования была выбрана зеленая гречневая крупа, которая не содержит глютен, имеет богатый биохимический состав и является гипоаллергенным продуктом. В отличие от термически обработанной крупы непропаренная сохраняет больше функциональных компонентов в своём составе. В статье предложен способ получения безлактозного и безглютенового растительного напитка на основе непропаренной гречневой крупы. Целью исследования являлся подбор параметров производства зернового напитка. Были определены рациональная концентрация вносимого субстрата и дозировки ферментных препаратов мальтогенной амилазы и α -амилазы. С учетом особенностей, характерных для гидролизуемого сырья, были предложены параметры ферментативного гидролиза с минимальным температурным воздействием и временем выдерживания. В работе использовались амилолитические ферменты фирмы «Novozymes» (производство Дания) и «Сиббиофарм» (производство Россия) для снижения вязкости высококрахмалистого субстрата, осложняющего технологический процесс производства растительного напитка, и создания желаемых органолептических показателей. В готовом напитке отслеживались конечные показатели содержания белка, жира, редуцирующих веществ, сухих веществ. Готовый продукт также является источником растворимых пищевых волокон, обладающих положительным влиянием на микробиом человека.

Ключевые слова: растительный напиток, непереносимость лактозы, непереносимость глютена, непропаренная гречневая крупа, амилолитические ферменты, ферментативный гидролиз, параметры ферментативного гидролиза, пищевые волокна

Для цитирования: Керимова Г.М., Фоменко И.А., Пивченко А.Р. и др. Разработка технологии зернового напитка на основе непропаренной гречневой крупы. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19 (2): 57-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-57-71>

Development of grain drink technology based on unsteamed buckwheat

Gyullyar M. Kerimova*, Ivan A. Fomenko,
Alina R. Pivchenko, Ilya R. Sokolov

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

Abstract. Herbal drinks are products that have already become familiar to supporters of a «dairy-free» diet, vegetarians and people with lactase deficiency. There is a wide range of drinks on the market, among them the most popular types are cereals, legumes, nuts. It is difficult to find a worthy replacement for cow milk due to the specific organoleptic indicators of raw materials, the content of certain components that cause allergies or intolerance when they are used. As a substrate for the research, green buckwheat has been chosen, which does not contain gluten, has a rich biochemical composition and is a hypoallergenic product. Unlike heat-treated cereals, unsteamed cereals retain more functional components in their composition. The article proposes a method for obtaining a lactose-free and gluten-free vegetable drink based on unsteamed buckwheat. The aim of the research is to select the parameters for the production of a grain drink. The rational concentration of the introduced substrate and the dosage of enzyme preparations of maltogenic amylase and α -amylase have been determined. Taking into account the features characteristic of the hydrolysable raw materials, the parameters of enzymatic hydrolysis with a minimum temperature effect and holding time have been proposed. In the research amyolytic enzymes from Novozymes (Denmark) and Sibbiopharm (Russia) have been used to reduce the viscosity of a high-starch substrate, which complicates the technological process of producing a vegetable drink, and to create the desired organoleptic indicators. In the finished drink, the final indicators of the content of protein, fat, reducing substances, dry substances have been detected. The finished product is also a source of soluble dietary fiber, which has a positive effect on the human microbiome.

Keywords: vegetable drink, lactose intolerance, gluten intolerance, whole grain buckwheat, amyolytic enzymes, enzymatic hydrolysis, enzymatic hydrolysis parameters, dietary fiber

For citation: Kerimova G.M., Fomenko I.A., Pivchenko A.R., et al. Development of grain drink technology based on unsteamed buckwheat. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 57-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-57-71>

Введение

По данным Роспотребнадзора более 2/3 опрошенных придерживаются здорового питания, половина из которых назвала правильное питание залогом здорового образа жизни. В последнее время многие исследователи освещали и продолжают освещать проблему непереносимости молока и глютена и поиск вследствие этого наиболее рационального растительного продукта-заменителя коровьего молока в рационе человека.

Людам с непереносимостью лактозы противопоказано употребление любых

молочных продуктов. Исключением являются кисломолочные продукты, так как не содержат лактозу. Она разрушается в ходе процесса ферментации молочнокислыми бактериями до глюкозы и галактозы и в таком виде не вызывает симптомы непереносимости лактозы [16]. Вторым существенным недостатком молока является наличие в нем бета-казеина A1, который в желудочно-кишечном тракте человека распадается на пептиды бета-казеоморфин-7 (BCM7), который может вызывать аллергическую реакцию [23,

24]. Поэтому все большую популярность набирает «альтернативное молоко». Оно производится из растительного сырья и поэтому не содержит в себе лактозу и бета-казеин.

Растительные напитки – это водный экстракт, представляющий собой коллоидную суспензию или эмульсию, выделяемую из растительных субстратов. По внешнему виду они отдаленно напоминают традиционное молоко [26].

Но не всё растительное сырьё подходит для создания гипоаллергенного продукта. Существует врожденное заболевание, которое встречается у 1 % населения разных стран не позволяет употреблять глютен – целиакия [19]. Ореховое и бобовое сырьё не содержат глютен и имеют высокое содержание белка, но могут стать причиной пищевой аллергии [27, 29]. Самым популярным и понятным вариантом «альтернативного молока» для нашей страны являются напитки на зерновой основе. Овсяная крупа - самый распространенный вариант зернового сырья, которое как раз содержит глютен, кроме того, на его основе готовят многие другие варианты растительных напитков, в том числе и овсяные йогурты [25]. Рис - гипоаллергенная злаковая культура с высоким содержанием крахмала, из-за чего напитки на его основе получаются слаще обычного и не вызывают аллергии, как, например, напитки из сои и миндаля [28]. Гречка относится к псевдозерновым культурам, их основное отличие от злаковых в большем содержании белка (до 18,9%) и незаменимых аминокислот, в частности цистеина и метионина, что значительно превышает их содержание в обычных злаках, таких как рис и кукуруза, которые часто используют для производства растительных напитков [15, 17, 20, 21].

На территории России ядрица гречихи является лидером среди всех

вырабатываемых в нашей стране круп на протяжении последних 10 лет [4]. Глубокая переработка зерна гречихи используется для получения белковых изолятов, резистентного крахмала и биофлавоноида рутина [1, 30]. Для увеличения продолжительности хранения гречневую крупу подвергают термической обработке, однако биохимический состав термически обработанной гречневой крупы уступает непропаренному варианту, который получают путём последовательного шелушения крупы, не подвергая воздействию нагрева и пара [18].

Данная работа содержит результаты получения зернового напитка на основе непропаренной гречневой крупы, которая может рассматриваться в качестве самостоятельного продукта.

Целью исследования являлся подбор параметров производства зернового напитка на основе зеленой гречневой крупы.

Материалы и методы

В качестве субстрата использовались обрушенные зерна непропаренной гречневой крупы («Мистраль», Россия), измельченные до состояния муки в несерийной лабораторной планетарной мельнице ПЛ-10 (Россия). Размер гранул крахмала составил от 6 до 90 мкм. Зерно не подвергалось предварительной обработке для сохранения полезных веществ.

Предметом исследования являлась биотехнология переработки зеленой гречневой крупы. Для получения основы напитка использовался ферментативный гидролиз крахмалистых полисахаридов субстрата с максимальным сохранением растворимых пищевых волокон в основе напитка. В таблице 1 представлены данные о ферментных препаратах, используемых в работе.

Таблица 1

Характеристика использованных ферментных препаратов [12, 13, 22]

Table 1

Characteristics of the enzyme preparations used [12, 13, 22]

α-амилазы			
Ферментный препарат	Рабочий диапазон температур, °С	Рабочее значение pH	Производитель
Амиллолюкс АТС	30-105	4,0-7,0	«Сиббиофарм», Россия
LpHera	50-95	4,5-7,0	«Novozymes», Дания
BAN 480 L	45-85	5,0-7,5	«Novozymes», Дания
Fungamyl 800L	45-60	4,0-6,5	«Novozymes», Дания
Глюкоамилазы			
Amylase AG 300L	60-65	4,0-6,0	«Novozymes», Дания
Мальтогенные амилазы			
Maltogenase 2x L	70-80	4,5-7,0	«Novozymes», Дания

Амилолитическую активность исследуемых ферментных препаратов определяли по ГОСТ Р 54330-2011 [6]. Кинематическую вязкость опытных образцов определяли по ГОСТ 33768-2015 [5], сухие вещества в напитке определяли методом высушивания в сушильном шкафу до постоянной массы по ГОСТ Р 54607.4-2015 [7]. Общее содержание растворимого белка определяли по методу Лоури [3]; жира – по ускоренному экстракционно-весовому методу определения сырого жира ГОСТ Р 54607.8-2016 [8], редуцирующих веществ – модифицированным методом Бертрана-Шоорля [3].

В конические колбы на 250 см³ помещали навески муки, смешивали ее в определенном гидромодуле и вносили заранее рассчитанное количество ферментных препаратов. Колбы с суспензиями помещали на магнитные мешалки с подогревом (Stegler HS-Pro Digital, Китай) и проводили гидролиз при определенном температурном режиме в течение заданного времени.

После окончания ферментативного гидролиза конические колбы с суспензиями нагревали до 100°С. При данной температуре кипятили содержимое колб в течение 5 мин для инактивации ферментов.

После инактивации ферментов суспензии остужали. Затем подвергали декантации, используя центрифугу (MLW T23D, Украина) при 3500 мин⁻¹ в течение 15 мин. Суспензия разделялась на 2 фракции. Жидкая фракция представляет собой основу зернового напитка.

Результаты и обсуждения

Подбор рациональной концентрации субстрата для ферментативного гидролиза

Немаловажное значение для напитка имеет его вязкость, особенно для зерновых, которые содержат большое количество природного загустителя – крахмала, что может создавать серьезные трудности при производстве жидких напитков. При стерилизующей обработке напитка крахмал сворачивается в нерастворимый сгусток, либо напиток становится очень вязким. Поэтому необходима предварительная обработка крахмала с помощью α-амилаз.

В таком случае этап экстракции заменяют на ферментативный гидролиз. В суспензию вносят термостабильные ферментные препараты в нужной дозировке и выдерживают определенное время при необходимой температуре и постоянном перемешивании. Данная стадия заканчивается нагревом смеси до температуры

инактивации ферментных препаратов [9, 11].

Слишком густой или водянистый варианты не будут обладать нужными органолептическими показателями. Задачей этого этапа было установить рациональное количество сырья, при использовании которого образцы будут обладать минимальной вязкостью, но при этом максимально сохранять вкусовые характеристики используемого сырья. Для исследования были взяты следующие

концентраций суспензий: 10, 15, 20 и 25% (табл. 2). Для каждого гидромодуля фермент вносили в соответствии с рекомендацией производителя. Для экспериментов был взят фермент Амилолюкс АТС в дозировке 1,1 ед. АС / г крахмала в субстрате [12] и Maltogenase 2x L в дозировке 0,4% / г крахмала в субстрате (рис. 1) [13]. В дальнейшем было произведено уточнение рациональных дозировок используемых ферментных препаратов.

Таблица 2

Влияние гидромодуля на характеристики полученной основы напитка

Table 2

Influence of the hydromodulus on the characteristics of the resulting beverage base

Концентрация муки, %	РВ в готовой основе напитка, %	Сухие вещества в готовой основе напитка, %	Вязкость, мПа·с
10%	4,1%	8,5%	12,5 мПа·с
15%	5,8%	12,3%	17,8 мПа·с
20%	6,9%	16,5%	35,3 мПа·с
25%	8,0%	20,9%	50,8 мПа·с

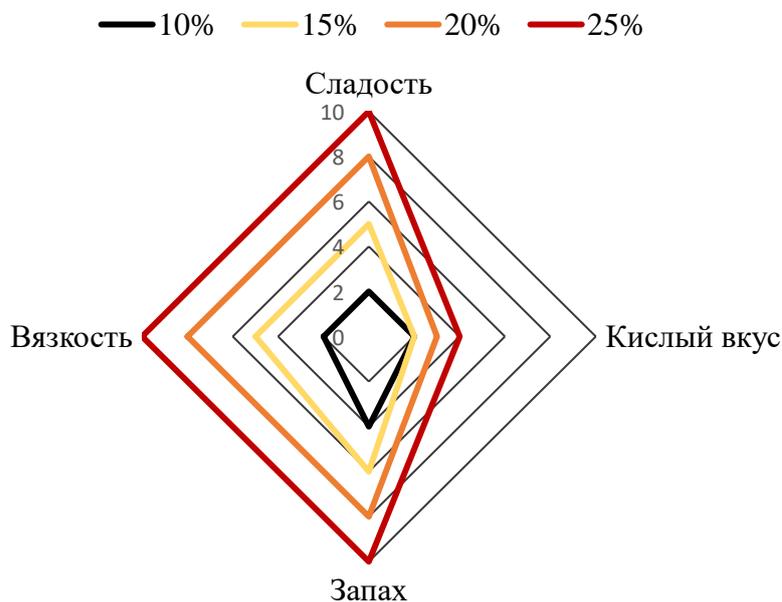


Рис. 1. Сенсорный профиль основ напитков при использовании суспензий разных концентраций

Fig. 1. Sensory profile of beverage bases when using suspensions of different concentrations

Полученные данные свидетельствуют о повышенной вязкости и излишней

сладости образцов с содержанием муки 20 и 25%. Для суспензии 10% были

характерны самые низкие показатели вязкости, однако аромат и вкус полученной основы были менее выражены по сравнению с другими вариантами основ. Результаты позволяют сделать заключение, что наиболее подходящим по вязкости и органолептическим показателям оказался образец с содержанием муки 15%.

Подбор ферментного препарата α -амилазы и его рациональной дозировки для осуществления гидролиза суспензии зеленой гречневой крупы

Выбор подходящего ферментного препарата α -амилазы необходим для максимального сохранения биологически активных веществ, содержащихся

в субстрате, и сокращения производственных затрат на поддержание определенной температуры оборудования.

Для исследования использовались ферментные препараты: LpHera («Novozymes», Дания), Амилолюкс АТС («Сиббиофарм», Россия), BAN 480 L («Novozymes», Дания) – заявленные производителями как термостабильные α -амилазы бактериального происхождения. Фермент для осуществления обработки сырья выбирался по 3 параметрам: активность, термостабильность, рациональная температура разжижения крахмала.

Амилолитическая активность исследуемых ферментов представлена в таблице 3.

Таблица 3

Амилолитическая активность исследуемых ферментов

Table 3

Amylolytic activity of the studied enzymes

Фермент	Амилолитическая активность, АС/см ³
LpHera	2700 ± 135
Амилолюкс АТС	3500 ± 175
BAN 480 L	3000 ± 150

Крахмал гречневой крупы имеет температуру клейстеризации 65 – 67 °С [10]. Это позволяет сделать вывод, что поддерживать температуру гидролиза ниже 60 °С нецелесообразно, т.к. неклеистризованный крахмал хуже подвергается ферментативной обработке α -амилазами в отличие от глюкоамилаз (как правило грибного происхождения), которые наиболее активно действуют на нередуцирующие концы крахмальных цепочек [2]. Для каждого фермента была определена термостабильность путём проведения серий гидролизом при заданной температуре. Данные по термостабильности для исследуемых ферментов представлены на рисунках 2, 3, 4.

Полученные данные не позволяют сделать заключение о вязкости образцов для фермента BAN 480 L, поскольку образцы загустели при остывании, что сделало невозможным измерение вязкости. Это связано с тем, что фермент не подходит для температур выше 60 °С, т.к. в суспензии осталось достаточно непрогидролизованного крахмала для связывания жидкой фазы суспензии.

Результаты термостабильности ферментов LpHera и Амилолюкс АТС представлены на рисунках 3 и 4 соответственно.

Для образцов, обработанных ферментными препаратами LpHera и Амилолюкс АТС определялась вязкость (табл. 4).

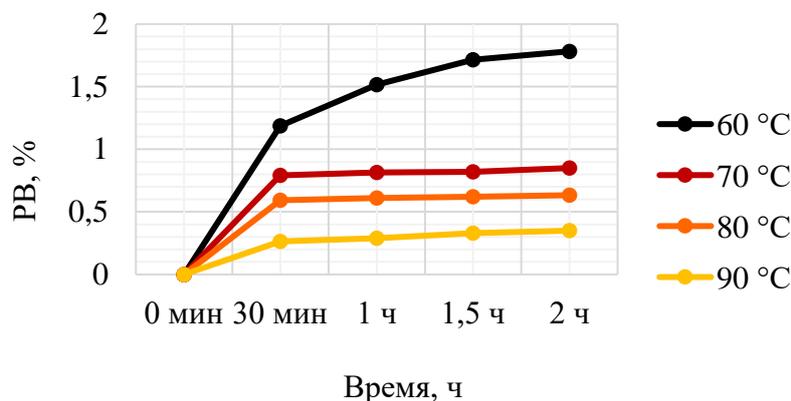


Рис. 2. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для BAN 480 L

Fig. 2. Dependence of RS accumulation on the process time at different temperature options for BAN 480 L

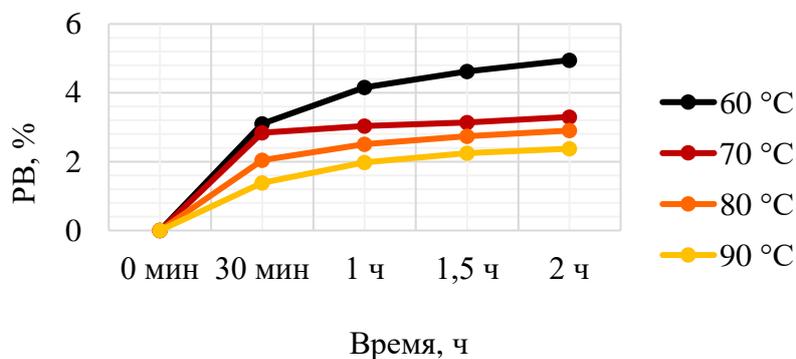


Рис. 3. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для LpHera

Fig. 3. Dependence of RS accumulation on the process time at different temperature options for LpHera

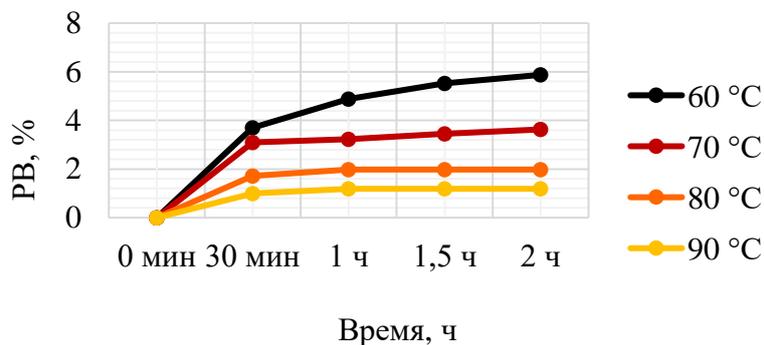


Рис. 4. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для Амилолюкс АТС

Fig. 4. Dependence of RS accumulation on the time of the process at different temperature options for Амилолюкс АТС

Таблица 4

Вязкость (мПа·с) образцов в зависимости от температуры проведения процесса

Table 4

Viscosity (mPa·s) of samples depending on the temperature of the process

	60	70	80	90
Амиллюкс АТС	31,5	49,54	59,6	116
LpHera	42,03	40,45	31,8	25,13

Наибольшая вязкость наблюдалась при 60°C для LpHera и 90°C для Амиллюкс АТС, однако повышенная температура негативно влияет на биологически активные вещества зеленой гречки [14]. С точки зрения сохранности биологически активных веществ температура 60°C является наиболее

предпочтительной. Таким образом, для разжижения крахмала гречневой крупы был выбран фермент Амиллюкс АТС с рациональным температурным диапазоном действия при 60-65°C.

Результаты подбора рациональной дозировки фермента представлены на рисунке 5.

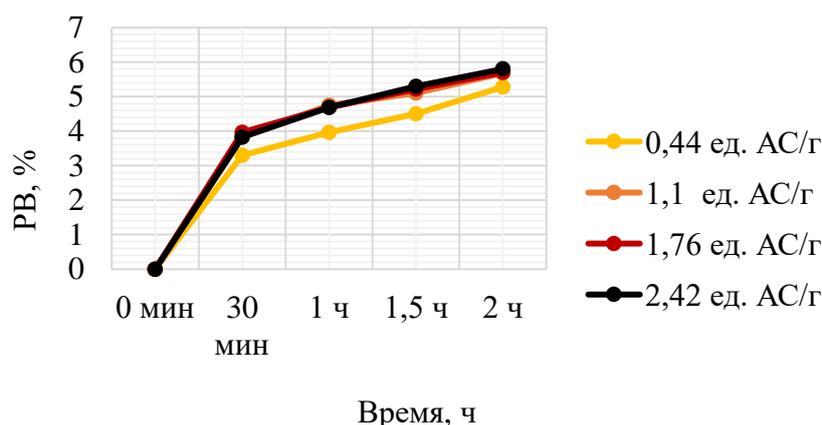


Рис. 5. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных дозировках фермента Амиллюкс АТС

Fig. 5. Dependence of RS accumulation on the time of the process at different dosages of the Amilolux ATS enzyme

По графику можно заметить, что, начиная с дозировки 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате, увеличения накопления РВ не наблюдалось. Таким образом, рациональной дозировкой фермента Амиллюкс АТС является 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате.

Подбор ферментного препарата, обеспечивающего требуемые органолептические показатели напитка и его рациональной дозировки для осуществления гидролиза суспензии зеленой

гречневой крупы

Для придания напитку естественной сладости и требуемых органолептических показателей: приятного вкуса и аромата, отсутствия горечи и кислого привкуса – использовались препараты разной субстратной специфичности: α-амилаза Fungamyl 800 L, глюкоамилаза Amylase AG 300L, мальтогенная амилаза Maltogenase 2x L (рис. 6). Препараты вносились в дозировках, рекомендованных производителями [22].

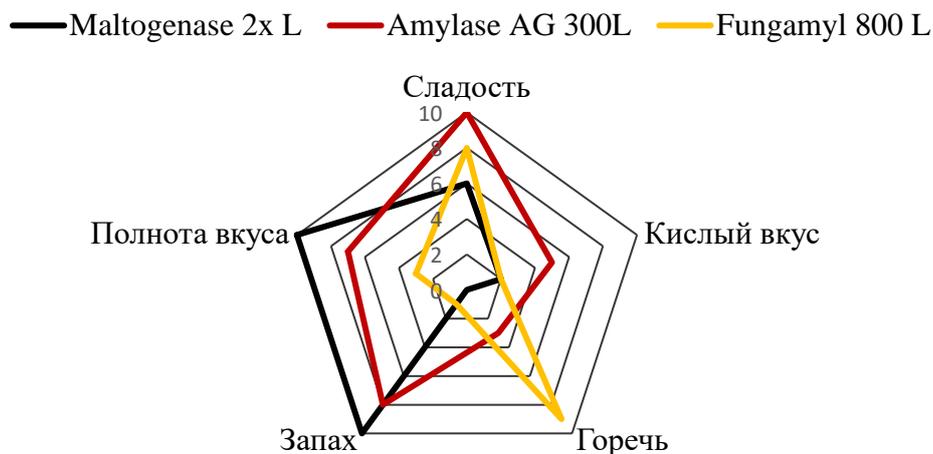


Рис. 6. Сенсорный профиль основ напитков при использовании ферментных препаратов: Maltogenase 2x L, Amylase AG 300L, Fungamyl 800 L

Fig. 6. Sensory profile of beverage bases when using enzyme preparations: Maltogenase 2x L, Amylase AG 300L, Fungamyl 800 L

Анализ полученных данных позволяет выделить среди всех образцов основы, при создании которых использовался фермент Maltogenase 2x L. Помимо этого, данный фермент более предпочтителен для производства. Рабочие температурные значения фермента позволяют вносить его вместе с α -амилазой. Это является следствием бактериальной природы фермента и выделяет его на фоне других ферментов. Amylase AG 300L (глюкоамилаза) и Fungamyl 800 L (осахаривающая α -амилаза) – ферменты грибного происхождения, обладающие низкой термостабильностью. Образец с использованием ферментного препарата Fungamyl 800 L отличался повышенной горечью, невысокой сладостью и невыраженным запахом по сравнению с другими образцами. У образца с использованием Amylase AG 300L отсутствовала горечь и неприятный запах, но он был заметно слаще и обладал кислым послевкусием. В то время, как образец с использованием Maltogenase 2x L

отличался полнотой вкуса и специфическим зерновым запахом, минимальной горечью, кислотностью и умеренной сладостью. В связи с этим два вышеперечисленных фермента не подходят для создания основы зернового напитка.

Для определения рациональных дозировок ферментного препарата Maltogenase 2x L была проведена серия гидролизом (рис. 7).

По графику видно, что концентрации фермента Maltogenase 2x L, превышающие значение 0,13% / г крахмала в субстрате, не оказывали значительного влияния на ускорение накопления РВ. Следовательно, рациональная дозировка фермента Maltogenase 2x L – 0,13% / г крахмала в субстрате.

Подбор рациональных параметров ферментативной биоконверсии для выбранных ферментных препаратов

Была проведена серия исследований для оценки влияния температуры на совместную работу ферментов (рис. 8).

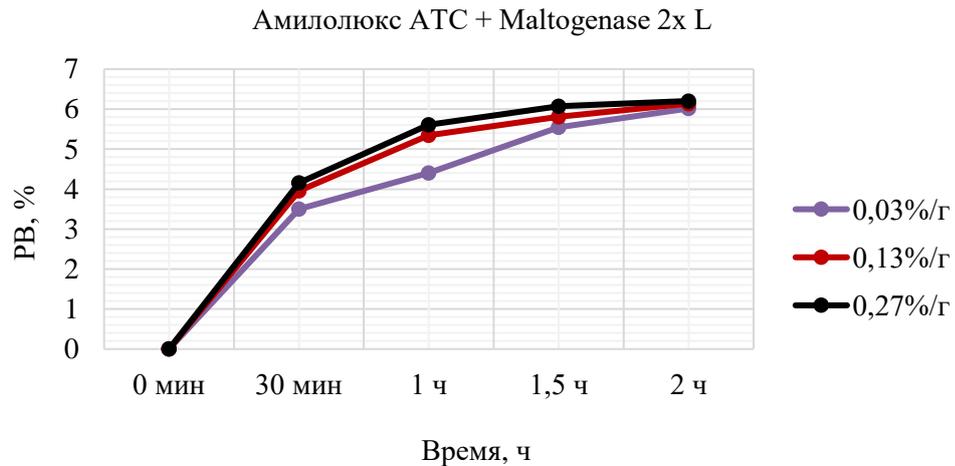


Рис. 7. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при дозировках Maltogenase 2x L

Fig. 7. Dependence of RS accumulation on the time of the process at dosages of Maltogenase 2x L

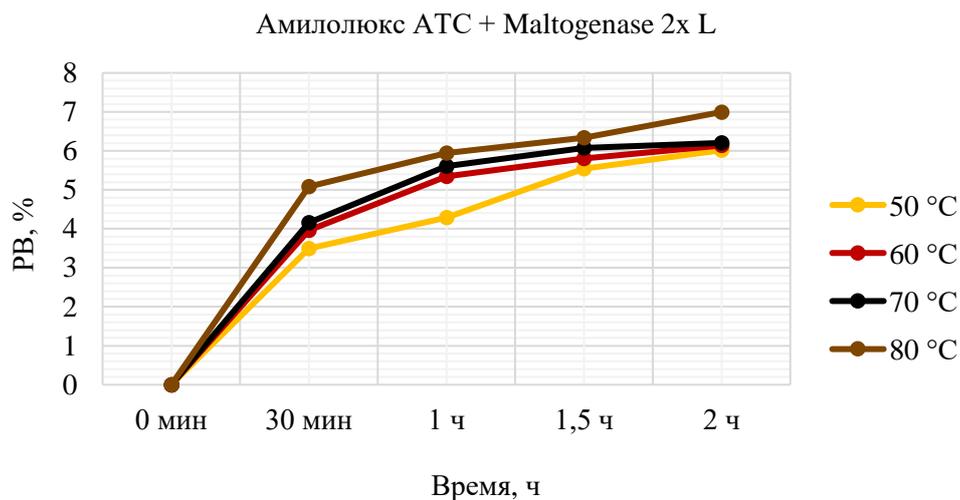


Рис. 8. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для Амилолюкс АТС

Fig. 8. Dependence of RS accumulation on the time of the process at different temperature options for Amilolux ATS

Учитывая то, что наилучшая эффективность α -амилазы была отмечена при 60°C, а второй фермент не показал большой разницы на накопление РВ, то можно сделать вывод, что при данной температуре гидролиз будет протекать максимально эффективно.

Для установления рациональной

длительности процесса гидролиза выбранные ферментные препараты Амилолюкс АТС и Maltogenase 2x L в количествах 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате и 0,13% от количества крахмала в субстрате соответственно вносили в суспензию и проводили гидролиз (рис. 9).

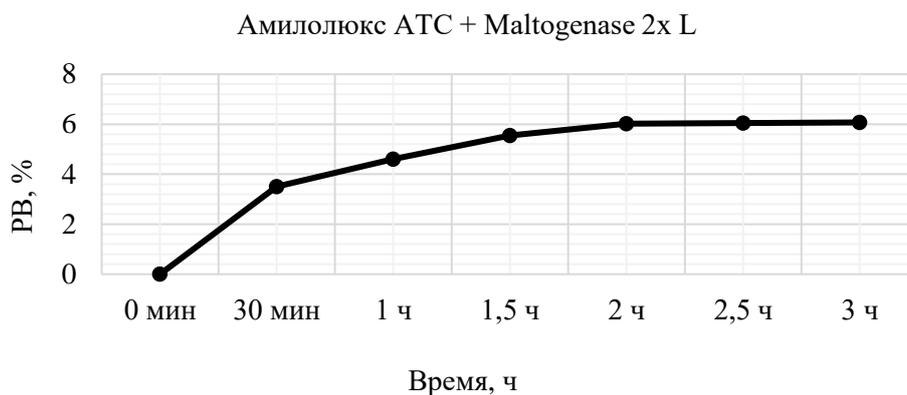


Рис. 9. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при совместном использовании Амилолюкс АТС и Maltogenase 2x L

Fig. 9. Dependence of RS accumulation on the time of the process when using Amilolux ATC and Maltogenase 2x L together

После 2 ч протекания процесса количество РВ изменяется незначительно. Таким образом, проводить гидролиз в течение большего промежутка времени – нерационально, т.к. для поддержания температуры требуется нагревание до 60°C, что создает дополнительные производственные затраты энергии.

При исследовании химического состава полученной основы зернового напитка были установлены следующие значения показателей: белки – 0,9%, жиры – 0,3%, РВ – 5,80-6,20%, сухие вещества – 11,5%. В дальнейшем данная основа может быть использована для обогащения и создания зернового напитка на основе зеленой гречки.

Выводы

В результате проведенных исследований выявлены технологические параметры ферментативного гидролиза зеленой гречневой крупы для получения основы зернового напитка. Установлена рациональная концентрация субстрата в суспензии – 15%, ферментных препа-

ратов α -амилазного действия (Амилолюкс АТС) и мальтогенного действия (Maltogenase 2x L) в количествах 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате и 0,13% от количества крахмала в субстрате. Достоинством данной технологии является ее простота. У ферментов похожий оптимальный температурный оптимум, поэтому стадии разжижения и осахаривания сырья не разделяются, а проводятся одновременно. Это снижает стоимость производственного процесса. Использование в качестве второго фермента Maltogenase 2x L не дает большого прироста редуцирующих веществ по сравнению с использованием глюкоамилазы и грибной α -амилазы. В результате происходит накопление мальтодекстринов, которые обладают пребиотическим эффектом. Время протекания ферментативного гидролиза – 2 часа, рациональная температура для протекания процесса – 60-65°C. Полученная основа напитка может быть использована для обогащения и получения функционального напитка – альтернативы молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бобков С.В., Лазарева Т.Н. Компонентный состав электрофоретических спектров запасных белков межвидовых гибридов гороха. Генетика. 2012; 48(1): 56-61.

2. О ферментативной атакуемости различных видов крахмала / З. М. Бородина [и др.]. Пищевая промышленность. 2019; 5: 27-32.
3. Лабораторный практикум по дисциплине «Биотехнология ферментных препаратов» / Бутова С.Н. [и др.]. М.: Перо, 2020. 130 с.
4. Варлахова Л.Н., Бобков С.В., Михайлова И.М. Технологические качества зерна гречихи различных сортов. Доклады РАСХН. 2012; 6: 37-40.
5. ГОСТ 33768-2015. Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей = Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids: межгосударственный стандарт: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 ноября 2016 г. N 1704-ст : введен впервые: дата введения 2017-02-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии» (ФГУП «ВНИИР»). М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
6. ГОСТ Р 54330-2011. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения амилазной активности = Enzyme preparations for food industry. Methods for determination of amylase activity : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июня 2011 г. № 128-ст: введен впервые: дата введения 2013-01-01 / разработан Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом пищевой биотехнологии Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИПБТ Россельхозакадемии). – М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.
7. ГОСТ Р 54607.4-2015. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 4. Методы определения влаги и сухих веществ = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products of public catering. Part 4. Methods for determination of moisture and dry substances: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2015 г. №1884-ст: введен впервые: дата введения 2016-06-01 / разработан Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС»). М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
8. ГОСТ Р 54607.8-2016. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 8. Ускоренные методы контроля = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products catering. Part 8. Rapid-methods of control: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 сентября 2016 г. № 1027-ст: введен впервые : дата введения 2017-01-01 / разработан Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС»). М.: Стандартинформ, 2020. 15 с.
9. Егорова Е.Ю. Немолочное молоко: обзор сырья и технологий. Ползуновский вестник. 2018; 3: 25-34.
10. Марьин В.А., Верещагин А.Л. Влияние температурной обработки на доступность минеральной составляющей зерна гречихи, ядра и оболочки. Техника и технология пищевых производств. 2014; 3: 58-63.
11. Меренкова С.П., Андросова Н.В. Актуальные аспекты производства напитков на растительном сырье. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018; 6(3): 57-67.
12. Сиббиофарм: официальный сайт. URL: <http://www.sibbio.ru> (дата обращения: 20.05.2022).
13. Функциональные пищевые ингредиенты в зерне гречихи и продуктах ее переработки / Т. В. Танашкина [и др.]. Пищевая промышленность. 2019; 2: 18-21.

14. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. *Foods* (Basel, Switzerland). 2018; 7(5): 73.
15. Di Rienzo T.G., D'Angelo F. [et al.] D'aversa Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013; 17(2): 18-25.
16. Golob A., Gadžo D., Stibilj V. [et al.] Sulphur interferes with selenium accumulation in Tartary buckwheat plants. *Plant physiology and biochemistry*. 2016; 108: 32-36.
17. Jin H.R., Yu J., Choi S.J. Hydrothermal Treatment Enhances Antioxidant Activity and Intestinal Absorption of Rutin in Tartary Buckwheat Flour. *Foods*. 2019; 9(1): 8.
18. Khairuddin M.A.N., Lasekan O. Gluten-Free Cereal Products and Beverages: A Review of Their Health Benefits in the Last Five Years. *Foods*. 2021; 10(11): 2523.
19. Luthar Z., Golob A., Germ M. [et al.] Tartary Buckwheat in Human Nutrition. *Plants*. 2021; 10(4): 700.
20. Mota C., Santos M., Mauro R. [et al.] Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food chemistry*. 2016; 193: 55-61.
21. Novozymes: официальный сайт. URL: <https://biosolutions.novozymes.com> (дата обращения: 20.05.2022).
22. Pal S., Woodford S. Kukuljan S. Ho Milk Intolerance, Beta-Casein and Lactose. *Nutrients*. 2015; 7(9): 7285-7297.
23. Peyer L.C., Zannini E., Arendt E.K. Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Science and Technology*. 2016; 54: 17-25.
24. Rasane P., Jha A., Sabhiki L. [et al.] Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods: a review. *J Food Sci Technol*. 2015; 52(2): 662-675.
25. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *J. Food Sci. Technol*. 2016; 53: 3408-3423.
26. Vanga S.K., Raghavan V. Processing effects on tree nut allergens: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017; 57(17): 3794-3806.
27. Vanga S.K., Raghavan V. How well do plant-based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? // *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 10-20.
28. Verduci E., D'Elisio S., Cerrato L. [et al.] Cow's Milk Substitutes for Children: Nutritional Aspects of Milk from Different Mammalian Species, Special Formula and Plant-Based Beverages. *Nutrients*. 2019; 11(8): 1739.
29. Vojtiskova P., Kmentova K., Kuban V. [et al.] Chemical composition of buckwheat plant (*Fagopyrum esculentum*) and selected buckwheat products. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2012; 1: 1011-1019.

REFERENCES:

1. Bobkov S.V. Component composition of electrophoretic spectra of storage proteins of interspecific pea. *Genetics*. 2012; 48 (1): 56-61. (In Russ).
2. Borodina Z.M., Lukin N.D., Papakhin A.A., [et al.] On the enzymatic attack ability of various types of starch. *Food industry*. 2019; 5: 27-32. (In Russ).
3. Butova S.N., Churmasova L.A., Indisova G.E. [et al.] Laboratory workshop on the discipline «Biotechnology of enzyme preparations». Moscow: Pero; 2020. (In Russ).
4. Varlakhova L.N., Bobkov S.V., Mikhailova I.M. Technological qualities of buckwheat grain of various varieties. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2012; 6: 37-40. (In Russ).
5. GOST 33768-2015. Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids = Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids November 17, 2016 N 1704-st: introduced for the first time: date of introduction 2017-02-01 / developed by the Federal State Unitary Enterprise «All-Russian Research Institute of Flow Measurement» (FSUE «VNIIR»). Moscow: Standartinform; 2019 (In Russ). (In Russ).

6. GOST R 54330-2011. Enzyme preparations for the food industry. Methods for determining amylolytic activity = Enzyme preparations for food industry. Methods for determination of amylase activity: national standard of the Russian Federation: official edition: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of June 15, 2011 N 128-st: introduced for the first time: introduction date 2013-01-01 / developed by the State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Food Biotechnology of the Russian Agricultural Academy (SSI VNIIPBT of the Russian Agricultural Academy). Moscow: Standartinform; 2012. (In Russ).
7. GOST R 54607.4-2015. Catering services. Methods of laboratory control of public catering products. Part 4. Methods for determining moisture and solids = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products of public catering. Part 4. Methods for determination of moisture and dry substances: national standard of the Russian Federation : official edition : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 19, 2015 N 1884-st: introduced for the first time: introduction date 2016 -06-01 / developed by the Open Joint Stock Company «All-Russian Research Institute of Certification» (JSC “VNIIS”). - Moscow: Standartinform, 2019. (In Russ).
8. GOST R 54607.8-2016. Catering services. Methods of laboratory control of public catering products. Part 8. Accelerated methods of control = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products catering. Part 8. Rapid-methods of control: national standard of the Russian Federation: official edition: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 2, 2016 N 1027-st: introduced for the first time: introduction date 2017-01- 01 / developed by the Open Joint Stock Company «All-Russian Scientific Research Institute of Certification» (JSC «VNIIS»). Moscow: Standartinform; 2020. (In Russ).
9. Egorova E. Yu. Non-dairy milk: a review of raw materials and technologies. *Polzunovskiy vestnik*. 2018; 3: 25-34. (In Russ).
10. Marjin V.A., Vereshchagin A.L. Influence of temperature treatment on the availability of the mineral component of buckwheat grains, kernels and shells. *Technique and technology of food production*. 2014. 3: 58-63. (In Russ).
11. Merenkova S.P., Androsova N.V. Actual aspects of the production of beverages based on vegetable raw materials. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnologies*. 2018; 6 (3): 57-67. (In Russ).
12. Sibbiopharm: official site. URL: <http://www.sibbio.ru> (date of access: 20.05.2022).
13. Tanashkina T.V., Semenyuta A.A., Prikhodko Yu.V. [et al.] Functional food ingredients in buckwheat grain and products of its processing. *Food industry*. 2019. 2: 18-21. (In Russ).
14. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. *Foods (Basel, Switzerland)*. 2018; 7(5): 73.
15. Di Rienzo T.G., D'Angelo F. [et al.] D'aversa Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013; 17(2): 18-25.
16. Golob A., Gadžo D., Stibilj V. [et al.] Sulphur interferes with selenium accumulation in Tartary buckwheat plants. *Plant physiology and biochemistry*. 2016; 108: 32-36.
17. Jin H.R., Yu J., Choi S.J. Hydrothermal Treatment Enhances Antioxidant Activity and Intestinal Absorption of Rutin in Tartary Buckwheat Flour. *Foods*. 2019; 9(1): 8.
18. Khairuddin M.A.N., Lasekan O. Gluten-Free Cereal Products and Beverages: A Review of Their Health Benefits in the Last Five Years. *Foods*. 2021; 10(11): 2523.
19. Luthar Z., Golob A., Germ M. [et al.] Tartary Buckwheat in Human Nutrition. *Plants*. 2021; 10(4): 700.
20. Mota C., Santos M., Mauro R. [et al.] Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food chemistry*. 2016; 193: 55-61.
21. Novozymes: официальный сайт. URL: <https://biosolutions.novozymes.com> (дата обращения: 20.05.2022).

22. Pal S., Woodford S. Kukuljan S. Ho Milk Intolerance, Beta-Casein and Lactose. *Nutrients*. 2015; 7(9): 7285-7297.
23. Peyer L.C., Zannini E., Arendt E.K. Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Science and Technology*. 2016; 54: 17-25.
24. Rasane P., Jha A., Sabhiki L. [et al.] Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods: a review. *J Food Sci Technol*. 2015; 52(2): 662-675.
25. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *J. Food Sci. Technol*. 2016; 53: 3408-3423.
26. Vanga S.K., Raghavan V. Processing effects on tree nut allergens: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017; 57(17): 3794-3806.
27. Vanga S.K., Raghavan V. How well do plant-based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? // *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 10-20.
28. Verduci E., D'Elis S., Cerrato L. [et al.] Cow's Milk Substitutes for Children: Nutritional Aspects of Milk from Different Mammalian Species, Special Formula and Plant-Based Beverages. *Nutrients*. 2019; 11(8): 1739.
29. Vojtiskova P., Kmentova K., Kuban V. [et al.] Chemical composition of buckwheat plant (*Fagopyrum esculentum*) and selected buckwheat products. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2012; 1: 1011-1019.

Информация об авторах / Information about the authors

Гюлляр Мехмановна Керимова, магистр 1 курса направления «Биотехнология» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ».

gulya.kerimova.99@mail.ru
тел.: +7 (926) 839 65 82

Иван Андреевич Фоменко, старший преподаватель кафедры биотехнологии и технологии биоорганического синтеза ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», кандидат технических наук;

fomenkoia@mgupp.ru
тел.: +7 (906) 036 06 05

Алина Романовна Пивченко, магистр 1 курса направления «Биотехнология» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»;

pivchenkoar@mail.ru
тел.: +7 (910) 720 66 54

Илья Романович Соколов, магистр 1 курса направления «Биотехнология» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»;

radek.sokolov1@yandex.ru
тел.: +7 (962) 968 83 75

Gyullyar M. Kerimova, 1st year Master student in the field of Biotechnology, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

gulya.kerimova.99@mail.ru
tel.: +7 (926) 839 65 82

Ivan A. Fomenko, PhD (Eng.), Senior lecturer, Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis Products, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

fomenkoia@mgupp.ru
tel.: +7 (906) 036 06 05.

Alina R. Pivchenko, 1st year Master student in the field of Biotechnology, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

pivchenkoar@mail.ru
tel.: +7 (910) 720 66 54

Ilya R. Sokolov, 1st year Master student in the field of Biotechnology, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

radek.sokolov1@yandex.ru
tel.: +7 (962) 968 83 75

Поступила в редакцию 10.05.2023; поступила после рецензирования 14.06.2023; принята к публикации 15.06.2023

Received 10.05.2023; Revised 14.06.2023; Accepted 15.06.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Оценка гидродинамических течений клеточной жидкости в искусственно сформированных континуумах структуры растительных материалов

Максим Д. Соснин*, Иван А. Шорсткий

Лаборатория передовых электрофизических технологий и новых материалов, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»; ул. Московская, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Цель. Целью работы является оценка гидродинамических течений клеточной жидкости в искусственно сформированных каналах структуры растительных материалов в результате воздействия атмосферного искрового разряда. В работе приводятся некоторые особенности течения клеточной жидкости в искусственно сформированных каналах растительных материалов после прохождения атмосферного искрового разряда. Для их описания используются выражения гидродинамики идеализированных физических моделей. В качестве подтверждения получаемых данных поставлена экспериментальная часть.

Методы. В данной работе рассматривается случай, когда исходный растительный материал предварительно обрабатывают искровым разрядом, от воздействия которого в структуре материала возникает новый континуум в виде сквозного индуцированного канала. Для электрически индуцированных каналов приводятся выражения времени вытекания внутриклеточной жидкости и мощности давления, основанные на законе Пуазейля. Экспериментальная часть работы включает проведение обработки искровым разрядом растительного материала – морковь, нарезанной на диски диаметром 24 мм и толщиной 3 и 9 мм для определения зависимости количества выделившейся клеточной жидкости от длительности эксперимента и режима тока разряда.

Результаты. Установлено, что обработка атмосферным искровым разрядом способствует формированию новых континуумов в структуре растительных материалов. С увеличением интенсивности обработки увеличивается площадь следа влаги от морковного диска и как следствие количество выделившейся внутриклеточной жидкости. Для наглядности экспериментов представлены графики зависимости интенсивности обработки от количества выделившейся жидкости, приведены соответствующие выражения.

Заключение. Полученные экспериментальные данные и зависимости будут полезны при рассмотрении более сложных процессов массопереноса в капиллярно-пористых телах с применением предварительной электрофизической обработки.

Ключевые слова: гидродинамическое течение, электрически индуцированный канал, капилляр, растительный материал, электрофизическая обработка

Благодарности. «Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда, ФГБОУ ВО «КубГТУ» в рамках научного проекта № МФИ-П-20.1/40»

Для цитирования: Соснин М.Д., Шорсткий И.А. Оценка гидродинамических течений

клеточной жидкости в искусственно сформированных континуумах структуры растительных материалов. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19 (2): 72-82. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-72-82>

Evaluation of hydrodynamic flows of cellular fluid in artificially formed continuums of plant material structure

Maxim D. Sosnin, Ivan A. Shorstky

Laboratory of Advanced Electrophysical Technologies and New Materials,
FSBEI HE «Kuban State Technological University»;
2 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

Abstract. *Aim.* The aim of the research is to evaluate hydrodynamic flows of cellular fluid in artificially formed channels of the structure of plant materials as a result of exposure to atmospheric spark discharge. The article presents some features of the flow of cellular fluid in artificially formed channels of plant materials after passing an atmospheric spark discharge. Expressions of hydrodynamics of idealized physical models are used to describe them. As a confirmation of the received data, the experimental part has been set.

The Methods. The authors consider the case when the initial plant material is pre-treated with a spark discharge; its influence arises a new continuum in the structure of the material in the form of a through-induced channel. Expressions of intracellular fluid outflow time and pressure power based on Poiseuille's law are given for electrically induced channels. The experimental part of the work includes spark discharge treatment of plant material – carrots cut into discs with a diameter of 24 mm and a thickness of 3 and 9 mm to determine the dependence of the amount of released cellular fluid on the duration of the experiment and the discharge current mode.

The Results. It has been established that atmospheric spark discharge treatment contributes to the formation of new continuums in the structure of plant materials. With an increase in the intensity of treatment, the area of the moisture trace from the carrot disk increases and, as a result, the amount of released intracellular fluid. For the sake of clarity of the experiments, graphs of the dependence of the processing intensity on the amount of liquid released have been presented, corresponding expressions given.

Conclusion. The obtained experimental data and dependencies will be useful when considering more complex mass transfer processes in capillary-porous bodies using preliminary electrophysical processing.

Keywords: hydrodynamic flow, electrically induced channel, capillary, plant material, electrophysical processing

Funding. The research is carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation, FSBEI HE «KubSTU» in the framework of the scientific project Num. MFI-P-20.1/40

For citation: Sosnin M.D., Shorstky A.I. Evaluation of hydrodynamic flows of cellular fluid in artificially formed continuums of plant material structure. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 72-82. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-72-82>

Введение

Использование электрофизических методов обработки пищевого сырья в качестве средств интенсификации тепло-массообменных процессов является

перспективным направлением развития пищевой и перерабатывающей промышленности [1 - 3]. Не смотря на широкое развитие электрофизических технологий

в области энергетики, пищевая промышленность в данном направлении практически не рассмотрена [4]. Данный факт вызван рядом ограничений: необходимость работы с термолабильным пищевым сырьем, неоднородность пищевого материала, а также разнообразие геометрии и физических параметров пищевого сырья в зависимости от стадии переработки. Дополнительно, к примеру, технология обработки низкотемпературной плазмой (коронным разрядом) демонстрирует ряд ограничений, связанных с необходимостью подбора оптимальных режимных характеристик для каждой конкретной установки с её геометрическими размерами [5]. Обработка импульсным электрическим полем требует высокого содержания слюги или проводящей среды [6].

Наиболее перспективным методом представляется обработки атмосферным искровым разрядом. При прохождении искрового разряда через поверхность растительного капиллярно-пористого тела (например, ягоды или слайсы фруктов и овощей) эта поверхность подвергается деформации под действием электрических сил [6, 7]. Возникающая деформация вызывает образование нового континуума (канала) в структуре капиллярно-пористого тела. В данном случае искровой разряд распространяясь через структуру материала вызывает эффект электропорации - формирования электрически индуцированных пор на поверхности растительных мембран вдоль силовых линий электромагнитного поля [8, 9]. Следствием такой обработки является формирование искусственного канала и выделение внутриклеточной жидкости на поверхности растительного материала под действием внутриклеточного давления с формированием остаточных углублений в месте прохода искрового разряда.

Как известно наличие углублений на поверхности теплообмена обладает интенсифицирующим действием [10]. При рассмотрении процессов сушки капиллярно-пористых тел тепловым агентом, интенсивный теплообмен способствует ускорению процесса. Благодаря наличию углублений испарение жидкости происходит не на внешней поверхности, а из некоторой глубины (макро – микро капилляра) заполненного клеточной жидкостью.

В настоящей работе приводятся некоторые особенности течения клеточной жидкости в искусственно сформированных каналах растительных материалов после прохождения атмосферного искрового разряда. Для их описания используются выражения гидродинамики идеализированных физических моделей. В качестве подтверждения получаемых данных поставлена экспериментальная часть.

Теория

В данной работе рассматривается случай, когда исходный растительный материал предварительно обрабатывают искровым разрядом, от воздействия которого в структуре материала возникает новый континуум в виде сквозного канала [11].

Для поставленной задачи рассмотрим идеализированную модель, в которой образованный капилляр идеализирован в трубку круглого сечения. Вводится ряд допущений: давление внутри клетки растительного материала связано с температурой капиллярно-пористого тела, а наружное давление считается атмосферным; поток жидкости в капиллярном канале считается ламинарным; зависимостью вязкости от температуры пренебрегаем.

Физическая модель представлена на рисунке 1. После воздействия атмосфер-

ного искрового разряда, представляющего поток заряженных частиц в структуре материала формируется искусственных капилляр, радиус которого зависит от интенсивности обработки. Рассмотрим единичный капилляр радиусом r , образованный в растительном материале толщиной l . Для обозначения внутриклеточного (тургорного) давления

P_1 условно изобразим расширение в средней части капилляра. Капиллярные явления в текущей задаче не учитываются. В поставленной задаче внутриклеточная жидкость будет вытекать на нижней ($x=l$) и верхней ($x=0$) границе канала. Влиянием силы тяжести для сформированного капилляра пренебрегаем.

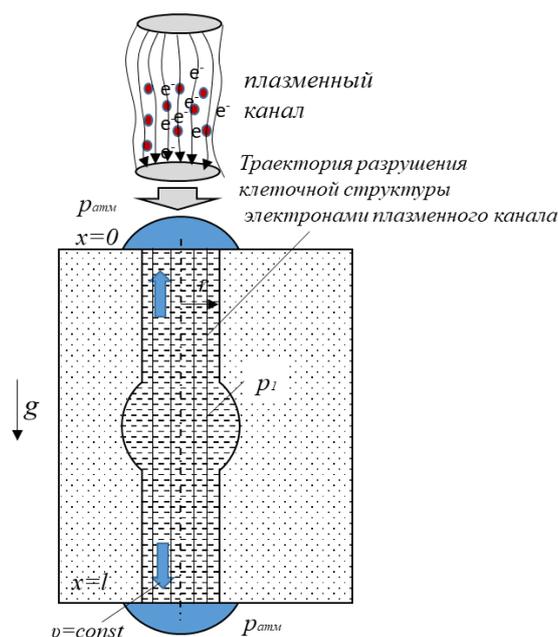


Рис. 1. Схема и параметры системы капля-капилляр после обработки атмосферным искровым разрядом

Fig. 1. Scheme and parameters of the drop-capillary system after treatment with an atmospheric spark discharge

Для определения объема клеточной жидкости протекающей через трубку круглого сечения за время t воспользуемся известным выражением Пуазейля [12]:

$$dV = \frac{\pi r^4}{8\mu} \left| \frac{dP}{dx} \right| dt \quad (1)$$

Градиент давления в любой точке жидкости тоже будет одинаковым и характеризоваться внутриклеточным (тургорным) давлением растительного материала. Величину времени вытекания клеточной жидкости из единичного

канала обработанного материала после интегрирования по длине капилляра в интервале от нуля до физической длины l капиллярного канала и с учетом двустороннего вытекания определим как:

$$t = \frac{8l\mu V_k}{2\pi r^4 (P_1 - P_{атм})} \quad (2)$$

где $P_{атм}$ – Давление на выходе из капилляра равно атмосферному давлению; P_1 – внутриклеточное (тургорное) давление растительного материала, V_k – объем единичного канала в структуре материала.

Время вытекания жидкости из обработанного материала учитывает количество сформированных новых континумов на объем всего материала:

$$t_{\text{общ}} = \frac{8l\mu V_m}{N2\pi r^4(P_1 - P_{\text{атм}})} \quad (3)$$

где V_m - объем обрабатываемого материала, $N=f \cdot t_{\text{обр}}$ - количество сформированных каналов, f - частота искровых разрядов, $t_{\text{обр}}$ - время обработки.

Время вытекания является функцией давления и числа сформировавшихся новых каналов, при этом физико-химические параметры клеточной жидкости внутри капиллярного канала определены через вязкость внутриклеточной жидкости и радиус капилляра сформированного в результате воздействия искрового разряда.

Мощность внутриклеточного давления, которое направлено на преодоление сил вязкости, возникающих в единичном капиллярном канале определяется через выражение:

$$W_{\text{вязкости}} = \frac{(\Delta P)^2 \cdot \pi r^4}{8\mu l} \quad (4)$$
$$= \frac{(P_1 - P_0)^2 \cdot \pi r^4}{8\mu l}$$

Интересно отметить, что мощность сил давления уменьшается с ростом длины капилляра и вязкости внутриклеточной жидкости, протекающей по капиллярному каналу.

Материалы и методы

Объект

Морковь высокого и однородного качества была приобретена у местного производителя. Начальная влажность, определяемая с помощью анализатора влажности Эвлас-2М (Россия) составляла 84,5%. Морковь нарезали на диски диаметром 24 мм, толщиной 3 и 9 мм с помощью нарезной машины MG-381 (Magio, Китай). Толщина дисков моркови

была выбрана из-за возможности сравнительного анализа с литературными данными [13] и предпочтительной товарной толщины продукта (3-9 мм). После нарезки морковь отправляли на электрофизическую обработку.

Обработка атмосферным скровым разрядом

Принцип работы экспериментальной установки в соответствии с авторской технологией [14] показан на рисунке 2. Для генерации атмосферного искрового разряда (АИР) в воздушном зазоре использовали конфигурацию электродов типа «точка-пластина», которая включала пластину из нержавеющей стали в качестве заземленного электрода, и точечный стальной электрод диаметром 1 мм в качестве высоковольтного электрода в диэлектрическом держателе. Зазор между электродами был установлен равным 15 мм. Камера обработки имела квадратную форму (длина 20 см), изготовленную из диэлектрического материала. Заземленный электрод в диэлектрическом держателе был установлен на позиционной платформе с двумя шаговыми двигателями для обеспечения перемещения по оси X-Y, как показано на рисунке 2а.

Траекторию движения электрода (пунктирная линия) задавали с помощью авторской интеллектуальной системы распознавания объектов. Траекторию задавали для максимальной обработки поверхности морковных дисков. Сразу после процедуры обработки морковные диски отправляли в эксикатор для исключения влияния окружающей среды.

Обработка АИР была выполнена с использованием высоковольтной системы питания (Matsusada AMPS 20B20, Япония) в сочетании с функциональным генератором Agilent. В поставленных экспериментах частота искрового разряда составляла 16 кГц. Выбранные

электрические параметры позволили точно контролировать обработку ткани моркови в сочетании со скоростью перемещения электрода. Каждый импульс подавал напряжение до 14 кВ с величиной тока разряда от 1 мА до 5 мА. Кроме того, при предварительной обработке

искровым разрядом использовались положительные импульсы с напряженностью электрического поля 10 кВ/см. Разница в температуре между предварительно обработанными АИР морковными дисками и контрольным образцом составила менее 2°C, которая была измерена с помощью термопары Т-типа.

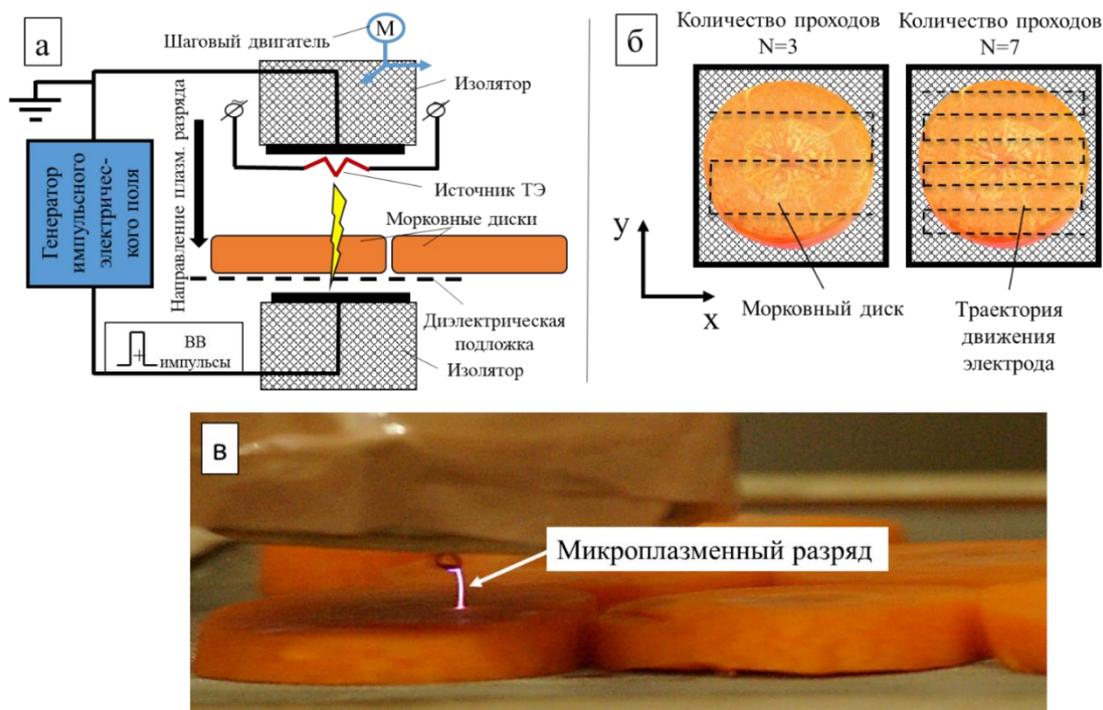


Рис 2. а – схема экспериментальной установки для предварительной АИР обработки; б – траектория движения электрода в камере обработки; в – процесс обработки АИР морковных дисков

Fig. 2. а – scheme of the experimental setup for preliminary ASD treatment; б – the trajectory of the electrode in the processing chamber; в – ASD processing of carrot discs

Определение массы выделенной внутриклеточной жидкости $M_{ж}$ на поверхности образца моркови проводили путем определения массы образца до обработки M_n и после обработки в любой момент времени с последующим удалением высвободившейся жидкости M_o . Выражение для определения значения $M_{ж}$:

$$M_{ж} = M_n - M_o \quad (5)$$

Эксперимент проводили до тех пор, пока разница между двумя последними замерами массы тела не установилась менее 0,005% от общей массы образца.

Результаты и обсуждение

На рисунке 3 наглядно представлены следы влаги на фильтровальной бумаге в процессе выхода внутриклеточной жидкости морковных дисков толщиной 9 мм для различной силы тока. Влажный след

морковного диска, обработанного атмосферным искровым разрядом, имеет большую площадь по сравнению с контрольным образцом без обработки. Кроме этого, с увеличением силы тока увеличивается площадь следа влаги от морковного диска и как следствие количество выделившейся внутриклеточной жидкости.

На рисунке 4 представлена динамика выхода внутриклеточной жидкости в соответствии с выражением (5). Полученные кривые образцов моркови после обработки АИР характеризуются двумя линейными участками: первый участок (быстрый) вытекания клеточной жидкости под действием тургорного давления через сформированные каналы и второй участок (естественный) вытекание через мембраны клеток.

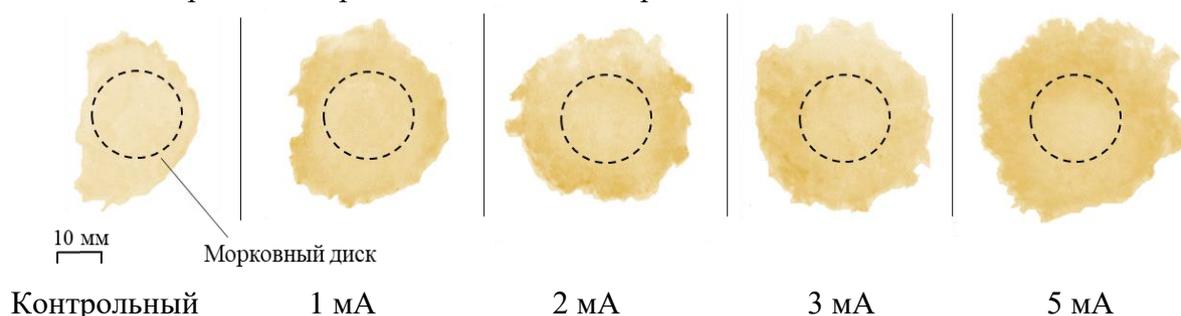


Рис. 3. След внутриклеточной жидкости морковного диска через 30 минут после обработки при различных величинах тока

Fig. 3. Traces of the intracellular fluid of a carrot disc 30 minutes after treatment at various current values

Полученная линейная зависимость характерна для времени вытекания внутриклеточной жидкости в соответствии с выражением (3). Для внутриклеточной жидкости моркови полагая $r = 80 \cdot 10^{-6}$ м, $\mu = 1,25 \cdot 10^{-3}$ Па·с [16], $P_1 = 0,8$ МПа [17] в соответствии с уравнением (4) при $P_0 = 0,1$ МПа получаем $t = 72$ мин. Данное значение хорошо коррелирует со значением $t = 65$ мин, полученное в ходе эксперимента. Известно, что с увеличением величины тока разряда

Установлено, что для растительного материала толщиной 9 мм количество выделившейся жидкости значительно выше, чем для толщины 3 мм. Так, количество жидкости после 60 минут эксперимента составила 0,37 мг для 9 мм по сравнению с 0,12 мг для толщины 3 мм. Стоит отметить, что разница в величине выделившейся жидкости прямо пропорциональна толщине материала в соответствии с выражением (4). В работе [15] применение импульсного электрического поля способствовало интенсификации движения внутриклеточной жидкости через растительные мембраны в результате электропорации. В работе также сообщается, что повышение интенсивности обработки прямо коррелирует с транспортной способностью мембран растительным клеткам.

изменяется величина получаемого размера канала [18]. Экспериментально установлено, что величина t уменьшается с увеличением величины тока разряда I . Так, в работах авторов [19, 20] отмечен рост электрически индуцированных пор на мембране растительных клеток от нанометрового до миллиметрового диапазона. На рисунке 5 приведена зависимость количества выделившейся внутриклеточной жидкости после обработки в зависимости от величины тока по

достижению 60 минут. Полученный график демонстрирует резкое увеличение выхода внутриклеточной жидкости с последующим стремлением к плато. При этом зависимость в рассматриваемом диапазоне характеристик тока может быть выражена как:

$$M_{ж} = 0.0856 \cdot \ln(I) + 0.338 \quad (6)$$

Полученные экспериментальные данные и зависимости будут полезны при рассмотрении более сложных процессов массопереноса в капиллярно-пористых телах с применением предварительной электрофизической обработки.

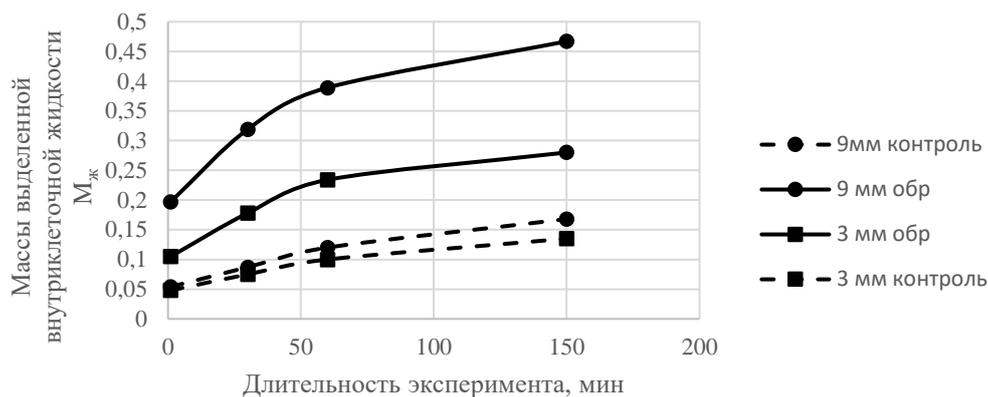


Рис. 4. Зависимость вытекания внутриклеточной жидкости от времени эксперимента
Fig. 4. Dependence of the outflow of intracellular fluid on the time of the experiment

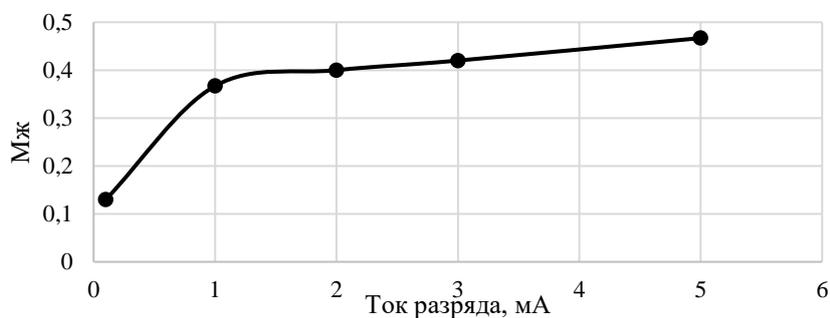


Рис. 5. Зависимость времени вытекания внутриклеточной жидкости от силы тока
Fig. 5. Dependence of the intracellular fluid outflow time on the current strength

Вывод

В работе представлена оценка гидродинамических течений клеточной жидкости в искусственно сформированных континуумах структуры растительных материалов. Установлено, что обработка атмосферным искровым разрядом способствует формированию новых

континуумов в структуре растительных материалов.

На количество выделившейся внутриклеточной жидкости из растительного материала влияют три параметра: количество сформированных микроразмерных каналов, толщина растительного материала и величина тока разряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Gómez B. [et al.] Application of pulsed electric fields in meat and fish processing industries: An overview. *Food research international*. 2019; 123: 95-105.
2. Мякинникова Е.И., Касьянов Г.И. Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья. *Техника и технология пищевых производств*. 2015; 2(37): 48-53.
3. Юдаев И.В., Кокурин Р.Г., Грачёва Н.Н. Автоматизация процесса электроимпульсной обработки растительного сырья. *Вестник аграрной науки Дона*. 2022; 1(57): 14-23.
4. Panja P. Green extraction methods of food polyphenols from vegetable materials. *Current Opinion in Food Science*. 2018; 23: 173-182.
5. Martynenko A., Bashkir I., Kudra T. The energy efficiency of electrohydrodynamic (EHD) drying of foods. *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 118: 744-764.
6. Jha A.K., SitN. Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2022; 119: 579-591.
7. Шорсткий И.А. Сушка растительных материалов, обработанных низкотемпературной плазмой. *Техника и технология пищевых производств*. 2022; 52(3): 613-622.
8. Genovese J. [et al.] PEF-treated plant and animal tissues: Insights by approaching with different electroporation assessment methods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2021; 74: 102872.
9. Chen Z., Lee W.G. Electroporation for microalgal biofuels: a review. *Sustainable Energy & Fuels*. 2019; 3(11): 2954-2967.
10. Титов А.А. Экспериментальное исследование сопротивления и теплообмена на поверхности со сферическими углублениями в потоке сжимаемого газа. *Известия Российской академии наук. Энергетика*. 2011; 1: 82-87.
11. Шорсткий И.А., Худяков Д.А. Оценка воздействия импульсного электрического разряда на процесс переноса вещества в растительном материале. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2019; 2/3: 79-82.
12. Figliuzzi B., Buie C.R. Rise in optimized capillary channels. *Journal of Fluid Mechanics*. 2013; 731: 142-161.
13. Kaya A., Aydın O., Demirtaş C. Experimental and theoretical analysis of drying carrots. *Desalination*. 2009; 237(1-3): 285-295.
14. Способ подготовки растительного материала к сушке и устройство для его осуществления: патент 2727915 Рос. Федерация / И.А. Шорсткий. 2019.
15. Ersus S., Barrett D.M. Determination of membrane integrity in onion tissues treated by pulsed electric fields: use of microscopic images and ion leakage measurements. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2010; 11(4): 598-603.
16. Vandresen S. [et al.] Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. *Journal of Food Engineering*. 2009; 92(3): 269-274.
17. Исследование неспецифической стрессорной реакции растений на шоковое действие абиотических факторов / Холодова В.П. [и др.]. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология*. 2001; 1: 151-154.
18. Halder A., Datta A.K., Spanswick R.M. Water transport in cellular tissues during thermal processing // *AIChE Journal*. 2011; 57(9): 2574-2588.
19. Ranjha M.M. [et al.] A critical review on pulsed electric field: A novel technology for the extraction of phytoconstituents. *Molecules*. 2021; 26(16): 4893.
20. López-Gámez G. [et al.] Enhancing phenolic content in carrots by pulsed electric fields during post-treatment time: Effects on cell viability and quality attributes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020; 59: 102252.

REFERENCES:

1. Gómez B. [et al.] Application of pulsed electric fields in meat and fish processing industries: An overview. *Food research international*. 2019; 123: 95-105.
2. Myakinnikova E.I., Kasyanov G.I. The use of electrophysical and gas-liquid technologies for drying fruit raw materials. *Equipment and technology of food production*. 2015; 2(37): 48-53. (In Russ).
3. Yudaev I.V., Kokurin R.G., Gracheva N.N. Automation of the process of electropulse processing of vegetable raw materials. *Herald of Agrarian Science of the Don*. 2022; 1(57): 14-23. (In Russ).
4. Panja P. Green extraction methods of food polyphenols from vegetable materials. *Current Opinion in Food Science*. 2018; 23: 173-182.
5. Martynenko A., Bashkir I., Kudra T. The energy efficiency of electrohydrodynamic (EHD) drying of foods. *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 118: 744-764. (In Russ).
6. Jha A. K., Sit N. Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review // *Trends in Food Science & Technology*. 2022; 119: 579-591.
7. Shorstky I.A. Drying of plant materials treated with low-temperature plasma. *Technique and technology of food production*. 2022; 52(3): 613-622. (In Russ).
8. Genovese J. [et al.] PEF-treated plant and animal tissues: Insights by approaching with different electroporation assessment methods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2021; 74: 102872.
9. Chen Z., Lee W.G. Electroporation for microalgal biofuels: a review. *Sustainable Energy & Fuels*. 2019; 3(11): 2954-2967.
10. Titov A.A. Experimental study of resistance and heat transfer on surfaces with spherical depressions in a compressible gas flow. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Energy*. 2011; 1: 82-87. (In Russ).
11. Shorstky I.A., Khudyakov D.A. Evaluation of the impact of a pulsed electric discharge on the process of substance transfer in plant material. *Izvestiya of higher educational institutions. Food technology*. 2019; 2-3: 79-82. (In Russ).
12. Figliuzzi B., Buie C.R. Rise in optimized capillary channels // *Journal of Fluid Mechanics*. 2013; 731: 142-161.
13. Kaya A., Aydın O., Demirtaş C. Experimental and theoretical analysis of drying carrots. *Desalination*. 2009; 237 (1-3): 285-295.
14. Shorstky I.A. A method of preparing plant material for drying and a device for its implementation: patent 2727915 RF. 2019. (In Russ).
15. Ersus S., Barrett D.M. Determination of membrane integrity in onion tissues treated by pulsed electric fields: use of microscopic images and ion leakage measurements. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2010; 11(4): 598-603.
16. Vandresen S. [et al.] Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. *Journal of Food Engineering*. 2009; 92(3): 269-274.
17. Kholodova V.P., Meshcheryakov A.B., Alexandrova S.N. [et al.] Study of nonspecific stress response of plants to the shock effect of abiotic factors. *Bulletin of Nizhny Novgorod university named after N.I. Lobachevsky. Ser.: Biology*. 2001; 1: 151-154. (In Russ).
18. Halder A., Datta A.K., Spanswick R.M. Water transport in cellular tissues during thermal processing. *AIChE Journal*. 2011; 57(9): 2574-2588.
19. Ranjha M.M. [et al.] A critical review on pulsed electric field: A novel technology for the extraction of phytoconstituents. *Molecules*. 2021; 26(16): 4893.
20. López-Gámez G. [et al.] Enhancing phenolic content in carrots by pulsed electric fields during post-treatment time: Effects on cell viability and quality attributes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2020; 59: 102252.

Информация об авторах / Information about the authors

Максим Дмитриевич Соснин, аспирант кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Россия

maksim-sosnin7@mail.ru
тел.: +7 (918) 685 82 01

Иван Александрович Шорсткий, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Россия

i-shorstky@mail.ru
тел.: +7 (967) 652 58 81

Maksim D. Sosnin, Postgraduate Student, Department of Technological equipment and Process Engineering, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

maksim-sosnin7@mail.ru
tel.: +7 (918) 685 82 01

Ivan A. Shorstky, Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Department of Technological equipment and Process Engineering, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

i-shorstky@mail.ru
tel.: +7 (967) 652 58 81

Поступила в редакцию 10.04.2023; поступила после рецензирования 19.05.2023; принята к публикации 20.05.2023

Received 10.04.2023; Revised 19.05.2023; Accepted 20.05.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка способа пектиносодержащего песочного теста (замороженного полуфабриката) для песочного печенья функционального назначения с низким содержанием глютена

Зурет Н. Хатко*, Сусанна Т. Беретарь, Лилия П. Неровных,
Саида К. Кудайнетова, Екатерина М. Колодина

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

Аннотация. Цель работы – исследование и разработка рецептуры и технологии полуфабриката песочного теста (замороженного полуфабриката) для печенья функционального назначения с низким содержанием глютена, с возможностью длительного хранения без потери показателей качества.

Изделия с низким содержанием глютена играют важную роль в рационе людей с целиакией, глютеновой чувствительностью, а также тех, кто стремится к более здоровому питанию и разнообразию в своем меню. С растущим осведомлением об аллергиях и специфических пищевых потребностях, продукты с низким содержанием глютена стали значительным трендом питания, что способствует развитию всей пищевой промышленности и повышению качества жизни для многих потребителей. Замороженные полуфабрикаты востребованы, наблюдается их значительный рост – около 18...20% ежегодно. Шоковое замораживание возможно на любом этапе приготовления изделий: полуфабрикаты, тесто, изделие высокой степени кулинарной готовности. Использование разработанного состава и способа позволит расширить ассортимент мучных кондитерских изделий функционального назначения с пониженным содержанием глютена, что достигается путем замены пшеничной муки в составе смесью кукурузной и ржаной. Оптимизация реологических характеристик песочного теста обеспечивается путем обогащения пектиновыми веществами, способствующими снижению водопоглощительной способности муки, а также сокращению времени образования и устойчивости теста. Глубокое замораживание песочного теста позволяет сохранить его пищевую и биологическую ценность, а также технологические (реологические) свойства. Кроме того, срок хранения продукции увеличивается, а время замораживания сокращается в 3...10 раза по сравнению с традиционным методом.

Ключевые слова: пектиносодержащее песочное тесто, замороженный полуфабрикат, функциональное назначение, пектиновые вещества, мучные композиции с пониженным содержанием глютена, шоковое замораживание, реологические свойства теста, песочное печенье.

Благодарности. «Исследования выполнялись за счет средств гранта ФГБОУ ВО «МГТУ».

Для цитирования: Хатко З. Н., Беретарь С.Т., Неровных Л.П. и др. Разработка способа пектиносодержащего песочного теста (замороженного полуфабриката) для песочного печенья функционального назначения с низким содержанием глютена. *Новые технологии / New technologies.* 2023; 19 (2): 83-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-83-90>

Development of a method for pectin-containing shortbread pastry (frozen semi-finished product) for functional shortbread biscuits with a low gluten content

Zuret N. Khatko*, Susanna T. Beretar, Lilia P. Nerovnykh,
Saida K. Kudaynetova, Ekaterina M. Kolodina

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

Abstract. The aim is to research and develop a recipe and technology for semi-finished shortbread pastry (frozen semi-finished product) for functional cookies with a low gluten content, with the possibility of long-term storage without loss of quality indicators.

Products with a low gluten content play an important role in the diet of people with celiac disease, gluten sensitivity, as well as those who strive for a healthier diet and variety in their menu. With the growing awareness of allergies and specific dietary needs, low gluten foods have become a significant nutritional trend that is driving the entire food industry forward and improving the quality of life for many consumers. Frozen semi-finished products are in demand, their significant growth is observed – about 18...20% annually. Shock freezing is possible at any stage of preparation of products: semi-finished products, dough, a product of a high degree of culinary readiness. The use of the developed composition and method will allow expanding the range of functional flour confectionery products with a reduced gluten content, which is achieved by replacing wheat flour in the composition with a mixture of corn and rye. Optimization of rheological characteristics of shortbread pastry is ensured by enrichment with pectin substances, which help to reduce the water absorption capacity of flour, as well as reduce the formation time and stability of the dough. Deep freezing shortbread pastry allows you to save its nutritional and biological value, as well as technological (rheological) properties. In addition, the shelf life of products is increased, and the freezing time is reduced by 3...10 times compared to the traditional method.

Keywords: pectin-containing shortbread pastry, frozen semi-finished product, functional purpose, pectin substances, flour compositions with reduced gluten content, shock freezing, dough rheological properties, shortbread cookies.

Funding. The research was carried out at the expense of the Grant from FSBEI HE «MSTU».

For citation: Khatko Z.N., Beretar S.T., Nerovnykh L.P. et al. Development of a method for pectin-containing shortbread pastry (frozen semi-finished product) for functional shortbread biscuits with a low gluten content. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 83-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-83-90>

Много людей сталкиваются с проблемами пищевой непереносимости глютена (примерно 5% населения мира). Изделия с низким содержанием глютена [3] играют важную роль в рационе людей с целиакией, глютеновой чувствительностью, а также тех, кто стремится к более здоровому питанию и разнообразию. Благодаря информированности об аллергиях и специфических пищевых потребностях, продукты с низким

содержанием глютена стали значительным трендом питания, что обуславливает необходимость развития пищевой промышленности и в этом направлении, и способствует повышению качества жизни потребителей [3].

Для решения этой проблемы разрабатываются новые составы и способы производства мучных кондитерских изделий функционального назначения с пониженным содержанием глютена за

счет замены пшеничной муки кукурузной [6, 7], рисовой [8], ржаной и др. Для оптимизации реологических свойств песочного (безглютенового или с низким содержанием глютена) теста используют структурообразователи (крахмал, пектиновые вещества и др.) и мучные композиции заданного состава.

В современном обществе путь продуктов питания (сырья, полуфабрикатов, готовых изделий и блюд) до конечного потребителя требует применения разнообразных методов для их кратковременного или долгосрочного сохранения.

Замораживание является эффективным способом сохранения продуктов (кулинарной продукции) в течение длительного времени при низкой температуре, активно препятствующим развитию микроорганизмов и существенно замедляющим скорость ферментативных и физико-химических процессов.

Замороженные полуфабрикаты востребованы, наблюдается их значительный рост – около 18...20% ежегодно. Шоковое замораживание возможно на любом этапе приготовления изделий: полуфабрикаты, тесто, изделие высокой степени кулинарной готовности.

Цель работы – исследование и разработка рецептуры и технологии пектинового песочного теста (замороженного полуфабриката) для печенья функционального назначения.

Задачи:

1. Исследование и разработка мучной композиции с пониженным содержанием глютена.

2. Укрепление реологических свойств песочного теста из мучной смеси с пониженным содержанием глютена за счет функционального ингредиента.

3. Увеличение сроков хранения песочного теста с сохранением показателей качества, а также технологических

(реологических) свойств за счет глубокого замораживания.

4. Разработка состава и способа получения песочного теста (замороженного полуфабриката) для пектинового печенья функционального назначения.

Прототипом является способ производства безглютенового печенья (RU 2 618 119 C1), включающий использование смеси из муки кукурузной, муки квиноа, крахмала кукурузного, на основе которой получают готовое тесто [4].

Недостатки:

1) внесение яблочного экстракта обеспечивает низкое содержание пектиновых веществ и создает недостаточный технологический эффект при получении теста с необходимыми реологическими характеристиками, поэтому вводится кукурузный крахмал дополнительно, что не выгодно;

2) достаточно высокая доля энергетической ценности мучной части рецептуры за счет высокого содержания жира в квиноа;

3) неравное соотношение муки кукурузной и муки квиноа.

В рецептуре разработанного способа вместо пшеничной муки высшего сорта используют кукурузную белую (без глютена) и ржаную муку (с пониженным содержанием глютена). Характеристики муки для хлебопекарных целей непосредственно связаны с содержанием в ней клейковины. Клейковина играет ключевую роль в создании теста, придавая ему нужную упругость, растяжимость и эластичность. Для преодоления этого недостатка, рекомендуется смешивать данный вид муки с различными видами, тем самым улучшая характеристики конечного продукта [5].

Пищевая ценность анализируемых видов муки представлена в таблице 1.

Замена пшеничной муки на смесь кукурузной белой и ржаной муки [1] в равных пропорциях приводит к снижению способности муки впитывать воду,

уменьшению времени формирования и стабильности теста, увеличению показателя разжижения и уменьшению общей оценки качества теста.

Таблица 1

Пищевая ценность анализируемых видов муки

Table 1

Nutritional value of the analyzed types of flour

Вид муки	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Мука ржаная сеянная	6,9	1,4	66,3	305
Мука кукурузная белая тонкого помола	8,3	0,8	78,0	326
Рж+ Кук бел – 50:50	7,6	1,1	72,15	315,5
Мука кукурузная желтая тонкого помола	6,9	3,9	69,6	361
Квиноа	8,9	7,4	70,4	366
Кук ж+Квиноа – 1:2	8,15	6,17	69,43	360,7

Пектиновые вещества разной степени этерификации (яблочный низкоэтерифицированный и цитрусовый высокоэтерифицированный) используют в составе для создания необходимых реологических (упруго-эластичных) свойств при формировании теста из композитной муки (ржаная и кукурузная белая) с пониженным содержанием глютена, а именно:

- соотношение пектиновых веществ регулирует внутреннее трение пектиновых растворов и вязкость песочного теста;

- высокоэтерифицированный пектин способствует образованию теста за счет хороших желирующих способностей, а низкоэтерифицированный – за счет сорбционных и комплексообразующих свойств;

- соотношение пектиновых веществ высоко- и низкоэтерифицированных создает необходимые упруго-эластичные свойства для теста с пониженным содержанием глютена [5].

Внесение разных видов пектинов объясняется их разной влагоудерживающей способностью [2]. Пектиновые вещества влияют на реологические свойства теста за счет развития

биологических, коллоидных, микробиологических процессов, происходящих в процессе тестоведения, приводящих к укреплению клейковины: белки клейковины образуют с пектинами белково-полисахаридный комплекс [5].

Реологические свойства полученного теста по разработанной рецептуре показаны на рисунках 1 и 2.

Как показывают данные рисунков 1 и 2, замена пшеничной муки на кукурузную белую и ржаную в равных пропорциях приводит к значительным изменениям в свойствах теста, отражаемых уменьшением влагопоглотительной способности, что в свою очередь снижает время, требуемое для образования и устойчивости теста. Такая замена также приводит к увеличению показателя разжижения и снижению общей валориметрической оценки. Для сохранения необходимых реологических свойств теста из композитной муки (кукурузной без глютена и ржаной с пониженным содержанием глютена) используют смесь пектиновых веществ разной степени этерификации (яблочный низкоэтерифицированный и цитрусовый высокоэтерифицированный).

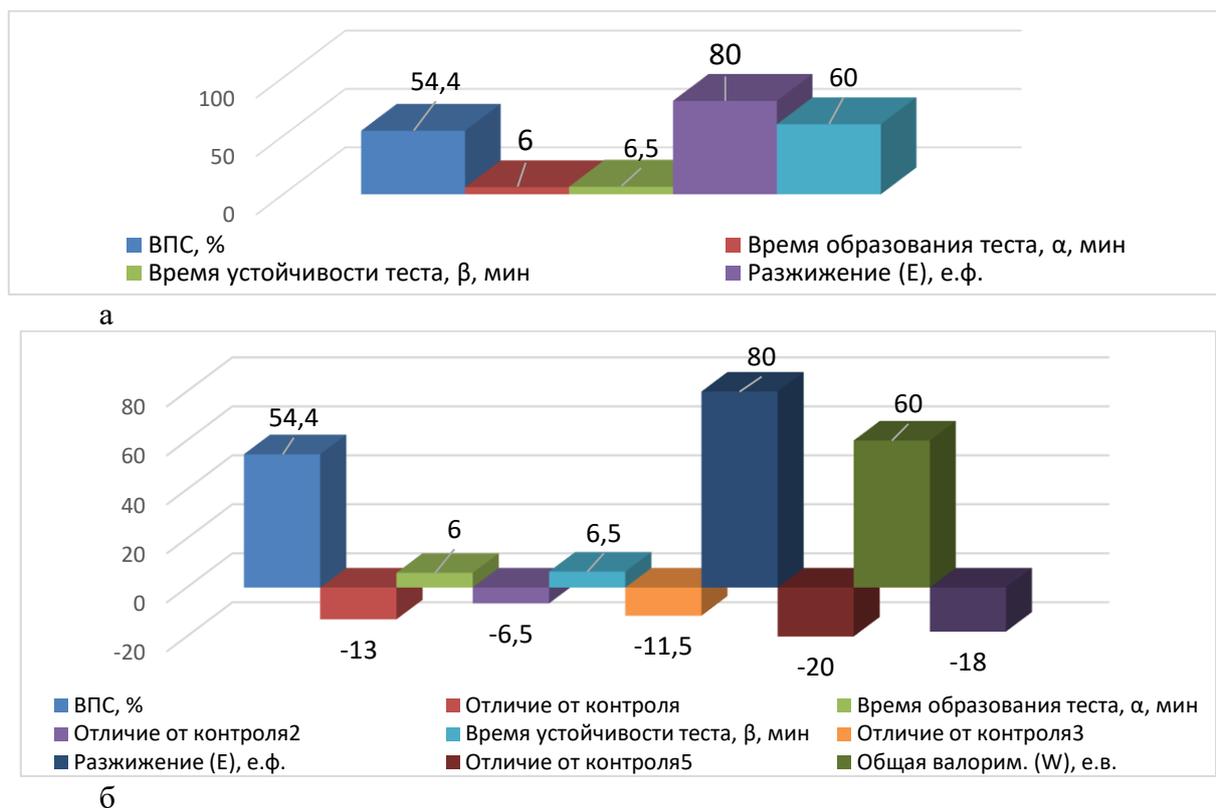


Рис. 1. Анализ фаринограмм полученного теста по разработанной рецептуре: контроль (а); смесь ржаной и кукурузной белой муки+смесь пектиновых веществ (б)

Fig. 1. Analysis of the farinograms of the obtained dough according to the developed recipe: control one (a); a mixture of rye and corn white flour + a mixture of pectin substances (б)

Полученный тестовый полуфабрикат перед формованием подвергают глубокому замораживанию (минус 35...40°C), с последующим хранением при температуре минус 18...20°C. Такой подход поможет сохранить пищевую и биологическую ценность и технологические (реологические) свойства теста. Кроме того, это также позволит увеличить срок хранения продукта и сократить время замораживания от 3 до 10 раз по сравнению с традиционным методом.

На разработанный способ замороженного полуфабриката песочного теста для песочного печенья функционального назначения получен патент РФ № 2646157 [5].

Выводы:

1. Использование разработанного

состава и способа позволит расширить ассортимент мучных кондитерских изделий функционального назначения с пониженным содержанием глютена.

2. Разработанный состав и способ производства функционального пектиносодержащего песочного печенья позволяет значительно снизить содержание глютена, что достигается путем замены пшеничной муки в составе смесью кукурузной и ржаной; оптимизация реологических характеристик песочного теста обеспечивается путем обогащения пектиновыми веществами, способствующими снижению водопоглотительной способности муки, а также сокращению времени образования и устойчивости теста.

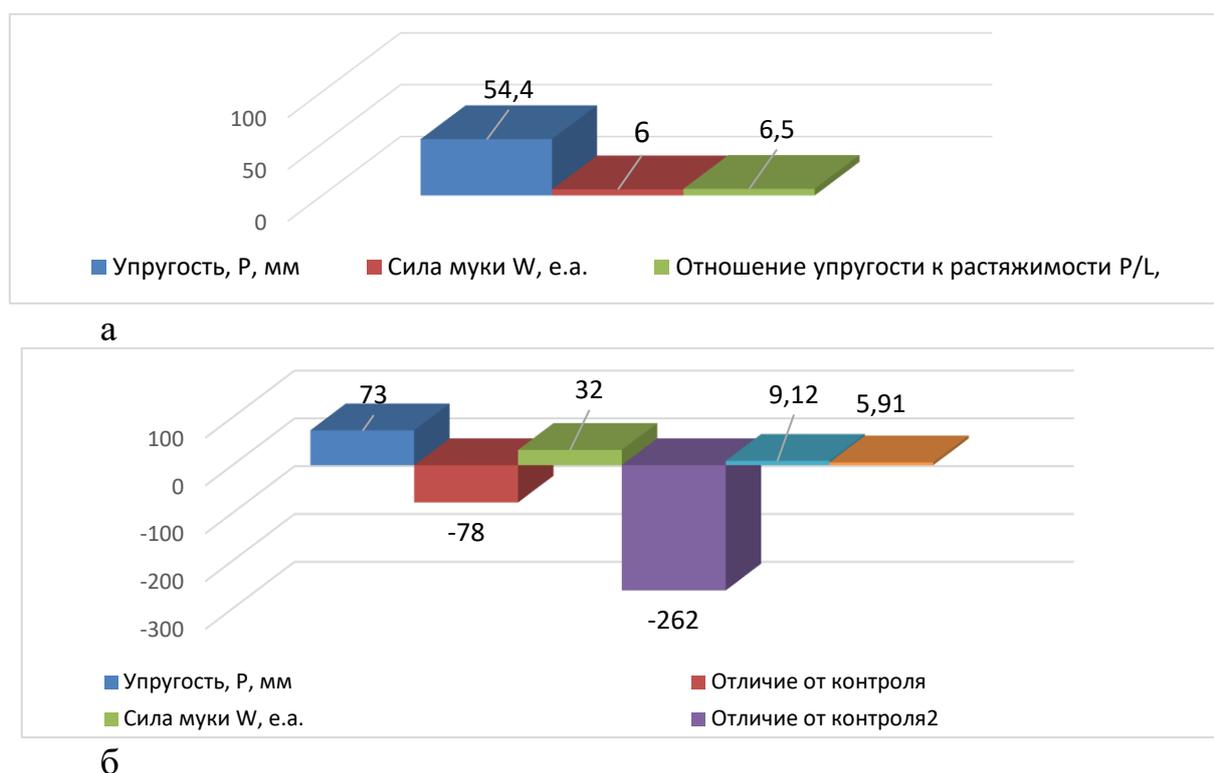


Рис. 2. Анализ альвеограмм полученного теста по разработанной рецептуре: контроль (а); смесь ржаной и кукурузной белой муки+ смесь пектиновых веществ (б)

Fig. 2. Analysis of the alveograms of the obtained dough according to the developed recipe: control one (a); a mixture of rye and corn white flour + a mixture of pectin substances (б)

Глубокое замораживание песочного теста позволяет сохранить его пищевую и биологическую ценность, а также технологические (реологические) свойства.

Кроме того, срок хранения продукции увеличивается, а время замораживания сокращается в 3...10 раза по сравнению с традиционным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Беретарь С.Т. Влияние разных видов муки на показатели качества песочного печенья функционального назначения. Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (19-20 нояб. 2020 г.). Махачкала: ДГТУ, 2020: 11-14.
2. Беретарь С.Т., Хатко З.Н. Влияние пектиновых веществ на реологические свойства песочного теста. Новые технологии. 2011; 4: 14-17.
3. Куижева С.К., Хатко З.Н., Колодина Е.М. Пектиносодержащие мучные кондитерские изделия с пониженным содержанием глютена. Майкоп: Магарин Олег Григорьевич, 2022. 124 с.
4. Способ приготовления безглютенового печенья: патент 2618119 С Рос. Федерация, МПК A21D 13/04 / Т.В. Щеколдина [и др.]; патентообладатель: Кубанский государственный аграрный университет; № 2016100393; заявл. 11.01.2016; опубл. 02.05.2017.
5. Способ получения замороженного полуфабриката песочного теста: патент 2793815 С1 Рос. Федерация, МПК A21D 8/02, A21D 13/00, A21D 13/80 / С.К. Куижева, З.Н. Хатко, Л.П. Неровных [и др.]; патентообладатель Майкопский государственный технологический университет; № 2022121303, заявл. 03.08.2022, опубл. 06.04.2023.

6. Bilgiçli N., Kara M.O., Elgün A. [et al.] Determination of technologic and sensory properties of cookies prepared with corn flour. International journal of food, agriculture and environment. 2006; 4: 109-111.
7. Božiková M. Thermophysical parameters of corn and wheat flour. Research in Agricultural Engineering. 2018; 49: 157-160.
8. Gadallah M.G., Beretar S.T., Khatko Z.N. Rheological, Organoleptical and Quality Characteristics of Gluten-Free Rice Cakes Formulated with Sorghum and Germinated Chickpea Flours. – rice flour chickpeas sorghum Influence of pectin substances on the rheological properties of shortbread dough. New technologies. 2011; 4: 14-17.

REFERENCES:

1. Beretar S.T. Influence of different types of flour on the quality indicators of shortbread cookies for functional purposes. Improving the quality and safety of food products: collection of materials of the X All-Russian scientific and practical conference (with international participation) (November 19-20, 2020). Makhachkala. DSTU. 2020:11-14. (In Russ).
2. Beretar S.T., Khatko Z.N. Influence of pectin substances on the rheological properties of shortbread dough. New technologies. 2011; 4: 14-17. (In Russ).
3. Kuizheva S.K., Khatko Z.N., Kolodina E.M. Pectin-containing flour confectionery products with reduced gluten content. Maikop: Magarin Oleg Grigorievich; 2022. (In Russ).
4. Shchekoldina T.V., Sokol N.V., Khristenko A.G. Method for preparing gluten-free cookies: patent 2618119 C Rus. Federation, IPC A21D 13/04.; applicant Kuban State Agrarian University; No. 2016100393, Appl. 01/11/2016, publ. May 2, 2017 (In Russ).
5. Kuizheva S.K., Khatko Z.N., Nеровных L.P. [et al.] Method of obtaining a frozen semi-finished shortcrust pastry: Patent 2793815 C1 Rus. Federation, IPC A21D 8/02, A21D 13/00, A21D 13/80; applicant Maikop State Technological University; No. 2022121303, Appl. 03.08.2022, publ. April 6, 2023. (In Russ).
6. Bilgiçli N., Kara M.O., Elgün A. [et al.] Determination of technologic and sensory properties of cookies prepared with corn flour. International journal of food, agriculture and environment. 2006; 4: 109-111.
7. Božiková M. Thermophysical parameters of corn and wheat flour. Research in Agricultural Engineering, 2018; 49: 157-160.
8. Gadallah M.G., Beretar S.T., Khatko Z.N. Rheological, Organoleptical and Quality Characteristics of Gluten-Free Rice Cakes Formulated with Sorghum and Germinated Chickpea Flours. – rice flour chickpeas sorghum Influence of pectin substances on the rheological properties of shortbread dough. New technologies. 2011; 4: 14-17.

Информация об авторах / Information about the authors

Зурет Нурбиевна Хатко, заведующая кафедрой технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук, доцент
znkhatko@mail.ru
тел.: +7 (988) 477 12 19

Zuret N. Khatko, Dr. Sci. (Eng.), Associate professor, Head of the Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University»
znkhatko@mail.ru
tel.: +7 (988) 477 12 19

Сусанна Теучежевна Беретарь, старший преподаватель кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

beretarst@mail.ru
тел.: +7 (918) 228 28 88

Лилия Петровна Неровных, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук

тел.: +7 (8772) 57 12 84

Саида Каплановна Кудайнетова, магистрант 2 года обучения ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

saidakudainetova@yandex.ru

Екатерина Михайловна Колодина, аспирантка кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», Россия

goodwill_katya@mail.ru

Susanna T. Beretar, Senior Lecturer, Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

beretarst@mail.ru
tel.: +7 (918) 228 28 88

Liliya P. Nerovnykh, Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

tel.: +7 (8772) 57 12 84

Saida K. Kudainetova, 2nd year Master student, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

saidakudainetova@yandex.ru

Ekaterina M. Kolodina, postgraduate student, Department of Food Technology and Catering, FSBEI HE «Maikop State Technological University», Russia

goodwill_katya@mail.ru

Поступила в редакцию 12.05.2023; поступила после рецензирования 09.06.2023; принята к публикации 10.06.2023

Received 12.05.2023; Revised 09.06.2023; Accepted 10.06.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Изменчивость пленчатости зимующего овса под влиянием внешних условий среды

Марина В. Кузенко

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»; ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. В статье приводятся результаты оценки сортов и линий зимующего овса питомника конкурсного сортоиспытания по содержанию пленки возделываемого в почвенно-климатических условиях Республики Адыгея в зависимости от факторов внешней среды. Для сравнения были взяты 2017-2018 с.-х. год и 2021-2022 с.-х. год, имеющие отличия по фазе развития растений перед уходом в зиму и количеству осадков в весенне-летний период. В ходе проведения исследований использовали общепринятые методики, в том числе «Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса» и ГОСТ 10843-76. Дается подробный аналитический обзор климатических условий в изучаемый период, сопоставляются погодные условия с основными фазами роста и развития растений, отмечается их влияние на устойчивость к полеганию и пленчатость зимующего овса. Анализируются темпы наступления фазы выметывания и восковой спелости зерна, определена разница в дате их наступлении по годам.

В результате получены данные о содержании пленки в зерне овса в год с достаточным и избыточным увлажнением, определена группа и размах варьирования пленчатости. Установлено, что в исследуемый период изменчивость пленчатости от агрометеорологических условий составляла 7-8%, а от сортовых особенностей 1-4%. В год с избыточной влагообеспеченностью повышается процент сортов со средней пленчатостью, и снижается число с низким ее содержанием. Все сорта и линии зимующего овса имеют низкую и среднюю пленчатость зерна. Выделены образцы с низким и средним содержанием пленки, сохраняющие данный хозяйственно-ценный признак стабильным и неизменным в годы с различным количеством осадков и представляющие интерес для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: зимующий овес, зерно, сорт, сортообразцы, пленчатость, перезимовка, устойчивость, выметывание, налив зерна, переувлажнение

Для цитирования: Кузенко М.В. Изменчивость пленчатости зимующего овса под влиянием внешних условий среды. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19 (2): 91-98. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-91-98>

Variability of wintering oat hoodness under the influence of external environmental conditions

Marina V. Kuzenko

Research Institute of Agriculture, FSBEI HE «Maikop State Technological University»; 191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

Abstract. The article presents the results of assessment of varieties and lines of wintering oats cultivated in the soil and climatic conditions of the Republic of Adygea from the competitive variety trial nursery on the content of the husk depending on environmental factors.

For comparison, agricultural years of 2017-2018 and 2021-2022 have been taken; they differ in the phase of plant development before leaving for winter and the amount of precipitation in the spring-summer period. In the course of the research, generally accepted methods have been used, including «The Guidelines for the Study and Preservation of the World Collection of Barley and Oats» and GOST 10843-76. A detailed analytical review of climatic conditions in the study period has been given, weather conditions compared with the main phases of plant growth and development, and their influence on lodging resistance and filminess of wintering oats noted. The rates of onset of heading phase and wax ripeness of grain have been analyzed, the difference in the date of their onset by years determined.

As a result, data have been obtained on the husk content in oat grain per year with sufficient and excessive moisture, and the group and range of husk content variation determined. It was established that during the research period, the variability of hoodness from agrometeorological conditions was 7-8%, and from varietal characteristics 1-4%. In a year with excess moisture, the percentage of varieties with an average husk content increases, and the number with a low content of it decreases. All varieties and lines of overwintering oats have low and medium grain hoodness. Samples with low and medium content of husk, which keep this economically valuable trait stable and unchanged in years with different amounts of precipitation and are of interest for further breeding work have been selected.

Keywords: wintering oat, grain, variety, variety samples, hoodness, overwintering, resistance, heading, grain filling, waterlogging

For citation: Kuzenko M.V. Variability of wintering oat hoodness under the influence of external environmental conditions. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 91-98. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-91-98>

Одной из наиболее ценных зернофуражных культур является овес. Его ценность обусловлена широким использованием как в качестве корма для животных и птицы, так и в пищевой промышленности с целью производства полноценных диетических продуктов питания. Но для каких бы целей не создавались новые сорта, то ли для пищевого или кормового направления использования, зерно должно быть с низким содержанием пленки [1,2,9,11].

Чем выше пленчатость зерна, тем больше в нем клетчатки. А значит

кормовые достоинства такого зерна значительно ниже. Ценность цветковых чешуй (пленок) весьма низкая. В них содержится 1,1-3,2% белка, 0,50-0,97% жира, 25,3-34,6% клетчатки [10].

При переработке овса для пищевых целей кроме крупности немаловажное значение имеет и его пленчатость. Зерно должно хорошо шелушиться, иметь высокий выход крупы. Сорта, имеющие меньшую пленчатость, дают крупу лучших вкусовых качеств [3,10].

Количественное значение пленчатости зерновки овса варьирует в широких

пределах и зависит от сортовых особенностей, условий произрастания растений, степени зрелости зерна и его крупности.

К культурным плёнчатым овсам относят четыре вида различной ploидности: диплоидный *A. strigosa* Schreb., тетраплоидный *A. abyssinica* Hochst и гексаплоидные – *A. sativa* L., *A. byzantina* C. Koch [4].

У большинства сортов посевного и византийского овса пленчатость варьирует от 25 до 40 % и в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий. Сорта византийского овса характеризуются более высокой пленчатостью зерна, чем посевного. Образцы диких видов овса *A. fatua*, *A. sterilis*, *A. magna* отличаются очень высоким содержанием пленки [5, 10].

Перспективной культурой используемой как в кормопроизводстве, так и в пищевой промышленности является зимующий овес.

Новизна. В условиях южно-предгорной зоны Северо-Западного Кавказа изучена пленчатость зерна зимующего овса в годы, отличающиеся по количеству осадков.

Актуальность. Зимующий овес является малоизученной и малораспространенной культурой, имеющая весомое значение как культура двойного направления использования. Пленчатость является сортовым генетически обусловленным наследственным признаком. Тем не менее ее содержание подвержено варьированию под влиянием внешних условий среды.

Цель. Выявить сортовые особенности и дать оценку сортам зимующего овса по содержанию пленки в зерне в местных почвенно-климатических условиях.

Задачи. На основании полученных данных лабораторного исследования пленчатости зерна зимующего овса

определить сорта с низким, средним и высоким ее содержанием. Дать оценку изменчивости данного признака в зависимости от погодных условий и устойчивости к полеганию.

Методы и условия. В ходе проведения исследования были использованы данные изучения лучших сортов и линий зимующего овса питомника конкурсного сортоиспытания за 2017-2018 с.-х. год и 2021-2022 с.-х. год.

Закладка полевых опытов осуществлялась в оптимальный срок сева зимующего овса, нормой высева 3,5 млн. всхожих зерен на гектар, предшественник – занятой пар. Агротехника в опыте общепринятая для возделывания зерновых культур в регионе. Система защитных мероприятий от сорной растительности, болезней и листогрызущих вредителей состояла в применении следующих препаратов: Гранат (0,015 кг/га) + Примадонна (0,72 л/га), + Титул Дуо (0,25 г/га) + Эсперо (0,15 г/л) с добавлением стимулятора Биостим (1,0 л/га). Уборку урожая осуществляли прямым комбайнированием комбайном Сампо-130.

Полевые и лабораторные исследования осуществлялись в отделе селекции и первичного семеноводства Научно-исследовательского института сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ». Учеты и наблюдения осуществляли в полном соответствии «Методическим указаниям по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса» [7]. Определение пленчатости проводили согласно ГОСТ 10843-76. Стандартом в исследованиях являлся сорт зимующего овса Мезмай.

Погодные условия в исследуемый период имели отличия. Так условия осени 2017 года были более благоприятными для закладки опыта в оптимальные сроки и развития культуры

в осенне-зимний период. Осень 2021 г. характеризовалась существенным превышением среднемультилетней нормы осадков, ввиду чего опыт был заложен позже оптимального срока сева. В зиму растения зимующего овса в фазе полных всходов, что не могло сказаться на общем состоянии посевов и задержало развитие

растений. Кущение растений зимующего отмечено только в первой декаде марта.

Результаты и обсуждение. В первый год изучения выметывание растений зимующего овса проходило в более ранние сроки и ускоренным темпом. У всех образцов контрольного питомника выметывание наступило в течение трех дней (табл. 1).

Таблица 1

Дата наступления основных фенологических фаз у сортов образцов зимующего овса

Table 1

Date of the onset of main phenological phases in varieties of wintering oats

Годы	Начало выметывания		Восковая спелость	
	самое раннее	самое позднее	самое раннее	самое позднее
2017-2018	13.05	15.05	19.06	08.07
2021-2022	23.05	03.06	27.06	14.07

Фаза выметывания зимующего овса в условиях 2021-2022 г. была продолжительной. У первых образцов выметывание наступило 23 мая, у позднеспелых форм – 3 июня. Таким образом, в 2021-2022 г. продолжительность выметывания изучаемых образцов составила 14 дней. Соответствующим образом изменялись и даты наступления восковой спелости зерна. Следует отметить, что как в условиях 2017-2018 с.-х. года, так и в 2021-2022 с.-х. года разница между наиболее ранней и наиболее поздней датой наступления восковой спелости зерна составляла 17 дней (табл. 1).

Метеорологическая характеристика периода формирования и налива зерна по годам приводится в таблице 2. В мае, июне и июле 2018 года температура воздуха была выше многолетней нормы. Количество выпавших осадков в мае и июле превышало среднемультилетнее значение. В июне отмечался дефицит осадков, за месяц выпало всего 20,9% месячной нормы. Несмотря на сухую майскую погоду, запасы продуктивной влаги в почве были удовлетворительными. Полегание растений в условиях года было незначительным.

Таблица 2

Температура воздуха и количество осадков за период формирования и налива зерна зимующего овса

Table 2

Air temperature and amount of precipitation during the period of grain formation and filling of wintering oats

Месяц	Температура, °С			Осадки, мм		
	Год		Средне многолетняя	Год		Средне многолетняя
	2018	2022		2018	2022	
май	18,8	14,0	16,1	92,0	75,0	73,0
июнь	22,7	21,6	19,3	18,0	73,0	89,0
июль	25,1	22,4	22,1	76,0	88,0	70,0

Май 2022 года характеризовался прохладной погодой. Средняя температура была на 2,1°C ниже многолетних значений. В июне температура воздуха на 2,3°C превысила норму. Июнь отличался умеренно теплой погодой, средняя температура почти в пределах многолетних показателей.

Период формирования и налива зерна отличался дождливой погодой. В

мае и июле осадков выпало выше месячной нормы – 75,0 и 88,0 мм, соответственно. Количество осадков за июнь составило 73,0 мм, что на 16,0 мм ниже в среднем за ряд лет. Осадки выпадали в виде ливней и сопровождались сильными порывами ветра, что привело к очень сильному полеганию растений зимующего овса.

Таблица 3

Устойчивость к полеганию, пленчатость зерна, содержание пленки сортов и линий зимующего овса

Table 3

Lodging resistance, grain hoodness, husk content of varieties and lines of wintering oats

№ п/п	Сорт, гибрид	2017-2018 с.-х. год			2021-2022 с.-х. год			Разница в содержании пленки, %
		Полегание, балл	Пленчатость зерна, %	Содержание пленки	Полегание, балл	Пленчатость зерна, %	Содержание пленки	
1	Мезмай, ст.	9	23	низкое	9	25	низкое	2
2	Подгорный	9	24	низкое	9	25	низкое	1
3	Верный	9	26	среднее	3	27	среднее	1
4	Гузерипись	9	24	низкое	5	26	среднее	2
5	Оштен	9	28	среднее	9	29	среднее	1
6	АГУ-75	9	27	среднее	1	29	среднее	2
7	о.Эколог	7	23	низкое	5	26	среднее	3
8	Местный(Арг.)	9	27	среднее	3	29	среднее	2
9	о.16(849-Н)	7	25	низкое	5	25	низкое	-
10	о.о.Эколог-08	7	24	низкое	5	24	низкое	-
11	о.Мезмай-1-08	9	23	низкое	5	26	среднее	3
12	о.567-Н-08	9	23	низкое	3	27	среднее	4
13	о.о.25-2005	9	23	низкое	7	26	низкое	3
14	о.859-Н-08	9	22	низкое	5	23	среднее	1
15	о.Г99(о.СП56/05)-08	9	27	среднее	7	27	среднее	-
16	о.СП 61/05, Г//3	9	23	низкое	5	23	низкое	-
17	о.СП 70/05	9	24	низкое	9	27	среднее	3
18	о.32-05 1/04	9	22	низкое	5	26	среднее	4
19	о.34 – 2005	9	27	среднее	7	30	среднее	-
20	№ 11863	9	22	низкое	7	26	среднее	4
21	к.1417	9	27	среднее	5	30	среднее	3
22	к.1013	9	26	среднее	7	27	среднее	1
23	221-Н-11,2	9	27	среднее	7	27	среднее	-
	Min	-	22	-	-	23	-	-
	Max	-	30	-	-	30	-	-
	Разница в содержании пленок	-	8	-	-	7	-	-

Таблица 4

Группировка образцов зимующего овса по пленчатости зерна

Table 4

Grouping samples of wintering oats according to grain hoodness

Группа образцов	Пленчатость зерна в процентах	Количество образцов, %	
		2017-2018 с.-х. год	2021-2022 с.-х. год
С низкой пленчатостью	до 25	60,9	26,1
Со средней пленчатостью	26-32	39,1	73,9
Проанализировано образцов, всего (шт.)	-	23	23

За период формирования и налива зерна май-июль в условиях 2018 г. выпало осадков 186,0 мм, 2022 г. – 236,0 мм.

Приведенные данные в таблице 3 данные показывают, что в условиях 2017-2018 с.-х. года все изучаемые образцы показали высокую устойчивость к полеганию. В условиях 2021-2022 с.-х. года она варьировала от низкой до высокой, в зависимости от сортовых особенностей.

Общеизвестно, что в засушливых погодных условиях содержание пленок повышается, в более влажных снижается. Пленчатость повышается в годы с избыточным увлажнением, а также при полегании растений и поражением ржавчиной [10].

Полученные результаты показывают, что в условиях 2017-2018 с.-х. года содержание пленки варьировало от 22 до 30%. Наибольшее количество образцов было отнесено в группу с низкой пленчатостью зерна (табл. 3).

В наших опытах увеличение пленчатости зерна в 2021-2022 с.-х. году, при сравнении с 2017-2018 с.-х. годом, видимо, вызвано, повышенным увлажнением и полеганием растений. Содержание пленки было на уровне 23-30%. Первоочередную роль здесь имело переувлажнение. В этом убеждает увеличение пленчатости зерна у тех образцов, которые показали высокую устойчивость к полеганию в условиях года: Мезмай, Подгорный, Оштен, о.СП 70/05 (табл. 3).

Увеличение пленчатости зерна

зимующего овса связано и с ослабленным состоянием растений после перезимовки, так как в зиму они ушли в фазе полных всходов.

При сравнении полученных результатов в условиях 2021-2022 г. у трех образцов пленчатость увеличилась на 4%. Образцы о.16(849-Н), о.о.Эколог-08, о.Г99 (о.СП56/05)-08, о.СП 61/05 (Г//З), 221-Н-11,2 отличались стабильным значением пленчатости (табл. 3).

Различия в содержании пленок в зависимости от сортовых особенностей составила 1-4%, а от агрометеорологических условий 7-8%. Таким образом, предоставляется возможность сделать вывод, что пленчатость зерна овса, в рассматриваемых условиях, имеет большую амплитуду колебаний в зависимости от факторов внешней среды, чем от сортовых особенностей.

Данные, представленные в таблице 4, показывают, что в условиях 2017-2018 с.-х. года 60,9% образцов было отнесено в группу с низкой пленчатостью.

В группу сортов с низким содержанием пленки во второй год изучения отнесено всего 26,1% изучаемого материала.

Заключение. Анализ результатов проведенных исследований выявил, что пленчатость зерна зимующего овса подвержена изменчивости, которая зависит от фазы развития растений перед уходом в зиму, полегания растений, условий перезимовки и весенне-летний

вегетации. В зависимости от факторов внешней среды, в изучаемый период, различия в содержании пленок составили 7-8%, от сортовых особенностей 1-4%. В 2021-2022 г., отличающегося высокой влагообеспеченностью в весенне-летний период роста и развития количество образцов с низким содержанием пленки составило всего 26,1%, против 60,9% в 2017-2018 с.-х. году.

Образцов с высоким содержанием

пленки в наших опытах не установлено. Пленчатость стандартного сорта Мезмай составляла 24-25%. Особый интерес представляют пять образцов, которые имели стабильную пленчатость зерна за весь период проведения исследований. Это о.16(849-Н), о.о.Эколог-08, о.СП 61/05 (Г/З) отличающиеся низким содержанием пленки и о.Г99 (о.СП 56/05)-08, 221-Н-11,2 характеризующиеся средним ее содержанием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Баталова Г.А. Некоторые аспекты устойчивости к лимитирующим факторам в селекции овса. Зернобобовые и крупяные культуры. 2013; 2(6): 52-58.
2. Баталова Г.А. Мировое разнообразие как основа адаптивной селекции овса. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015; 176(1): 37-46.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 415 с.
4. Лоскутов И.Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекция. СПб: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 336 с.
5. Колесникова В.Г., Белослудцева Е.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортообразцов овса посевного в условиях Среднего Предуралья. Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2013; 1(34): 18-20.
6. Кузенко М.В., Гудкова Г.Н. Параметры идиотипа зимующего овса зернового направления. Новые технологии. 2015; 3: 114-120.
7. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции овса и ячменя. СПб.: Копи-Р, 2012. 63 с.
8. Таразанова Т.В., Садовская Э.Н. Урожай и качество зерна овса при различном обеспечении удобрениями. Известия ТСХА. 2011; 5: 72-78.
9. Трифунтова И.Б. Селекция ярового пленчатого овса (*Avena sativa L.*) на Дальнем Востоке: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 2022. 19 с.
10. Щепетков А.А. К итогам работы по селекции зимующего гороха и зимующего овса. Сборник научных трудов. Вып. IV. Майкоп: Качество, 2001: 219-243.
11. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов / Юсова О.А. [и др.]. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181(2): 42-49.

REFERENCES:

1. Batalova G.A. Some aspects of resistance to limiting factors in oat breeding. Leguminous and cereal crops. 2013; 2 (6): 52-58. (In Russ).
2. Batalova G.A. World diversity as the basis for adaptive oat breeding. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2015;176 (1): 37-46. (In Russ).
3. Dospikhov B.A. Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat\$ 1985. (In Russ).
4. Loskutov I.G. Oats (*Avena L.*). Distribution, systematics, evolution and selection. St. Petersburg: GNTs RF VIR, 2007. (In Russ).
5. Kolesnikova V.G., Belosludtseva E.A. Economic and biological assessment of varieties of oats under the conditions of the Middle Urals. Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2013; 1 (34): 18-20. (In Russ).
6. Kuzenko M.V., Gudkova G.N. Parameters of the idiotyp of wintering oats of the grain direction.

New technologies. 2015; (3):114-120. (In Russ).

7. Guidelines for the study and conservation of the world collection of oats and barley. St. Petersburg: Kopi-R LLC, 2012. (In Russ).

8. Tarazanova T.V., Sadovskaya E.N. Harvest and grain quality of oats with different provision of fertilizers. Proceedings of TAA. 2013; 5: 72-78. (In Russ).

9. Trifuntova I.B. Breeding of spring filmy oats (*Avena sativa* L.) in the Far East: Abstract of the thesis of dis. ... Ph. D. (Agr.). Krasnoyarsk\$ 2022. (In Russ).

10. Shchepetkov A.A. To the results of work on the selection of wintering peas and wintering oats. Collection of scientific works. Iss. IV. Maikop: Quality, 2001: 219-243. (In Russ).

11. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Safonova I.V. [et al.] Change in the yield and quality of oat grain with an increase in the adaptability of varieties. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020; 181 (2): 42-49. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Кузенко Марина Валентиновна,
ведущий научный сотрудник отдела
селекции и первичного семеноводства
Научно-исследовательского института
сельского хозяйства ФГБОУ ВО «МГТУ»,
кандидат сельскохозяйственных наук
kuzenkomarina74@mail.ru
тел.: 8 (903) 466 51 39

Kuzenko M. Valentinovna, Ph. D.
(Agr.), Leading Researcher, Department of
Breeding and Primary Seed Production,
Research Institute of Agriculture, the Federal
State Budgetary Educational Institution of
Higher Education «MSTU»
kuzenkomarina74@mail.ru
tel.: 8 (903) 466 51 39

Поступила в редакцию 10.05.2023; поступила после рецензирования 12.06.2023;
принята к публикации 13.06.2023

Received 10.05.2023; Revised 12.06.2023; Accepted 13.06.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

К вопросу об изменении климатических условий в горной зоне Северной Осетии и их влияние на эрозионные процессы

Сергей Э. Кучиев^{1*}, Хетаг М. Хетагуров²

¹ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», ул. Кирова, д. 37,
г. Владикавказ, 362040, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова»,
ул. Ватутина, д. 44-46, г. Владикавказ, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время прослеживается множество научных публикаций касающихся изменения климатических условий, отдельных регионов, стран, континентов и всей земли как планеты. Все вышеперечисленное привело нас к рассмотрению данных изменений относительно их влияния на развитие эрозионных процессов в горных условиях. Основой явились исследования, изложенные в кандидатской диссертации Кучиева С.Э. 1996-1998 г., а также, проверка гипотез выдвинутых в работе о развитии эрозионных процессов. Вышеизложенное потребовало продолжение исследований на данном стационаре во второй период с 2008 по 2013 годы. В среднем за годы исследований выпадало 605 мм, в первый период 1996-1998 год 478 мм, во второй 2008-2013 - 668 мм, в разные годы выпадало от 2 до 8 дождей интенсивностью более 20 мм.

Проведенный корреляционный анализ показывает, что с ростом величины осадков наблюдаемых в последние годы, прослеживается корреляционная зависимость с количеством ливневых осадков. За рассматриваемый период дождей с интенсивностью выше 5 мм насчитывалось от 27 до 48. В 2009 ливневые осадки характеризовались в основном интенсивностью от 20 до 40 мм в сутки, однако в августе 2009 и 2010 года выпадало по 71 и 73 мм. Пик ливней был отмечен в 2012 год, когда в июне два дня подряд шел дождь с интенсивностью 121 и 101 мм.

Значительно увеличился показатель поверхностного стока, как на варианте контроля (чистый пар), так и в посевах культур севооборота, которые можно расположить в порядке возрастания их противозерозионной устойчивости: пропашные культуры, зерновые сплошного способа сева и многолетние травы. Исследования проводились на горном многолетнем стационаре СКНИИ-ГПСХ – филиал «ВНЦ РАН» с. Даргавс.

Ключевые слова: климат, горная зона, период, количество осадков, интенсивность осадков, метеорологические наблюдения, корреляция, коэффициент корреляции, сила связи, эрозия, почвенный сток, сельскохозяйственные культуры

Для цитирования: Кучиев С.Э., Хетагуров Х.М. К вопросу об изменении климатических условий в горной зоне Северной Осетии и их влияние на эрозионные процессы. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19 (2): 99-109. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-99-109>

Revisiting changing climatic conditions in the North Ossetia mountainous zone and their impact on erosion processes

Sergey E. Kuchiev^{1*}, Khetag M. Khetagurov²

¹FSBEI HE «Gorsky state agrarian University», 37 Kirov str., Vladikavkaz, 362040, the Russian Federation

²FSBEI HE «The North-Ossetian State University named after K.L. Khetagurov», 44-46 Vatutin str., Vladikavkaz, the Russian Federation

Abstract. Currently, there are many scientific publications concerning changes in climatic conditions of individual regions, countries, continents and the entire earth as a planet. This fact has led us to consider these changes regarding their impact on the development of erosion processes in mountain conditions. The basis was the research presented in S.E Kuchiev's PhD thesis of 1996-1998, as well as the verification of hypotheses put forward in the research on the development of erosion processes. The above mentioned required the continuation of research in the second period from 2008 to 2013. On average, 605 mm fell during the years of research, 478 mm in the first period 1996-1998, 668 mm in the second 2008-2013, and from 2 to 8 rains with an intensity of more than 20 mm fell in different years.

The correlation analysis shows that with the increase in precipitation observed in recent years, there is a correlation with the amount of heavy rainfall. During the period under review, there were 27 to 48 rains with an intensity above 5 mm. In 2009 heavy rainfall was characterized mainly by an intensity of 20 to 40 mm per day, but in August 2009 and 2010, 71 and 73 mm each fell. The peak of heavy rains was noted in 2012, when in June it rained two days in a row with an intensity of 121 and 101 mm.

The indicator of surface runoff has significantly increased, both in the control variant (pure steam) and in rotation crops, which can be arranged in ascending order of their erosion resistance: row crops, cereals of the continuous sowing method and perennial grasses. The research was carried out at the mountain long-term station of the SCNII-GPSH – a branch of the VNC RAS in the village of Dargavs.

Keywords: climate, mountain zone, period, precipitation, precipitation intensity, meteorological observations, correlation, correlation coefficient, the strength of the connection, erosion, soil runoff, agricultural crops

For citation: Kuchiev S.E., Khetagurov Kh.M. Revisiting changing climatic conditions in the North Ossetia mountainous zone and their impact on erosion processes. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 99-109. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-99-109>

Введение Реализация концепции устойчивого развития горных регионов имеет огромное значение для Российской Федерации. Важность этой проблемы обусловлена тем, что в Российской Федерации из 89 субъектов 43, то есть треть территории представлена горными районами.

Обзор литературы. В последнее время, в научных журналах различных направлений встречается множество научных публикаций, касающихся изменения климатических условий, отдельных

регионов, стран, континентов и всей земли как планеты [2, 3, 4, 5, 7, 10, 11].

Одним из мощнейших факторов воздействия на экосистему горных территорий являются изменение климатических условий, повышение интенсивности выпадения осадков, что в свою очередь повышает величину почвенного стока и увеличивает почвенный смыв. Особенно это актуально для сельскохозяйственных угодий, находящихся на склоновых землях. Однако хрупкость данных экосистем, их «экологическая

ранимость», предполагают осторожное, научно обоснованное их вовлечения в активное использование [1].

Активное изучение эрозионных процессов, которое наблюдалось с середины прошлого столетия и по настоящее время, накопило значительные материалы по деградации почвы и методам борьбы с ней по всему миру. Эрозия во всех ее разнообразных формах наносит ощутимый вред не только в текущем времени, но и значительно уменьшает площади сельскохозяйственных угодий предназначение для интенсивного использования будущими поколениями.

За тот короткий период научных наблюдений за различными процессами эрозии, были получены результаты о качественных и количественных потерях сельскохозяйственных земель, которые вышли из производственного оборота. По данным ФАО Всемирной хартии почв за 200 лет потерянно для сельскохозяйственного производства около 2 млрд. га. Только в Соединенных Штатах Америки за счет интенсивного использования выбыло более 40 млн. га земель сельскохозяйственного использования, степень эродированности этих почв значительный, более половины мощности своего плодородного слоя [9].

Государственный учет проводимый на территории Российской Федерации выявил, что водной и ветровой эрозии подвержено 53,6 млн. га. земель используемых в сельскохозяйственном производстве [6].

Методика исследований Объектами исследований послужили метеорологические данные Даргавской котловины, служившие базисными показателями для изучения эрозии в посевах сельскохозяйственных культур. Исследования проводились на горном многолетнем стационаре СКНИИГПСХ – филиал «ВНЦ РАН» с. Даргавс. Опыты

заложены на высоте 1560 м над уровнем моря, на склонах 7° северо-восточной экспозиции. Почвы опытного участка горно-луговые, исследования проводились в посевах клевер различных лет пользования, озимой пшеница, озимого ячменя, озимой ржи, овса, овса с подсевом многолетних трав, картофеля, кукурузы, столовой свеклы, капусты. На основе полевых наблюдений и лабораторных анализов обоснован набор сельскохозяйственных культур, позволяющий в горных условиях получать устойчивые урожаи при сохранении плодородия почвы. Предмет исследований – изменения метеорологических показателей и их влияние на закономерности и тенденции развития эрозионных процессов в посевах различных культур. В работе использованы аналитические и статистические методы исследования.

Полученные результаты и их обсуждение. Северная Осетия-Алания (РСО-А) расположена на северных склонах восточной части Центрального Кавказа. Наибольшая протяженность республики с севера на юг 130 км с запада на восток 122 км. Площадь республики около 8 тыс. км², перепад высот имеет большую амплитуду от 131 до 4780 м, около 58% территории республики расположено на высоте 1500 м. Исследования проводились, в Даргавской котловине по р. Гизельдон.

Судя по урезу воды в реке Гизельдон, разница высот в котловине 168 м на расстоянии 9 км [6].

Климатические условия горной зоны имеют свои специфические особенности, связанные с значительным перепадом суточных температур, что приводит даже при значительном притоке тепла в светлое время суток, к не большим показателям величины суточной температуры и обуславливает выбор культур для

данной зоны.

Климат района исследований относится к умеренно континентальному. Многолетние наблюдения за метеорологическими показателями определили среднегодовые данные (табл. 1), в районе исследований среднегодовая температура воздуха 5,9°C, в период

вегетации среднесуточная температура достаточно прохладная весной +4,8°C, летом +14,5°C и осенью +6,3°C, что на наш взгляд обусловлено высотой над уровнем моря, и значительными суточными перепадами, вызванными близко расположенных горных вершин с ледниками.

Таблица 1

Количество осадков по годам исследований, мм

Table 1

Precipitation by year of study, mm

Месяцы / months	1996	1997	1998	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	10,2	4,9	25,5	14,7	16,7	13	12,9	31,7	9,7
2	25,2	8,9	20,8	11,8	44,2	25,3	17,3	16,8	7,5
3	3,8	40,2	72,1	11,8	44,5	38,7	33,4	24,5	45,3
4	30,6	95,8	20,2	64,6	31,1	105	59	53,9	100,6
5	40,9	69,2	56,2	121,9	79,2	106,3	92,1	64,4	137,6
6	122,1	102,7	148,9	139,9	134,2	90,7	152,6	287,3	92,8
7	64,4	90,2	26,1	71,4	163,7	43,3	58	128,4	161,7
8	45,4	38,7	25	53,9	102,7	132,3	88	42,8	0
9	26,8	45,5	27,9	60	127,9	48,9	44,2	27,1	0
10	48,6	11	5,3	21,4	6,9	52,3	86,1	11,6	0
11	2,8	0,2	9,6	1,5	71,4	3,6	23,6	11,2	0
12	7,2	18,5	45,3	6,6	1,8	1,7	4,6	17	0
Итого / Total	428	525,8	482,9	579,5	824,3	661,1	671,8	716,7	555,2
	ниже среднегодовых / below the average								
	среднегодовые / mean annual								
	выше среднегодовых / above-average								

Таблица 2

Количество дней с осадками разной интенсивности

Table 2

Number of days with precipitation of different intensity

	1996	1997	1998	2008	2009	2010	2011	2012	2013
до 5 / up to 5	76	87	90	85	105	85	95	112	63
более 5 / over 5	12	26	20	16	22	13	24	12	13
более 10 / more than 10	13	10	9	16	18	20	15	12	13
более 20 / over 20	2	4	3	4	8	4	5	4	6
Всего / total	103	127	122	121	153	122	139	140	95

По данным Даргавской метеостанции лето умеренно теплое, средняя температура VII и VIII месяцев 15°C, продолжительность вегетационного периода в среднем 127 дней, осень сухая переход среднесуточной температуры ниже нуля проходит в середине ноября. Среднемноголетние данные показывают, что в Даргавсе выпадает 605 мм, осадков, по годам исследований выпадение неоднородно от 478 мм 668 мм. Скорость ветра в котловине незначительна. Сумма положительных температур равна 2370°C.

Возобновление исследований в 2008 году привело нас к заключению, что в связи с изменением климата: количеством выпавших дождей и

интенсивностью их выпадения, за десятилетний перерыв значительно изменились величины изучаемых показателей.

Представленные в таблице 2 данные говорят, что в разные годы выпадало от 2 до 8 дождей интенсивностью более 20 мм.

Оценивая общее количество дождливых дней мы провели расчет принадлежности крайних вариантов к данной совокупности (табл. 3), ранжирование их показало что крайними являются 95 и 153, проведенный анализ подтвердил их принадлежность к данной совокупности по τ критерию и возможности их использовать в дальнейших расчетах (рис. 1, 2).

Таблица 3

Доля осадков более 10 и 20 мм от общего количества осадков

Table 3

Proportion of precipitation over 10 and 20 mm of the total amount of precipitation

	1996	1997	1998	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Σ	428	525,8	482,9	580	824,3	661,1	671,8	716,7	555,2
10-20	44,2	99,2	80,5	87,2	276,5	167,5	152,4	285,1	151,5
>20	161,4	131,2	113,2	216,2	241,5	263,2	195,0	160,3	201,4
$\Sigma>10$	205,6	230,4	193,7	303,4	518,0	430,7	347,4	445,4	352,9

Корреляционный анализ проведенный между величиной осадков и количеством ливней, которое наблюдается в последние годы, существует прямая корреляционная зависимость. Коэффициенты корреляции 0,91 и 0,94. Для анализа отбирались ряды данных общего количества осадков выпавших за год к количеству осадков от 10 и выше, и ливневых осадков более 20 мм.

Размер дождевой капли является основным фактором эрозии почвы во время выпадения осадков. Свободно падающая капля, особенно в случае интенсивного ливня, обладает значительной кинетической энергией, разрушающий эффект от капель в несколько раз негативней для почвы, чем

поверхностный сток.

Морозящий дождь небольшой интенсивный состоит в основном из мелких капель, которые падают с низкой скоростью, а следовательно, обладают низкой разрушительной силой по отношению к поверхности почвы. Их основное эрозионное действие заключается в смачивании агрегатов и отделении от них частиц.

Хотя общее количество кинетической энергии зависит от массы осадков, их сумма не в полной мере характеризует потенциальное количество эрозионной энергии, поскольку величина интенсивности дождя отличается по эрозионному воздействию на почву.

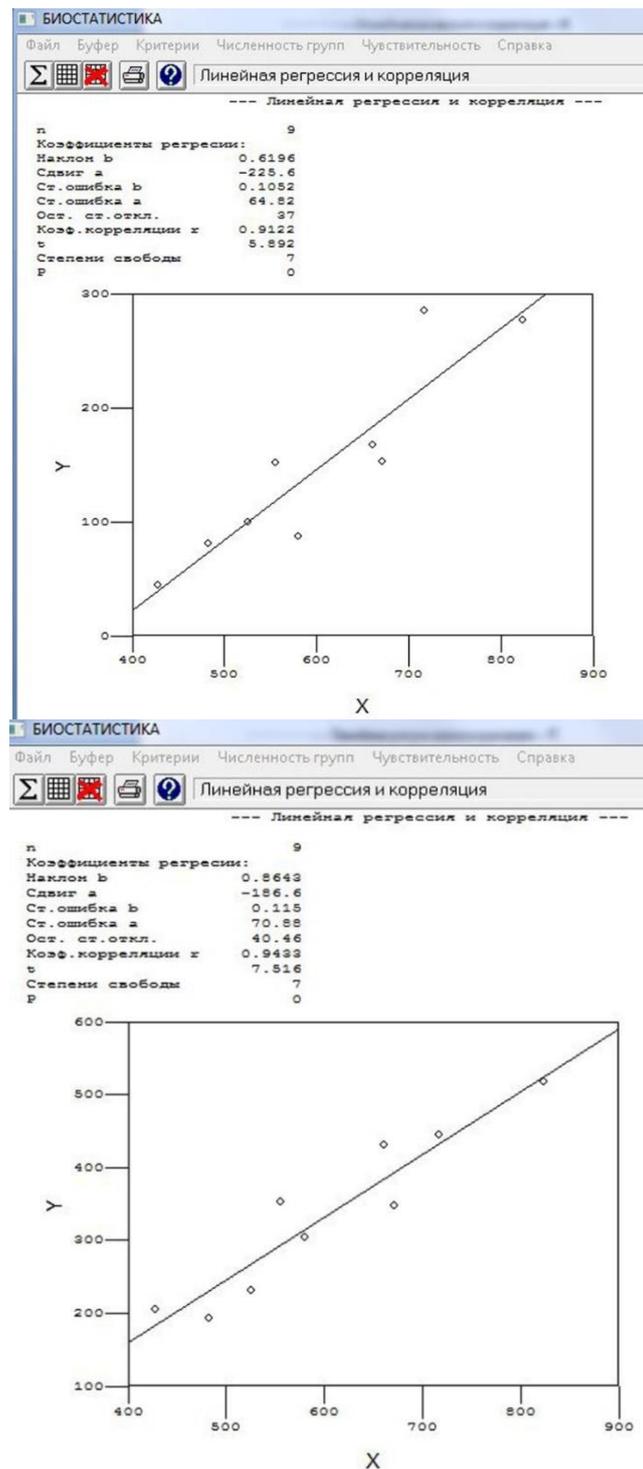


Рис. 1, 2. Корреляционный анализ > 10 мм и ливневых осадков
Fig. 1, 2. Correlation analysis of > 10 mm and heavy rainfall

Интенсивность выпадения осадков обуславливает неоднородную структуру дождевых капель. Диаметр варьирует от

долей миллиметра до более пяти миллиметров. Скорость падения капель коррелирует с ее диаметром, чем больше масса

и скорость капли, тем больше разрушающая способность. Наибольшая опасность эрозии от дождя характеризуется произведением кинетической энергии и ее максимальной интенсивностью в 720 дж/м² в течение 30 минут.

Когда выпадает дождь большой интенсивности, он разрушает агрегаты, колыматирует поры, в результате снижается фильтрация в почву и

образуется поверхностный сток. Капли дождя могут не только отделять частицы почвы от агрегатов, но и перемещать их вниз и вверх путем разбрызгивания (рис. 3, 4).

На основе наших исследований мы пришли к заключению (табл. 4), что осадки интенсивностью меньше 5 мм не представляют эрозионной опасности.

Таблица 4

Количество дождей с интенсивностью более 5 мм

Table 4

The amount of rain with an intensity of more than 5 mm

Годы	1996	1997	1998	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Количество дождей с интенсивностью более 5 мм / The amount of rain with an intensity of more than 5 mm	27	40	32	36	48	37	44	28	32



Рис. 3, 4. Почвоуловители ГГАУ на опытном поле

Fig. 3, 4. GGAU soil catchers on the experimental field

За рассматриваемый период количество дождей с интенсивностью выше 5 мм в 1996 году было 27, в 2009 – 48,

причем их интенсивность от 20 до 40 мм в сутки, носили ливневый характер. Однако в августе 2009 и 2010 года

выпадало по 71 и 73 мм, максимум за период наблюдений пришелся на 2012 год, когда в июне два дня подряд шел дождь интенсивностью 121 и 101 мм.

Результаты наблюдений показали, что осадки до 5 мм не вызывают почвенного стока на всех вариантах опыта, однако на развитие эрозионных процессов оказывали влияние фенологические фазы развития культур. Осадки интенсивностью 10 мм, выпавшие в начале вегетации, когда растение только посеяно или в фазу всходов и мощно развитые растения с большой вегетативной массой, это абсолютно разные условия для развития эрозии. В первом случае капли сразу падают на почвенные агрегаты смачивают и разбивают их на меньшие фракции. При этом забиваются поры, образуя поверхностный сток и унося с собой питательные элементы в виде раствора (сравнимы с контрольным вариантом чистый пар). При наличии вегетативной массы растений, вся интенсивность дождя приходится на смачивание стеблей и листьев и практически не разрушает почву, даже в посевах пропашных культур сток в десять раз меньше, по сравнению с чистым паром.

Увеличение интенсивности дождя до 20-30 мм в сутки и более оказывало значительное влияние на величину стока на всех изучаемых вариантах, однако значение самой культуры и агротехники ее возделывания на этот показатель были более показательны. Зерновые культуры сплошного способа сева можно расположить в порядке сокращения стока: овсе с подсевом, овес, озимый ячмень, озимая пшеница, озимая рожь; пропашные культуры: картофель, кукуруза, капуста и свекла. Наличие культуры значительно снижали почвенный сток, в пропашных посевах количество стока формировалось в четыре раза меньше чем на контроле (чистый пар). Однако если

провести сравнение с естественной горно-луговой растительностью, вторым контрольным вариантом, то в посевах сельскохозяйственных культур формируется больше стока в два, пять раз (рис. 5).

Данные рисунка 5 свидетельствуют, что основными факторами, влияющими на величину поверхностного стока, являются интенсивность выпадающих осадков и вид сельскохозяйственного использования, то есть культура, возделываемая на склоновых землях.

Самый значительный поверхностный сток формируется на эталонном варианте (чистый пар). Без растительности на поверхности почвы влага выпадающих осадков расходуется только на увлажнение почвы и испарение. Второе место по величине поверхностного стока занимают растения овса. Величина поверхностного стока в посевах этой культуры значительно меньше в сравнении с чистым паром. Овес - культура сплошного способа сева и имеет большое проектное покрытие в период вегетации, обеспечивающее защиту почвы, осадки теряют накопленную кинетическую энергию при контакте с растениями, что значительно снижает эрозионную опасность.

Заключение

Агроклиматические условия, в годы проведения исследований, оказывали влияние на рост, развитие и продуктивность возделываемых культур, а также размеры водной эрозии. За период исследований увеличилось количество дней с осадками более 5 мм с 33 до 37. Небольшое увеличение дней с осадками по годам имело тенденцию значительного увеличения интенсивности дождей, суммарное количество осадков больше 10 мм возросло с 210 мм до 400 мм. В связи с чем, значительно увеличился показатель поверхностного стока, как на контрольном варианте

чистый пар, так и в посевах изучаемых культур, которые можно расположить в порядке возрастания по их противозерозионной устойчивости:

пропашные культуры, зерновые культуры сплошного способа сева и многолетние травы.

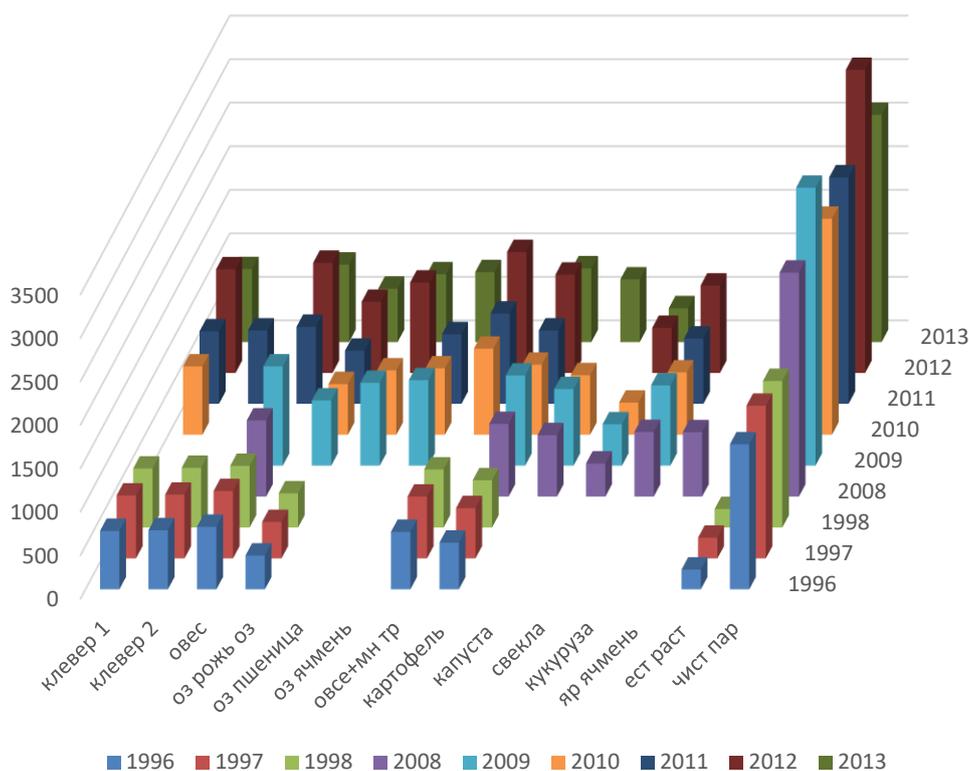


Рис. 5. Поверхностный сток воды под различными культурами м³/га
Fig. 5. Surface water runoff under various crops m³/ha

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Адиньяев Э.Д., Джериев Т.У. Ландшафтное земледелие горных территорий и склоновых земель России. М.: Агропрогресс, 2001. 404 с.
2. Горбунов И.В. Изучение влияния погодно-климатических изменений на фенологические показатели сортов винограда. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022; 77(5): 47-57. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-47-57.
3. Дмитриев А.В., Леднев А.В. Региональные изменения климатических показателей на примере северного агроклиматического района Удмуртской Республики. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 5(36). С. 10-14.
4. Изменения климата на территории Приволжского федерального округа в последние десятилетия и их взаимосвязь с геофизическими факторами / Ю.П. Переведенцев [и др.]. Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2012; 4: 122-135.
5. Косолапова А.И., Васбиева М.Т. Влияние изменения климатических показателей в Пермском крае на урожайность зерновых культур. Достижения науки и техники АПК. 2011; 11: 9-11.
6. Кучиев С.Э., Рогова Т. А., Басиева Л. Ж. Защита земель от эрозионных процессов и формирование экологически устойчивых агроландшафтов для горной зоны Северной Осетии.

Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019; 8(175): 54-59.

7. Мустафина А. Б. Изменения основных климатических показателей на территории Республики Татарстан за период 1966-2013 гг. Географический вестник. 2017; 2(41): 99-108. DOI 10.17072/2079-7877-2017-2-99-108.

8. Мамиев Д. М., Абаев А. А., Тедеева А. А. [и др.] Разработка адаптивно-ландшафтной системы земледелия для предгорной зоны РСО-Алания. Известия Горского государственного аграрного университета. 2012; 49(4): 79-83.

9. Романенко Т.В., Комов Н.В., Тютюников А.И. Земельные ресурсы России, эффективность их использования. М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, 1996. 306 с.

10. Ташнинова А.А. Анализ изменений основных климатических показателей в республике Калмыкия за 2021 год. Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2021; 2(43): 46-53. DOI 10.24412/2071-7830-2021-243-46-53.

11. Щербакова А.С. Агроклиматические районы и урожайность сельскохозяйственных культур в изменяющихся условиях регионального климата. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021; 16(1): 142-147. DOI 10.12737/2073-0462-2021-142-147.

REFERENCES:

1. Adinyaev E.D., Dzheriev T.U. Landscape agriculture of mountain territories and sloping lands of Russia. Moscow: Agropgress; 2001. (In Russ).

2. Gorbunov I.V. Study of the influence of weather and climate changes on the phenological indicators of grape varieties. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2022; 77(5): 47-57. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-47-57. (In Russ).

3. Dmitriev A.V., Lednev A.V. Regional changes in climatic indicators on the example of the northern agro-climatic region of the Udmurt Republic. Agrarian science of the Euro-North-East. 2013; 5 (36): 10-14. (In Russ).

4. Perevedentsev Yu.P., Shantalinsky K.M., Vazhnova N.A. [et al.] Changes in climate on the territory of the Volga Federal District in recent decades and their relationship with geophysical factors. Bulletin of the Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences. 2012; 4:122-135. (In Russ).

5. Kosolapova A.I., Vasbieva M.T. Influence of changes in climatic indicators in the Perm region on the yield of grain crops. 2011; 11: 9-11. (In Russ).

6. Kuchiev S.E., Rogova T.A., Basieva L.Zh. Land management, cadastre, and monitoring of land. 2019; 8(175): 54-59. (In Russ).

7. Mustafina A.B. Changes in the main climatic indicators on the territory of the Republic of Tatarstan for the period 1966-2013. Geographic Bulletin. 2017; (41): 99-108. DOI 10.17072/2079-7877-2017-2-99-108. (In Russ).

8. Mamiev D.M., Abaev A.A., Tedeeva A.A. [et al.] Development of an adaptive-landscape system of agriculture for the foothill zone of North Ossetia-Alania. Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2012; 49 (4): 79-83. (In Russ).

9. Romanenko T.V., Komov N.V., Tyutyunikov A.I. Land resources in Russia, the efficiency of their use. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences; 1996. (In Russ).

10. Tashninova A.A. Analysis of changes in the main climatic indicators in the Republic of Kalmykia for 2021. Bulletin of the Institute for Complex Research of Arid Territories. 2021; 2 (43): 46-53. DOI 10.24412/2071-7830-2021-243-46-53. (In Russ).

11. Shcherbakova A.S. Agro-climatic regions and productivity of agricultural crops in changing conditions of the regional climate. Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2021; 16(1): 142-147. DOI 10.12737/2073-0462-2021-142-147. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Сергей Эдуардович Кучиев, доцент кафедры землеустройства и экологии ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
sergio_k73@mail.ru

Хетаг Муратович Хетагуров, профессор кафедры анатомии, физиологии и ботаники, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова», доктор биологических наук, доцент
zaz81@inbox.ru

Sergey E. Kuchiev, Ph. D. (Agr.), Associate Professor, Department of Land Management and Ecology, FSBEI HE «Mountain State Agrarian University»

sergio_k73@mail.ru

Khetag M. Khetagurov, Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Professor, Department of Anatomy, Physiology and Botany, FSBEI HE «The North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov»

zaz81@inbox.ru

Поступила в редакцию 10.04.2023; поступила после рецензирования 24.05.2023; принята к публикации 25.05.2023

Received 10.04.2023; Revised 24.05.2023; Accepted 25.05.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Совершенствование технологии возделывания полбы в условиях центральной части Северного Кавказа

Кямран С. Мамедов¹, Нурбий И. Мамсиров^{2*}, Хусен М. Назранов¹,
Анжела А. Гадиева¹, Надежда И. Перфильева¹

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

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

Аннотация. В технологии производства для создания высокопродуктивного посева зерновых культур требуется тщательное регулирование многочисленных факторов, которые определяют формирование высокого урожая. В различных почвенно-климатических условиях возделывания сорта культуры, оптимизация технологических приемов определяют величину урожая и его качественные показатели. Поэтому для достижения наибольшего урожая нужно сформировать условия для роста и развития, при которых наибольшее количество продуктивных стеблей с максимальной зерновой массой сохранить до момента сбора урожая [1, 8, 13].

Урожайность изучаемого сорта яровой пшеницы полбы Яровая находится в прямой зависимости от удовлетворения посевов элементами минерального питания. Уровень эффективности минеральных удобрений повышается от оптимизации сроков посева и выбранного предшественника.

Оптимизация минерального питания позволяет повысить урожайность данной культуры в среднем на 16,1%. Ранние сроки посева полбы после предшественников горох и кукуруза на силос позволяют сохранить оптимальное количество продуктивных стеблей более 4,6млн. растений на одном гектаре с наибольшей массой зерна с растения.

В то же время взаимодействие количества растений и различного уровня минерального питания привело к существенному изменению количественных показателей продуктивности полбы изменением массы зерна с одного растения, что значительно увеличивает урожайность до 2,87т/га, а это на 200% выше наихудшего варианта и на 67% контрольного варианта в наших исследованиях.

Внесение минеральных удобрений большого влияния на содержание колосков в колосе не оказывает, при этом имеет действие на качественные показатели и физический вес зерна в колосе. Вес семян с 1продуктивного колоса при внесении минеральных удобрений увеличение массы зерна с колоса достигает 0,8 г по сравнению с контрольным вариантом.

При раннем сроке посева с предшественником горох и кукуруза на силос эффективность минеральных удобрений повышается.

Ключевые слова: яровая пшеница полба, число продуктивных стеблей, масса зерна с одного колоса, сроки посева, предшественник, удобрения, урожайность, качественные показатели, предгорная зона, севооборот

Для цитирования: Мамедов К.С., Мамсиров Н.И., Назранов Х.М. и др. Совершенствование технологии возделывания полбы в условиях центральной части Северного Кавказа. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19 (2): 110-119. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-110-119>

Improving technology of eincorn cultivation in the central part of the North Caucasus

Kyamran S. Mamedov¹, Nurbiy I. Mamsirov^{2*}, Khusen M. Nazranov¹,
Anzhela A. Gadiyeva¹, Nadezhda I. Perfilieva¹

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

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

Abstract. In production technology to create a highly productive sowing of grain crops, careful regulation of numerous factors that determine the formation of a high yield is required. In various soil and climatic conditions of crop cultivation optimization of technological methods determine the crop size and its quality indicators. Therefore, in order to achieve the highest yield, it is necessary to create conditions for growth and development, under which the largest number of productive stems with the maximum grain mass should be preserved until harvest [1, 8, 13].

The yield of the studied variety of Yarovaya spring eincorn is directly dependent on the satisfaction of crops with mineral nutrition elements. The level of efficiency of mineral fertilizers is increased by optimizing the timing of sowing and the selected predecessor.

Optimization of mineral nutrition makes it possible to increase the yield of this crop by an average of 16.1%. The early sowing of eincorn after the predecessors of peas and corn for silage makes it possible to maintain the optimal number of productive stems of more than 4.6 million. plants per hectare with the highest grain weight per plant.

At the same time, the interaction of the number of plants and different levels of mineral nutrition has led to a significant change in the quantitative indicators of eincorn productivity by changing the mass of grain from one plant, which significantly increases the yield to 2.87 t/ha, which is 200% higher than the worst case and 67% higher than the control variant in our studies.

The introduction of mineral fertilizers does not have a great effect on the content of spikelets in the ear, while it has an effect on the quality indicators and the physical weight of the grain in the ear. The weight of seeds from 1 productive ear when mineral fertilizers are applied reaches 0.8 g compared to the control variant.

With an early sowing period with a predecessor of peas and corn for silage, the efficiency of mineral fertilizers increases.

Keywords: spring eincorn, number of productive stalks, grain weight from one ear, sowing time, predecessor, fertilizers, yield, quality indicators, foothill zone, crop rotation

For citation: Mamedov K.S., Mamsirov N.I., Nazranov Kh.M., et al. Improving technology of eincorn cultivation in the central part of the North Caucasus. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 110-119. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-110-119>

Введение. Для создания высокопродуктивного посева зерновых культур требуется тщательное регулирование

многочисленных факторов, которые определяют формирование высокого уро-

жая. В различных почвенно-климатических условиях возделывания сорта культуры, оптимизация технологических приемов - срока посева, системы удобрений и место культуры в севообороте определяют величину урожая и его качественные показатели [1,8,13].

Урожайность зерна с одного гектара посевных площадей устанавливается числом продуктивного стеблестоя перед уборкой и весовым количеством зерна с 1 колоса. Следовательно, для достижения наивысшей урожайности необходимо создать условия для роста и развития растений, при которых к моменту сбора урожая должно сохраняться максимальное количество плодоносящих стеблей с наибольшим размером веса зерен с одного продуктивного стебля [4,5,6].

В наших опытах система удобрений, технологические сроки посева и предшественник определяли условия роста и развития яровой пшеницы полбы. Влияние этих элементов в технологии возделывания на количественные и качественные показатели продуктивности имели решающее значение [2,3].

Цели исследования: разработка приемов возделывания высокопродуктивного, экологически безопасного адаптированных для условий Центральной части Северного Кавказа, с определенными качественными характеристиками зерна яровой пшеницы полбы.

Материалы и методы. Проведены исследования в 2019-2022 гг. лабораторным и полевым методом. Высевался полба сорта Яровая. В условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской республики закладывались трехфакторные полевые опыты на опытных полях агрономического факультета Кабардино-Балкарского ГАУ по следующей схеме:

Фактор А определение отзывчивости полбы на улучшение минерального питания:

I уровень питания – был фон без удобрений (контроль);

II уровень питания – на расчетный уровень урожайности 3т/га зерна N₄₀, P₃₀, K₃₀ кгд.в./га, сроки внесения под предпосевную культивацию;

Фактор В – сроки посева на каждом уровне питания испытывались три срока посева, в зависимости от климатических условий года закладки, контрольным сроком выбрали наступление физической спелости для серой лесной почвы в условиях предгорной зоны КБР:

I – срок оптимально ранний по мере наступления физической спелости почвы – третья декада марта – первая декада апреля (контроль);

II – через неделю после первого срока посева (первая - вторая декада апреля);

III – через две недели после первого срока посева (вторая – третья декада апреля);

Фактор С – предшественники. На каждом уровне питания и срока посева изучались 4 основных предшественника:

1 – горох;

2 – озимый ячмень;

3 – кукуруза на силос;

4 – повторный посев – полба (контроль).

Экспериментальная площадка в лесостепной агрономической зоне представлена выщелоченным черноземом. Содержание гумуса в верхнем горизонте колеблется в пределах 4-7%. Содержание гумуса в горизонте А +В составляет 400-525 т/га. Черноземы выщелоченные содержат: азот (0,35-0,45%), фосфор (0,14-0,25%). Согласно методу Чирикова, подвижная фосфорная кислота составляет 50-245 мг/кг, а калий - 200 мг/кг почвы. По гранулометрическому составу охарактеризованные черноземы относятся к легкоглинистым и тяжелосуглинистым (57-73% физической

глины). Плотность почвы на горизонте А составляет 1,1-1,2 г/см³.

Основную обработку почвы провели сразу после уборки предшественника. Перед посевом проводили ранневесеннюю культивацию с внесением минеральных удобрений с расчетом получения 3т зерна с одного гектара.

Основные приемы ухода за посевами были проведены в соответствии с требованиями передовой технологии.

Все наблюдения проводились в соответствии с методологией полевого опыта, а записи и анализы проводились в соответствии с методологией Государственной сортовой экспертизы сельскохозяйственных культур.

Сбор зерна учитывался по участкам методом сплошной разбивки. Морфологические и технологические анализы провели по методикам, в соответствии с ГОСТом. Математическая обработка методом дисперсионного анализа на компьютере. Экономическая оценка результатов опыта и энергетическая эффективность посева полбы рассчитана по соответствующей методике их определения [2,7,8].

В годы проведенных исследований (2019-2022) агрометеорологические условия находились сравнительно в благоприятных параметрах, тепловой режим был повышенным, влагообеспеченность в критические периоды развития и роста – удовлетворительные.

Результаты и их обсуждение. В среднем за весь период исследований от начала до окончания эксперимента мы добились, увеличения общего прироста урожайности в оптимальных условиях на 0,35-0,4 тонны с гектара. Проведенный анализ структуры урожая полбы сноповым методом показал, как меняются основные элементы, из которых состоит урожай, в зависимости от места культуры в севообороте, условий минерального

питания при разных сроках посева, что представлено в таблице 1. Исходя, из полученных данных можно утверждать, что все полученные элементы структуры урожая полбы находились в зависимости, как от предшественников, так и от обеспеченности посевов минеральными элементами и времени проведения посева.

От оптимального срока посева к более позднему сроку урожай зерна снижался независимо от места культуры в севообороте и режима минерального питания растений. Запаздывание с посевом приводило снижению сохранности продуктивных стеблей в среднем на 16%, уменьшалось количество зерен в колоске и колосков на одном колосе, вес зерна с одного продуктивного колоса.

Более высокие показатели основных элементов продуктивности имел посев первого срока независимо от места культуры в севообороте и режима минерального питания посева.

Примером может служить 2020 вегетативный год, при посеве в третью декаду марта и первую декаду апреля после гороха в севообороте на улучшенном режиме минерального питания число колосков была 15, зерен 26 штук, с главного продуктивного колоса был на уровне 0,57 г, а масса зерна с одного растения 0,60 г.

Эти данные по предшественнику полба составили соответственно 12, 20, 0,5 и 0,5 г. Такие же показатели получены и в другие периоды исследований.

Основной и конечной целью любого агроприема, в том числе и определения места культуры в севообороте, является получение максимального урожая сельскохозяйственных культур [7,9]. Экспериментальные данные наших опытов доказывают, что оптимизация места культуры в севообороте на улучшение качественных показателей структуры колоса полбы существенно, в средние показате-

ли разницы между лучшим предшествующим горюх и худшим повторным

посевом культуры составляет 0,05 г.

Таблица 1

Структура урожая полба за период исследований (среднее 2019-2021 гг.)

Table 1

Eincorn yield structure for the research period (average for 2019-2021)

Фактор			Число прод. стеблей перед уборкой на 1 м ²	Число колосков в колосе	Число зерен в колосе	Масса зерна с колоса, г	Масса зерен с протестия, г	Биолог. Урожайность зерна, т/га	Биолог. урожайность соломы, т/га	Общая биолог. урожайность, т/га	Отношение зерна к соломе	
А	В	С	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	468	12,3	14,8	0,48	0,51	2,39	4,18	6,57	1,75	
у	с	2	455	12,2	14,1	0,45	0,50	2,28	3,87	6,15	1,70	
р	р	3	459	12,2	14,4	0,46	0,50	2,30	3,97	6,27	1,73	
о	о	4	420	11,8	14,8	0,43	0,44	1,85	3,11	4,95	1,68	
в	к	2	433	12,2	14,8	0,45	0,47	2,04	3,54	5,58	1,74	
ь	с	2	419	11,5	14,4	0,42	0,43	1,80	3,1	4,9	1,72	
	р	3	424	12,2	14,8	0,43	0,44	1,87	3,23	5,10	1,73	
	о	4	387	10,9	14,1	0,40	0,40	1,55	2,59	4,14	1,67	
	к	3	400	10,5	13,8	0,42	0,43	1,72	2,92	4,64	1,70	
	с	2	377	10,2	13,6	0,40	0,40	1,5	2,50	4,00	1,66	
	р	3	388	10,5	13,8	0,41	0,42	1,63	2,74	4,73	1,68	
	о	4	363	10,2	13,7	0,38	0,39	1,42	2,32	3,74	1,64	
	к	2	486	13,9	16,5	0,57	0,59	2,87	5,25	5,12	1,83	
	у	с	465	12,5	16,1	0,54	0,56	2,60	4,71	7,31	1,81	
	р	р	474	13,8	17,1	0,55	0,55	2,61	4,74	7,35	1,82	
	о	о	421	12,2	14,8	0,46	0,46	1,94	3,37	5,31	1,74	
	в	к	434	12,5	16,1	0,52	0,54	2,34	4,27	6,61	1,82	
	ь	с	426	12,2	15,6	0,50	0,51	2,17	3,87	6,04	1,78	
	р	3	433	12,5	16,2	0,51	0,53	2,29	4,13	6,42	1,80	
	о	4	386	11,5	15,9	0,45	0,45	1,74	2,97	4,71	1,71	
	к	3	405	11,9	15,5	0,48	0,49	1,98	3,45	5,43	1,74	
	с	2	386	10,8	15,1	0,45	0,46	1,78	3,02	4,80	1,70	
	р	3	394	11,5	15,6	0,47	0,47	1,85	3,17	5,02	1,71	
	о	4	369	10,8	15,0	0,42	0,43	1,59	2,61	4,20	1,65	
	к											
НСР ₀₅ факторА			0,19	0,13	0,18	0,16		0,18	0,18	0,22	0,21	
НСР ₀₅ факторВ			0,18	0,12	0,19	0,15		0,19	0,27	0,25	0,18	
НСР ₀₅ взаимос			0,24	0,26	0,27	0,31		0,41	0,33	0,46	0,36	
Ошибка			1,08	0,944	1,42	1,933		1,522	1,355	1,4666	1,211	
ОП, %			807	4								

Количество растений в ранний период посева составило в среднем 455

шт/м², что на 18,2% больше, чем в третий поздний период посева. Это позволяет

нам утверждать, что в наших экспериментах определяющим фактором для увеличения продуктивного стебля являются сроки посева, которые соответствуют последней декаде марта и первой декаде апреля. Посевы, проведенные после этого срока, привели к снижению структурных показателей урожайности. Проведения посева в период 20-30 апреля оказался меньше показателей раннего срока у полбы на 23,1%, за счет снижения количества колосьев на единицу площади, веса зерна с одного продуктивного колоса.

Необходимо отметить, что при внесении удобрений по сравнению с контролем наблюдалась прибавка урожайности на 0,45-0,75 т/га. Улучшение минерального питания позволяет повысить при этом главные параметры продуктивности на 2,6%. По предшественникам лучший результат получен по гороху вне зависимости от уровня обеспеченности минеральным питанием и срокам посева культуры. Количество колосков в колосе и его озерненность имели прямую зависимость от изучаемых факторов. Лучшие условия для получения максимально возможных показателей складывались в условиях раннего срока сева, где предшественник был горох.

В ходе экспериментов существенных изменений количества колосков в колосе не наблюдалось, в то время озерненность колоса варьируется как в зависимости от сроков посева, предшественников, так и от уровня минерального питания.

Максимальная масса зерна 25,8 г с колоса отмечена при посеве в ранние сроки – конец марта, начало апреля, при улучшении режима минерального питания, когда место культуры в севообороте после гороха на зерно. Доказано, что определяющим элементом продуктивности культуры является масса семян с

колоса. В связи с чем, ничтожное увеличение или уменьшение значительно отражается на количественном показателе урожайности.

Разница массы семян с колоса в зависимости от места культуры в севообороте равняется в среднем 0,3-0,7 г на колос. При этом предшественники горох и кукуруза убранная на силос по результатам исследований оказались лучшими. Сроки посева имели более весомое воздействие на данный показатель, что при подсчете среднего значения доходит до 2,7 г. Эти предшественники обеспечивают оптимальные показатели водного и питательного режима в течение вегетационного периода.

Увеличение количества растений и массы зерна с одного колоса приводит к значительному повышению урожая в условиях лесогорной зоны (табл. 2).

Изменения уровня режима минерального питания растений не отражается на количестве выхода колосков в колосе, зерна в колоске но сказывается на качественные показатели зерна в колоске.

Влияния внесения минеральных удобрений на вес зерна с одного колоса составляет в среднем 0,8 г по сравнению с контрольным вариантом.

Это объясняется тем, что при улучшении условий вегетации, у яровой пшеницы полбы повышается количество средних и крупных зерен. В условиях хорошего обеспечения влагой, при посеве в ранние сроки с предшественником горох эффективность минеральных удобрений увеличивается.

Улучшаются все параметры, от которых в основном зависят количественные показатели продуктивности. Урожайность зерна полбы сорта Яровой повышается в зависимости от срока посева по лучшему предшественнику на

0,67-0,89т/га, при этом внесение минеральных удобрений позволяет повысить только на 0,48т/га. Что говорит о том, что эффективность удобрений зависит от оптимизации сроков посева и выбора

предшественника, при которых улучшается эдификаторный эффект посева полбы за счет улучшения водного, температурного и пищевого режима.

Таблица 2
Урожайность полбы за период исследований (среднее 2019-2021 гг.)

Eincorn yield over the study period (average for 2019-2021)

Table 2

Фактор			Средняя урожайность, т/га
А	В	С	
1 уровень	1 срок	1	2,06
		2	1,91
		3	1,95
		4	1,65
	2 срок	1	1,95
		2	1,76
		3	1,85
		4	1,46
	3 срок	1	1,70
		2	1,46
		3	1,55
		4	1,35
2 уровень	1 срок	1	2,68
		2	2,50
		3	2,61
		4	1,91
	2 срок	1	2,39
		2	2,23
		3	2,3
		4	1,74
	3 срок	1	1,93
		2	1,76
		3	1,86
		4	1,47
НСР ₀₅ фактор А			0,03
НСР ₀₅ фактор В			0,02
НСР ₀₅ взаимо С			0,02
АВС			0,06

Лучший результат продуктивности полбы сорта Яровой получен в условиях предгорной зоны по предшественнику горох, высеянный в первой декаде апреля на удобренную почву 2,87т/га. Этот

результат выше контрольного варианта на 67%.

Выводы:

Урожайность изучаемого сорта яровой пшеницы полбы Яровая находится в

прямой зависимости от режима минерального питания посева. Уровень эффективности минеральных удобрений повышается от оптимизации сроков посева и выбранного предшественника.

Оптимизация минерального питания позволяет повысить урожайность данной культуры в среднем на 16,1%. Ранние сроки посева полбы после предшественников горох и кукуруза на силос позволяют сохранить оптимальное количество продуктивных стеблей более 4,6 млн.раст. на одном гектаре с наибольшей массой зерна с растения.

В то же время взаимодействие количества растений и различного уровня

минерального питания привело к существенному изменению количественных показателей продуктивности полбы изменением массы зерна с одного растения, что значительно увеличивает урожайность до 2,87т/га, а это в 2 раза выше наихудшего варианта в наших исследованиях.

Результаты наших исследований доказывают перспективность внедрения полбы в полевой севооборот для получения зерна, отвечающего определенным экологическим параметрам и возделывания как страховой культуры в условиях Центральной части Северо Кавказского региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дудкин И.В., Дудкина Т.Л. Севооборот и удобрение – основные факторы управления формированием урожая, дополнительное и переработанное. Земледелие. 2021: 354.
2. Мамедов К.С.О. Возделывание полбы сорта «Янтаря» в условиях Кабардино-Балкарской республики. Интернаука. 2022; 14-2 (246): 61-63.
3. Мамедов К.С. Технология выращивания полбы. Аграрный научный журнал. 2022; 2(67): 31-35.
4. Назранов Х.М., Тхамоков З.Д., Шхацева С.Х. Роль предшественников озимого тритикале в начальный период органогенеза. Труды Кубанского ГАУ. 2010; 1(22): 53-57.
5. Назранов Х.М., Езаов А.К., Калмыков А.М. Продуктивность и качество зерна озимого тритикале в зависимости от системы удобрений и предшественника. Плодородие. 2010; 4(55): 26-28.
6. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья / П.В. Поползухины [и др.]. Земледелие. 2021; 3: 40-43.
7. Порсев И. Н., Торопова Е. Ю., Малинников А. А. Фитосанитарная и продукционная оценка роли сортов и фунгицидов в технологии возделывания яровой пшеницы в Зауралье. Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2021; 2(18): 55-59.
8. Постников П.А. Оценка полбы как предшественника для яровой пшеницы. Зернобобовые и крупяные культуры. 2021; 1(29): 15-21.
9. Романов Б.В., Пимонов К.И., Липский Д.Д. Продукционные особенности пшеницы TRITICUM PETROPVLOVSKYI. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020; 4(60): 173-183.
10. Hösel W. Anbauumfang, Verwertung, Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit des dinkelanbaum in Süddeutschland el. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch. 2020; 4: 31-39.
11. Raz Avni, Moran Nave, Omer Barad [et al.] Wild emmer genome architecture and diversity elucidate wheat evolution and domestication. Science. 2021; 357: 93-97.
12. Hubbud K. Big wheat yields in perspective. Arable Farming. 2021; 4(4): 11-15.
13. Jehl D.T., Salder J.M., Jervine R.B. Yield potential protein content, and nitrogen requirements of semidwarf versus conventional wheat cultivate. Review of results – Research station. 2019: 22-28.

REFERENCES:

1. Dudkin I.V., Dudkin T.L. Crop rotation and fertilizer - the main factors of crop formation management, additional and processed. Agriculture. 2021; 354. (In Russ).
2. Mamedov K.S. Cultivation of «Yantara» eincorn varieties in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. Internauka. 2022; 14-2 (246): 61-63. (In Russ).
3. Mamedov K.S. Eincorn cultivation technology. Agrarian scientific journal. 2022; 2 (67): 31-35. (In Russ).
4. Nazranov Kh.M., Tkhamokov Z.D., Shkhatseva S.Kh. The role of winter triticale precursors in the initial period of organogenesis. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2010; 1 (22): 53-57. (In Russ).
5. Nazranov Kh.M., Ezaov A.K., Kalmykov A.M. Productivity and grain quality of winter triticale depending on the fertilizer system and predecessor. Fertility J. M., 2010; 4 (55): 26-28. (In Russ).
6. Popolzukhin P. V., Nikolaev P. N., Aniskov N. I. [et al.] Evaluation of productivity and adaptive properties of spring barley varieties in the Siberian Irtysh region. Agriculture. 2021; 3: 40-43. (In Russ).
7. Porsev I.N., Toropova E.Yu., Malinnikov A.A. Phytosanitary and production assessment of the role of varieties and fungicides in the technology of spring wheat cultivation in the Trans-Urals. Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2021; 2 (18): 55-59. (In Russ).
8. Postnikov P.A. Evaluation of spelled as a precursor for spring wheat. Leguminous and cereal crops. 2021; 1(29): 15-21. (In Russ).
9. Romanov B.V., Pimonov K.I., Lipsky D.D. Productive features of TRITICUM PETROPAVLOVSKYI wheat. Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: science and higher professional education. 2020; 4 (60): 173-183. (In Russ).
10. Hösel W. Anbauumfang, Verwertung, Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit des dinkelanbaum in Süddeutschland. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch. 2020; 4: 31-39.
11. Raz Avni, Moran Nave, Omer Barad [et al.] Wild emmer genome architecture and diversity elucidate wheat evolution and domestication. Science. 2021; 357: 93-97.
12. Hubburd K. Big wheat yields in perspective. Arable Farming. 2021; 4(4): 11-15.
13. Jehl D.T., Salder J.M., Jervine R.B. Yield potential protein content, and nitrogen requirements of semidwar versns conventional wheat cultivate. Review of results - Research station. 2019: 22-28.

Информация об авторах / Information about the authors

Кямран Сулейман Мамедов, аспирант факультета агрономии ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

kama_995@mail.ru

Нурбий Ильясович Мамсиров, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент

nur.urup@mail.ru

тел.: +7 (918) 223 23 25

Kyamran S. Mamedov, postgraduate student, Faculty of Agronomy, FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

kama_995@mail.ru

Nurbiy I. Mamsirov, Dr. Sci. (Agr.), Associate Professor, Head of the Department of Agricultural Production Technology, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

nur.urup@mail.ru

tel.: +7 (918) 223 23 25

Хусен Мухамедович Назранов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой садоводства и лесного дела ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

Nazranov777@mail.ru
тел.: +7 (930) 665 81 36

Анжела Арсеньевна Гадиева, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры садоводства и лесного дела ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

angelagadieva@mail.ru
тел.: +7 (963) 394 88 22

Надежда Ильинична Перфильева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

nadinagro@mail.ru
тел.: +7 (928) 708 04 59

Khusen M. Nazranov, Dr. Sci. (Agr.), Professor, Head of the Department of Horticulture and Forestry, FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

Nazranov777@mail.ru
tel.: +7 (930) 665 81 36

Anzhela A. Gadieva, Ph.D. (Biol.), Senior Lecturer, Department of Horticulture and Forestry, FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

angelagadieva@mail.ru
tel.: +7 (963) 394 88 22

Nadezhda I. Perfilieva, Ph.D. (Agr.), Associate Professor, Department of Agronomy, FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

nadinagro@mail.ru
tel.: +7 (928) 708 04 59

Поступила в редакцию 11.05.2023; поступила после рецензирования 14.06.2023; принята к публикации 15.06.2023

Received 11.05.2023; Revised 14.06.2023; Accepted 15.06.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Адаптивность различных сортов фасоли обыкновенной к условиям Астраханской области

Наталья В. Тютюма, Алексей В. Павленко,
Анастасия Н. Бондаренко*

*ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН»; кВ. Северный-8,
Черноярский район, Астраханская область, 416251, Российская Федерация*

Аннотация. На сегодняшний день, внедрение в производство высокоурожайных сортов фасоли обыкновенной на территории России с высоким адаптационным потенциалом позволит стабилизировать и даже увеличить производство зернобобовой продукции в различных географических зонах с разной степенью увлажнения и тепловой обеспеченностью. При этом, важным условием для сортов фасоли обыкновенной является то, что они должны обладать высокой степенью экологической пластичности и индивидуальными особенностями к изменению факторов окружающей среды.

Полевой опыт был проведен на базе ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» в период с 2015 по 2017 гг. Почва экспериментального участка представлена светло-каштановым солонцеватым типом почв.

Оценка реакции 10 сортов фасоли обыкновенной из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова изучаемой зернобобовой культуры на резкие изменение климатических условий, а в нашем случае это резкие летние температуры и суховеи при выращивании позволят решить вопросы с подбором сортов для каждого хозяйства, будет то КФХ или ЛПХ.

Цель исследования - провести анализ адаптивности сортов фасоли обыкновенной, а также оценить содержание белка в зерне.

Для анализа продуктивности и адаптивности сортов фасоли обыкновенной по варьированию их урожайности было использовано понятие «среднесортная урожайность», принятое автором методики Л. А. Животковым.

В ходе проведенного анализа было установлено, что максимальные показатели при расчете коэффициента адаптивности были получены у сортов: Баллада - 1,06, Станичная – 1,09, Ока – 1,15, Нерусса – 1,50, Горналь – 1,68. При этом урожайность данных сортов в разные годы исследований превышала 3,0...4,0 т/га. Данные сортообразцы превышали показатель 1 (коэффициент адаптивности), что свидетельствует о высокой адаптационной способности.

Результаты проведенных научных исследований по выделению высокоурожайных сортов с высокой адаптационной способностью свидетельствуют о перспективности возделывания зернобобовых культур на территории Астраханской области.

Ключевые слова: фасоль, сорт, урожайность, культура, коэффициент, адаптивности, агротехника, урожайность

Для цитирования: Тютюма Н.В., Павленко А.В., Бондаренко А.Н. Адаптивность различных сортов фасоли обыкновенной к условиям Астраханской области. *Новые технологии / New technologies.* 2023; 19 (2): 120-127. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-120-127>

Adaptability of different varieties of common beans to the conditions of the Astrakhan region

Natalia V. Tutuma, Alexey V. Pavlenko,
Anastasia N. Bondarenko*

FSBSI «Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»; Severny-8 settl., the Chernoyarsky district, the Astrakhan region, 416251, the Russian Federation

Abstract. At present production of high-yielding varieties of common beans in Russia with a high adaptive potential will stabilize and even increase the production of leguminous products in various geographical areas with varying degrees of moisture and heat supply. At the same time, an important condition for common bean varieties is that they must have a high degree of ecological plasticity and individual characteristics to changes in environmental factors.

The field experiment was carried out on the basis of the FSBSI «PAFSC RAS» in the period from 2015 to 2017. The soil of the experimental plot is represented by a light chestnut solonchuk soil type.

Evaluation of the reaction of 10 varieties of common beans of the studied leguminous crop from the collection of VIR named after V.I. N.I. Vavilov to a sharp climatic changes, e. g. sharp summer temperatures and dry winds during cultivation, will allow us to resolve issues with the selection of varieties for each peasant farm or a private household plot.

The purpose of the research was to analyze the adaptability of common bean varieties, as well as to evaluate the protein content in the grain.

To analyze the productivity and adaptability of common bean varieties in terms of varying their yield, the concept of “average varietal yield” was used, adopted by L. A. Zhivotkov, the author of the methodology.

In the course of the analysis it was found that the maximum indicators when calculating the coefficient of adaptability were obtained in such varieties as Ballada – 1,06, Stanichnaya – 1,09, Oka – 1,15, Nerussa – 1,50, Gornal – 1,68. At the same time, the yield of these varieties in different years of research exceeded 3,0...4,0 t/ha. These varieties exceeded indicator 1 (adaptability coefficient), which indicates a high adaptive ability.

The results of scientific research on the selection of high-yielding varieties with high adaptive capacity indicate the prospects for the cultivation of leguminous crops in the Astrakhan region.

Keywords: bean, variety, yield, crop, coefficient, adaptability, agricultural technology, yield

For citation: Tutuma N.V., Pavlenko A.V., Bondarenko A.N. Adaptability of different varieties of common beans to the conditions of the Astrakhan region. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 120-127. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-120-127>

Введение. Преимущество зернобобовых культур, а именно различных сортов фасоли перед другими зерновыми и зернобобовыми культурами в том, что они производят на единицу площади больше высококачественного, усваиваемого белка, чем другие [1; 2; 3; 4 5; 6].

В связи с чем, в настоящее время приоритетным направлением в данном направлении является максимальное

увеличение площадей под возделыванием зернобобовых культур, а также расширение их ассортимента, и внедрение в производство новых высокоурожайных сортов как в ЮФО, так и в Астраханской области в частности [7; 8; 9; 10].

К примеру, фасоль является весьма перспективной зернобобовой культурой [11...14].

В связи с чем, решались следующие задачи:

- выявить наиболее перспективные для почвенно-климатических условий севера Астраханской области сорта овощной фасоли, обладающих высокими адаптационными возможностями, комплексом хозяйственно ценных признаков и значительным уровнем потенциальной урожайности;

Опыт однофакторный, состоял в комплексной оценке 10 сортов фасоли, при этом учитывались хозяйственно-ценные признаки сортов фасоли обыкновенной, а также коэффициент адаптивности исследуемых сортов к аридным условиям Астраханской области по методикам [15; 16; 17].

Объект исследований - сорта из коллекции ВИР: Ока (st.); Баллада; Безенчукская белая; Варвара; Гелиада; Золотистая; Рубин; Станичная; Нерусса; Горналь.

Агротехника в опыте предусматривала следующие пункты: основная обработка почвы проводилась осенью: лущение стерни МТЗ-1021+С11-У, ЛДГ-5, зяблевая вспашка МТЗ - 1021+С11-У, ПЛН-4-35, весной, при наступлении физической спелости, покровное боронование зубowymi боронами МТЗ-1021+С11-У, БЗТ-1. При появлении всходов сорняков культивация МТЗ-1021 + КПС-5 на глубину 8...10 см, допосевное внесение сложного минерального удобрения азофоски ($N_{16}P_{16}K_{16}$) - 150 кг/га ф.в. разбрасывателем минеральных удобрений АНТС – 1000т+ МТЗ – 1021. Далее была осуществлена допосевная культивация МТЗ-1021+С11-У, КПС-4,2 с одновременной заделкой удобрений.

Посев семян различных сортов фасоли обыкновенной был произведен с глубиной заделки семян 5...7 см, междурядьем 70 см, с нормой высева семян

250 тыс. шт./га, обработанных микробиологическим препаратом Резоторфином (расход препарата 600 г на посевную норму высева семян). Посев осуществлялся сеялкой точного высева (пунктирного сева) с одновременной раскладкой капельных лент СТВ12 + МТЗ – 1021. Была осуществлено опрыскивание почвы до всходов препаратом Гезагард с нормой применения препарата 2,5 л/га (расходом рабочей жидкости 300 л/га) МТЗ 1021 +С11-У+ штанговым опрыскивателем ОШН 12.

Результаты исследований и их обсуждение

Необходимо отметить, что метеорологические условия исследований в разрезе трех лет изучения 2015...2017 гг. выявили, что средняя температура воздуха за период вегетации находилась в диапазоне +17,3...+22,7°C, максимальная температура воздуха составляла +31,6...+37,4 °С. Особенно жаркими и засушливыми были июль и август, где среднесуточная температура превышала +26,0 °С.

Количество осадков за период вегетации варьировало от 12,0 до 22,7 мм, что весьма отрицательно сказывалось на развитии данной культуры. Относительная влажность воздуха была равной 39,4...47,1%. Температура почвы на глубине 0,05...0,15 находилась в диапазоне 24,3...26,8 в среднем за вегетацию.

Адаптивность сортов фасоли из коллекции ВИР к условиям аридного климата Астраханской области

При анализе продуктивного и адаптивного потенциала сортов по варьированию их урожайности использовали показатель «среднесортная урожайность года». Критерием для сравнения была общая видовая адаптивная реакция возделываемой культуры на конкретные условия выращивания, в

нашем случае это аридный климат Астраханской области с расчетом средней величины урожайности для сравниваемых сортов [17]. Общую видовую реакцию определяли путём суммирования урожайности каждого отдельного из сортов фасоли обыкновенной с последующим делением показателя на общее их число (10 сортообразцов).

При оценке коэффициента адаптивности учитывались такие основные показатели как урожайность, доля урожайности относительно среднесортовой и непосредственно сам коэффициент адаптивности. В среднем, за период трехлетних исследований было установлено, что максимальные показатели доли урожайности относительно среднесортовой превышающие 100% были получены у

таких сортов как: Баллада - 105,94%, Станичная - 109,09%, Ока - 114,67%, Нерусса - 149,82% а так же Горналь - 168,36%.

По итогам проведенного анализа было установлено, что максимальные показатели при расчете коэффициента адаптивности были получены у сортов: Баллада - 1,06, Станичная - 1,09, Ока - 1,15, Нерусса - 1,50, Горналь - 1,68 (рисунок 1). Данные сортообразцы превышали показатель 1, что свидетельствует о высокой адаптационной способности (табл.).

В ходе биохимического анализа было установлено, что максимальные значения содержания белка в зерне из всех сортов находящихся в изучении оказались у сорта Ока - 26,62%, Нерусса - 26,16% и Горналь- 26,53% (рис. 2).



Рис.1. Фасоль сорт Ока (st)

Fig. 1. Oka (st) Bean variety

Таблица

Коэффициент адаптивности сортов фасоли обыкновенной за 2015...2017гг.

Table

Adaptability coefficient of common bean varieties for the years of 2015...2017

Сорт	Урожайность, т/га			Доля урожайности относительно средне сортовой, %			Среднее за 2015...2017 гг.	Коэффициент адаптивности			Среднее за 2015...2017 гг.
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.		2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Ока (st).	3,24	3,02	3,20	117,82	109,82	116,36	114,67	1,18	1,10	1,16	1,15
Баллада	2,88	2,90	2,96	104,73	105,45	107,64	105,94	1,05	1,05	1,08	1,06
Безенчукская белая	1,71	1,62	1,65	62,18	58,91	60,00	60,36	0,62	0,59	0,60	0,60
Варвара	1,50	1,42	1,53	54,55	51,64	55,64	53,94	0,55	0,52	0,56	0,54
Гелиада	1,67	1,58	1,61	60,73	57,45	58,55	58,91	0,61	0,57	0,59	0,59
Золотистая	2,14	2,19	2,12	77,82	79,64	77,09	78,18	0,78	0,80	0,77	0,78
Рубин	2,50	2,48	2,55	90,91	90,18	92,73	91,27	0,91	0,90	0,93	0,91
Станичная	3,07	2,92	3,01	111,64	106,18	109,45	109,09	1,12	1,06	1,09	1,09
Нерусса	4,08	4,16	4,12	148,36	151,27	149,82	149,82	1,48	1,51	1,50	1,50
Горналь	4,66	4,59	4,64	169,45	166,91	168,73	168,36	1,69	1,67	1,69	1,68
Среднесортовая урожайность	2,75	2,69	2,74	100	100	100	100	1,0	1,0	1,0	1,0
НСР₀₅	0,14	0,13	0,14								

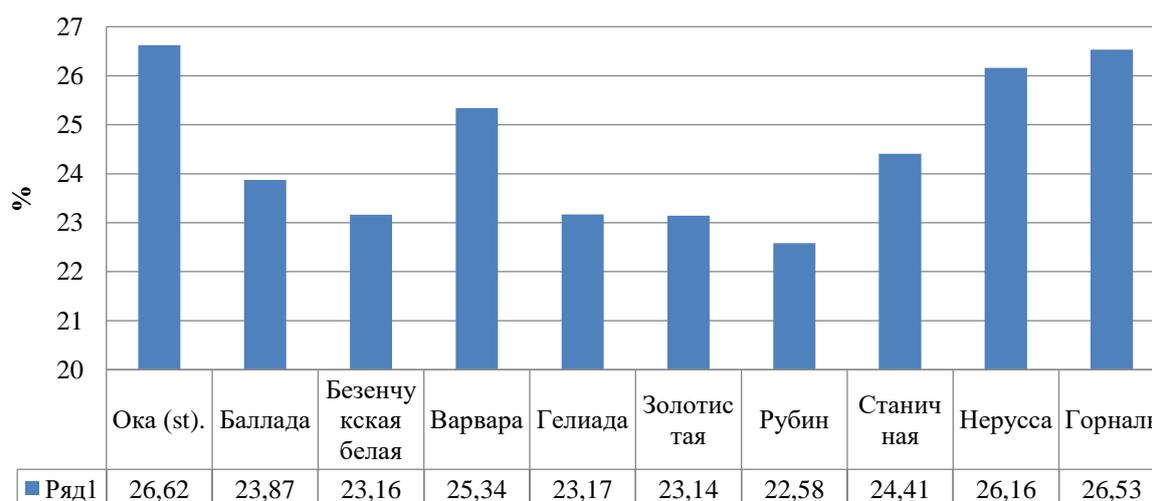


Рис. 2. Содержание белка в зерне сортов фасоли обыкновенной

Fig. 2. The protein content in the grain of common bean varieties

Заключение.

1. Расширение площадей под возделыванием зернобобовых культур, а именно фасоли обыкновенной на территории Астраханской области может произойти только при выведении новых, высокоурожайных сортов с высокой степенью адаптивности.

2. На примере адаптивных сортов фасоли обыкновенной выделившихся в изучении за три года исследований: Ока – 1,15, Нерусса – 1,50, Горналь – 1,68 показана возможность расширения ассортимента данной культуры в области и в Нижневолжском регионе, в целом

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агеева Е.В., Лихенко И.Е., Советов В.В. Оценка экологической пластичности сортообразцов мягкой яровой пшеницы питомника Казахстанско-Сибирской сети СИММИТ. Достижения науки и техники АПК. 2018; 32 (11): 26-29.
2. Гарипова С.Р., Маркова О.В., Иргалина Р.Ш., Вахитова Р.К. Продуктивность, динамика роста, клубенькообразующая способность разных сортов фасоли в условиях Предуралья в зависимости от сроков посева. Аграрный вестник Урала. 2015; 8(138): 10-14.
3. Казыдуб Е.С., Фрейлих Е.С., Коцубинская О.А., Скопинцева К.В. Технологические и сортовые особенности выращивания фасоли на семена в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Вестник Омского ГАУ. 2018; 1(29): 19-25.
4. Казыдуб Н.Г., Коцубинская О.А., Бондаренко Н.А., Уфимцева С.В. Зернобобовые культуры в структуре функционального питания (фасоль зерновая, овощная, горох и нут). Бюллетень ГНБС. 2019; 133: 153-167.
5. Савельев И.С. Разработка технологических приемов возделывания и влияния средств химизации в посевах зерновой фасоли [Электронный ресурс]. Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016; 2: 4. URL: <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/421-00170> (дата обращения: 01.03.2023).
6. Юсова О.А., Николаев П.Н. Эффективность применения различных методик для расчета пластичности и стабильности сортов на примере ярового ячменя. Аграрная Россия. 2021; 3: 98-104. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-98-104
7. Avetisyan A.T., Baykalova LP, Artemyev O.S., Martynova O.V. Productivity and feed value of sparsely distributed annual crops. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Sci. Published online: 01 September 2020; 042031: 17-21. DOI: 10.1088/17551315/548/7/072047.
8. Бондаренко А.Н. Оценка экономической эффективности агротехнологических приемов биологизации при возделывании зернобобовых культур в условиях Северо-Западного Прикаспия. Вестник Курской ГСХА. 2018; 5: 67-72. DOI: 10.18551/issn1997-0749.2018-05.
9. Бондаренко А.Н. Экономическая эффективность возделывания фасоли в условиях орошения с применением ростостимулирующих препаратов. Аграрная Россия. 2018;1: 14-17. DOI: 10.30906/1999-5636-2018-1-14-17.
10. Павленко А.В., Тютюма Н.В., Петров Н.Ю., Аксенов М.П., Павленко В.Н. Зависимость урожайности фасоли обыкновенной от инокуляции семян ризоторфином в зоне каштановых почв Астраханской области. Аграрная Россия. 2022; 9: 3-6. DOI: 10.30906/1999-5636-2022-9-3-6.
11. Kozhukhova E.V., Baykalova LP, Savinich E.A. Adaptability of new varieties of seed peas in the Krasnoyarsk forest-steppe. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. 042031. Sci. Published online: 01 September. 2020: 548. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042018.
12. El-Batran H.S., Hassan N.M.K., Abdullah M.A.A., Ibrahim H.A. Response green bean plants growth, yield and nutritional status to foliar application of cytokinin under compost amendment. International Journal of Health Sciences. 2022; 6(S1): 8057-8064. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS1.6758>.

13. Plūduma-Pauniņa I., Gaile Z., Bimšteine G. Sowing time effect on yield and quality of field beans in a changing meteorological situation in the Baltic region. *Agronomy Research*. 2021; 19(4): 1873-1887. <https://doi.org/10.15159/AR.21.112>.

14. Kalenska S., Novytska N., Kalenskii V. [et al.] The efficiency of combined application of mineral fertilizers, inoculants in soybean growing technology, and functioning of nitrogen-fixing symbiosis under increasing nitrogen rates. *Agronomy Research*. 2022; 20(4): 730-750. <https://doi.org/10.15159/AR.22.075>.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 416 с.

16. Моисейченко В.Ф., Трифонова А.Х., Заверюха В.Е., Ещенко В.Е. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.

17. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайность. *Селекция и семеноводство*. 1994; 2: 3-6.

REFERENCES:

1. Ageeva E.V., Likhenko I.E., Sovetov V.V. Evaluation of the ecological plasticity of variety samples of soft spring wheat of the nursery of the Kazakhstan-Siberian network CIMMYT. *Achievements of Science and Technology of APK*. 2018; 32 (11): 26-29. (In Russ).

2. Garipova S.R., Markova O.V., Irgalina R.Sh., Vakhitova R.K. Productivity, growth dynamics, nodule-forming ability of different varieties of beans in the Cis-Ural region depending on sowing time. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015; 8(138): 10-14. (In Russ).

3. Kazydub E.S., Freilikh E.S., Kotsubinskaya O.A., Skopintseva K.V. Technological and varietal features of growing beans for seeds in the southern forest-steppe of Western Siberia. 201; 1(29): 19-25. (In Russ).

4. Kazydub N.G., Kotsyubinskaya O.A., Bondarenko N.A., Ufimtseva S.V. Leguminous crops in the structure of functional nutrition (grain beans, vegetables, peas and chickpeas). *GNBS Bulletin*. 2019; 133: 153-167. (In Russ).

5. Savelyev I.S. Development of technological methods of cultivation and the influence of chemicals in crops of grain beans [Electronic resource]. *Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University*. 2016; 2:4. URL: <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/421-00170> (date of access: 01.03.2023). (In Russ).

6. Yusova O.A., Nikolaev P.N. The effectiveness of the application of various methods for calculating the plasticity and stability of varieties on the example of spring barley. *Agrarian Russia*. 2021; 3: 98-104. DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-98-104 (In Russ).

7. Avetisyan A.T., Baykalova L.P., Artemyev O.S., Martynova O.V. Productivity and feed value of sparsely distributed annual crops. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Sci. Published online: 01 September 2020. 042031: 17-21. DOI: 10.1088/17551315/548/7/072047. (In Russ).

8. Bondarenko A.N. Evaluation of the economic efficiency of agrotechnological methods of biologization in the cultivation of leguminous crops in the conditions of the North-Western Caspian Sea. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2018; 5: 67-72. DOI: 10.18551/issn1997-0749.2018-05.

9. Bondarenko A.N. Economic efficiency of bean cultivation under irrigation with the use of growth-stimulating preparations. *Agrarian Russia*. 2018; 1: 14-17. DOI: 10.30906/1999-5636-2018-1-14-17. (In Russ).

10. Pavlenko A.V., Tutuma N.V., Petrov N.Yu., Aksenov M.P., Pavlenko V.N. Dependence of the yield of common bean on seed inoculation with rhizotorphin in the zone of chestnut soils of the Astrakhan region. *Agrarian Russia*. 2022; 9: 3-6. DOI: 10.30906/1999-5636-2022-9-3-6. (In Russ).

11. Kozhukhova E.V., Baykalova L.P., Savinich E.A. Adaptability of new varieties of seed peas in the Krasnoyarsk forest-steppe. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. 042031. Sci. Published online: 01 September 2020. p. 548. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042018. (In Russ).
12. El-Batran H.S., Hassan N.M.K., Abdullah M.A.A., Ibrahim H.A. Response green bean plants growth, yield and nutritional status to foliar application of cytokinin under compost amendment. International Journal of Health Sciences. 2022; 6(S1): 8057-8064. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS1.6758>.
13. Plūduma-Pauniņa I., Gaile Z., Bimšteine G. Sowing time effect on yield and quality of field beans in a changing meteorological situation in the Baltic region. Agronomy Research. 2021; 19(4): 1873-1887. <https://doi.org/10.15159/AR.21.112>.
14. Kalenska S., Novytska N., Kalenskii V. [et al.]. The efficiency of combined application of mineral fertilizers, inoculants in soybean growing technology, and functioning of nitrogen-fixing symbiosis under increasing nitrogen rates. Agronomy Research. 2022; 20(4): 730-750. <https://doi.org/10.15159/AR.22.075>.
15. Dospekhov B.A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Kolos; 1985. (In Russ).
16. Moiseichenko V. F., Trifonova A. Kh., Zaveryukha V. E., Yeshchenko V. E. Fundamentals of scientific research in agronomy. Moscow: Kolos; 1996. (In Russ).
17. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekutaeva L.I. Methods for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of yield. Breeding and seed production. 1994; 2: 3-6.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Владимировна Тютюма, директор ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН», доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН
tutumanv@list.ru

Алексей Владимирович Павленко, аспирант ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН»
vladimirpavlenko1952@yandex.ru

Анастасия Николаевна Бондаренко, зав. лабораторией агротехнологий овощных культур ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН», доктор сельскохозяйственных наук
bondarenko-a.n@mail.ru

Natalya V. Tutuma, Dr. Sci. (Agr.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
tutumanv@list.ru

Alexey V. Pavlenko, post-graduate student, FSBSI «Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»
vladimirpavlenko1952@yandex.ru

Anastasia N. Bondarenko, Dr. Sci. (Agr.), head of the Laboratory of agricultural technologies of vegetable crops, FSBSI «Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»
bondarenko-a.n@mail.ru

Поступила в редакцию 11.05.2023; поступила после рецензирования 12.06.2023; принята к публикации 13.06.2023
Received 11.05.2023; Revised 12.06.2023; Accepted 13.06.2023



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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Лекарственные растения юго-западной части Белгородской области

Жанна М. Яхтанигова*, Ирина В. Кулишова,
Александр В. Афанасьев, Владимир И. Сидельников

Белгородский филиал ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений», п. Майский, 309103, Российская Федерация

Аннотация. Мониторинг видового разнообразия лекарственных и ароматических растений способствует сохранению генофонда природных ресурсов и их рациональному использованию. Издавна лекарственные растения были единственным источником лекарственного сырья. Несмотря на интенсивное развитие химического синтеза, растительные ресурсы являются весьма востребованными как в фармацевтической промышленности, так и в народном хозяйстве. Они служат сырьем для производства лекарственных препаратов, фармацевтических субстанций, косметических препаратов и биологически активных добавок. Также являются источниками биологически активных веществ, объектами интродукции и стимулом развития лекарственного растениеводства и импортозамещения лекарственных средств природного происхождения. Потребность в лекарственном сырье растительного происхождения постоянно увеличивается. Отдельно следует отметить, что некоторые лекарственные и ароматические растения не могут быть культивированы, вследствие своих биологических особенностей. Удовлетворение нужд населения страны и потребностей фармацевтической промышленности является важным стратегическим вопросом. В Белгородском филиале Всероссийского института лекарственных и ароматических растений проводятся многолетние исследования, которые позволили провести эколого-фитоцентрическую оценку природного растительного сообщества и проанализировать его на основе систематики видов, выявить природный потенциал местной флоры с отбором наиболее перспективных видов для культивирования в регулируемых условиях. Сырьевую базу лекарственных и ароматических растений в Белгородской области составляет фонд сырья, заготавливаемый из дикорастущих растений и фонд сырья, собранный за счет культивируемых лекарственных растений. Лекарственные растения заготавливают не только для фармацевтической промышленности и непосредственной реализации через аптеки, но также для нужд населения.

Ключевые слова: лекарственные и ароматические растения, мониторинг, исследование, видовое разнообразие, хозяйственная ценность, биологические свойства, систематика, природные сообщества

Для цитирования: Яхтанигова Ж.М., Кулишова И.В., Афанасьев А.В. и др. Лекарственные растения юго-западной части Белгородской области. Новые технологии / New technologies. 2023; 19 (2): 128-138. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-128-138>

Medicinal plants of the southwestern part of the Belgorod oblast

Zhanna M. Yakhtanigova*, Irina V. Kulishova,
Alexander V. Afanasyev, Vladimir I. Sidelnikov

Belgorod branch of FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants», Mayskii
settlement, 309103, Russian Federation

Abstract. Monitoring the species diversity of medicinal and aromatic plants contributes to the conservation of the gene pool of natural resources and their rational use. Since ancient times, medicinal plants have been the only source of medicinal raw materials. Despite the intensive development of chemical synthesis, plant resources are in great demand both in the pharmaceutical industry and in the national economy. They serve as a raw material for the production of medicines, pharmaceutical substances, cosmetics and biologically active additives. They are also sources of biologically active substances, objects of introduction and stimulus for the development of medicinal plant breeding and import substitution of drugs of natural origin. The need for medicinal raw materials of plant origin is constantly increasing. Separately, it should be noted that some medicinal and aromatic plants cannot be cultivated due to their biological characteristics. Meeting the needs of the country's population and the needs of the pharmaceutical industry is an important strategic issue. The Belgorod branch of the All-Russian Institute of medicinal and aromatic plants carries out many years of research, which made it possible to carry out ecological and phytocenotic evaluation of the natural plant community and analyze it on the basis of species systematics, to identify the natural potential of the local flora with selection of the most promising species for cultivation under regulated conditions. The raw material base of medicinal and aromatic plants in Belgorod region consists of a fund of raw materials harvested from wild-growing plants and a fund of raw materials collected at the expense of cultivated medicinal plants. Medicinal plants are harvested not only for the pharmaceutical industry and direct sale through pharmacies, but also for the needs of the population.

Keywords: medicinal and aromatic plants, monitoring, research, species diversity, economic value, biological properties, systematics, natural communities

For citation: Yakhtanigova Zh.M., Kulishova I.V., Afanasyev A.V. et al. Medicinal plants of the southwestern part of Belgorod oblast. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 128-138. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-128-138>

Введение.

Культивирование лекарственного растительного сырья в настоящее время не обеспечивает в полной мере запросы сельскохозяйственной отрасли (животноводства), а также фармацевтической промышленности [1, с. 7]. Однако, многочисленными исследованиями ученых отмечена тенденция наращивания производственных мощностей лекарственного растениеводства, в связи с наличием потребности внутреннего рынка в растительном сырье [2, с. 70; 3, с. 43].

Ежегодно, в нашей стране растет число потребителей, а также расширяется ассортимент использования лекарственных и ароматических растений [4, с. 77].

Производственные плантации лекарственных и ароматических растений (ЛАР) имеют определенные преимущества, перед дикоросами. В частности, увеличение урожайности и качества выращенного сырья; замкнутый цикл воспроизводства, позволяющий контролировать сохранность ЛАР на всех

этапах культивирования; механизированный уход за плантациями, что обеспечивает интенсификацию производства; контроль однородности выращенного сырья. Таким образом, соблюдение рекомендованных параметров технологии возделывания ЛАР позволяет получать высококачественные урожаи с минимальными издержками. Тем не менее, дикорастущие растения вносят существенный вклад в развитие лекарственного растениеводства. Для повышения продуктивности и качества сырья по каждому дикорастущему лекарственному растению необходимо знать динамику его роста и развития, влияние экологических факторов и возрастную динамику содержания биологически активных веществ. Это обуславливает необходимость проведения в природе наблюдений, в том числе за редкими, полезными растениями. В последние годы наблюдается тенденция роста количества агропромышленных предприятий, занимающихся выращиванием лекарственных и ароматических растений. Эти предприятия расположены в различных почвенно-географических поясах [5, с. 7]. Вместе с тем, основой успешного культивирования ЛАР является проведение экспедиционных исследований в местах их естественного произрастания, которые позволяют изучить видовой состав и провести их систематический анализ. Исследования проводятся по теме НИР «Поиск и выявление перспективных видов дикорастущих растений, изучение их ресурсного потенциала, формирование высокопродуктивных агроценозов лекарственных и ароматических культур путем создания новых сортов и разработки интенсивных, экологически безопасных технологий их возделывания» (FGUU-2022-0009).

Цель исследований, проведенных в

2000-2022 гг., заключалась в мониторинге биоразнообразия природной сырьевой базы и выявлении перспективных видов, популяций лекарственных и ароматических растений в естественных местообитаниях. В результате проведенных исследований был собран гербарный материал, установлен видовой состав ЛАР, проведен эколого-фитоценотический анализ выявленных растений. Растительность включает около 1500 видов, объединенных в 578 родов и 125 семейств, из которых класс двудольных включает 89, класс однодольных – 25, отдел голосеменных – 2, высших споровых – 9 семейств. Во флоре установлено 7 фитоценотических типов растительности: лесные виды (16,19 %), виды опушек (3,04 %), лугов (18,69 %), степей (14,9 %), водно-болотных и прибрежных сообществ (24,83%), виды меловых обнажений (7,02%), синантропные виды (15,32%) [5, с. 8].

Материал и методы исследования.

Обследование проводилось в луговых и лесных фитоценозах, в окрестностях с. Бессоновка, с. Веселая Лопань (Белгородский район). При проведении экспедиционного исследования маршрутным способом определили площадь зарослей популяций (га). Для определения видовой принадлежности ЛАР применяли атласы-определители. Проведен эколого-фитоценотический анализ природных массивов района обследования.

В Белгородском филиале Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) создана биоколлекция ЛАР, в которую включены 174 образца различных ботанических семейств. Для ее пополнения отбирали новые виды дикоросов для культивирования, которые были собраны в результате экспедиционных

исследований в различных эколого-фитоценологических условиях, в местах, удаленных от дорог (не менее 100 м) и крупных промышленных предприятий. Карты маршрутов составляли при помощи программ Google Earth, Google Earth Pro и Paint. Все расчеты проводили с помощью программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение. ЛАР, как и другие растения, в силу своих морфобиологических особенностей имеют предрасположенность к определенным природным ландшафтам. Исследование зональных ландшафтов является условием рационального использования природных ресурсов, в том числе развития лекарственного растениеводства.

Проведенные исследования выявили видовое разнообразие растительных ресурсов Белгородского района (рис.).

Агроклиматические условия пунктов обследования различались незначительно. Фитоценоз с. Бессоновка является более требовательным по отношению к влаге. Наибольший удельный вес в ее структуре занимают растения таких экологических групп как мезофиты (35,9 %) и гигрофиты (18,9 %). Фитоценоз с. Веселая Лопань отличается большей толерантностью к недостаточному увлажнению. При этом, различия составляют порядка 0,5-3,9 %. Таким образом, общие закономерности формирования экологических групп довольно ярко выражены.

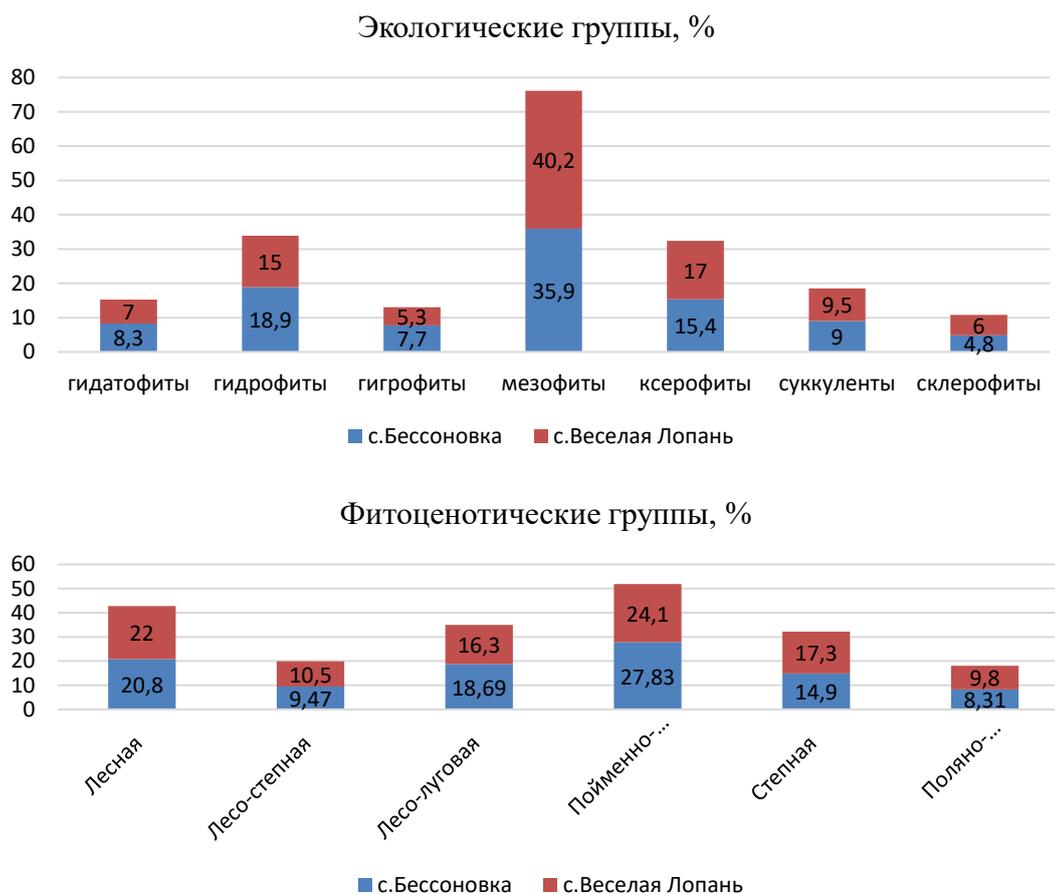


Рис. Эколого-фитоценотическая характеристика района обследования

Fig. Ecological and phytocenotic characteristics of the survey area

В природных сообществах произрастают растения различных типов растительности. В пунктах обследования основу растительного сообщества составляют представители лесной группы – 20,8 % и 22 %. Наименьший удельный вес занимают представители полярно-опушечной растительности – 8,31 % и 9,8 %.

По маршруту обследования было выявлено более 24 видов лекарственных и ароматических растений, представляющих практический интерес с точки зрения фитосырья, формирования и пополнения биокolleкции ЛАР открытого грунта филиала (таб. 1).

Таблица 1

Ботаническое разнообразие ЛАР

Table 1

Botanical diversity of the MAP

Наименование семейства	Количество видов растений	
	с. Бессоновка	с. Веселая Лопань
Астровые (Asteraceae)	3	4
Розоцветные (Rosaceae)	4	3
Хвощовые (Equisetaceae)	2	2
Молочайные или Эуфорбиевые (Euphorbiaceae)	1	1
Мареновые (Rubiaceae)	1	1
Зверобойные (Hypericaceae)	1	1
Подорожниковые (Plantaginaceae)	1	1
Первоцветные, или Примуловые, (Primulaceae)	1	2
Яснотковые (Lamiaceae)	3	3
Норичниковые (Scrophulariaceae)	2	1
Бобовые (Fabaceae)	4	4
Бурачниковые (Boraginaceae)	1	-
Итого	24	23

Таксономическая классификация лекарственных и ароматических растений позволяет провести сравнительное изучение морфобиологических признаков и свойств растений, принадлежащих к одному ботаническому семейству. На обследуемой территории Белгородского района наибольшее видовое разнообразие ЛАР было выявлено у следующих ботанических семейств: Розоцветные (Rosaceae) – 12-16 %; Астровые (Asteraceae) – 12-16 %; Бобовые (Fabaceae) – 16,6 %; Яснотковые (Lamiaceae) – 8-12 %. Семейство Розоцветные (Rosaceae) является одним из наиболее крупных и распространенных. Среди экологических групп в данном семействе меньше всего

выявлено ксерофитов. К достоинствам видов семейства относится их разнообразное народнохозяйственное значение, преобладание многолетних жизненных форм, наличие различных приспособительных свойств для размножения в природных условиях.

Семейство Астровые (Asteraceae) является самым крупным среди двудольных растений. Представлены на территории района различными жизненными формами, с преобладанием однолетних и многолетних трав. Здесь преобладающими являлись растения лесо-луговой и пойменно-лесной групп.

Семейство Бобовые (Fabaceae) является весьма распространенным. Группа ксерофитов была более значительной в

данном семействе, в сравнении с другими группами. Семейство Яснотковые (*Lamiaceae*) имеет распространение по всему земному шару. Среди экологических групп наиболее отмечены мезофиты и ксерофиты. По фитоценотической классификации наиболее выделены лесостепная, лесолуговая и степная группы.

На основе морфологической классификации лекарственные и ароматические растения разделяются на группы по наименованию органа растений, используемого в качестве лекарственного растительного сырья. В современной фармацевтической практике данная классификация является основной. При обращении с лекарственными средствами растительного происхождения также используют фармако-терапевтическую классификацию. Она дает представление о фармакологическом значении лекарственных средств. Таким образом, в вопросе рационального использования лекарственных и ароматических растений первоочередная задача заключается в их всестороннем изучении в полевых условиях, а также исследовании в специализированных лабораториях. Результатом проведенных исследований стала морфологическая и фармакологическая оценка выявленных в экспедиционных исследованиях лекарственных и ароматических растений (таб. 2). Как свидетельствуют результаты проведенных исследований, растительное сообщество обследуемых территорий представлено большим видовым разнообразием. Наибольший удельный вес занимают многолетние травы, однако присутствуют как однолетники, так и двулетники. Наличие различных жизненных форм в пределах одного вида благоприятствует

их произрастанию в различных типах местообитания. К примеру, клевер луговой.

Растения в зависимости от интенсивности листообразования и их расположения на стебле различаются на следующие группы - верховые и низовые. К верховым относятся растения высотой от 40 см и более, характеризующиеся хорошей облиственностью. Основная часть листьев у них расположена в верхней части стебля. Они обладают большим проективным покрытием в растительном сообществе и формируют значительную листостебельную массу. Наиболее выдающимися в данной группе растений являются коровяк высокий и коровяк обыкновенный, донник лекарственный и подмаренник настоящий. К низовым относятся растения высотой менее 40 см, обладающих несколькими укороченными побегами. Основная масса листьев у них расположена в нижней части растения. Наиболее яркими представителями этой группы являются земляника обыкновенная, клевер горный и первоцвет весенний.

Фармако-терапевтическая классификация позволила определить высокую ценность всех исследуемых лекарственных и ароматических растений. Большинство из них обладают многосторонним фармакологическим действием. В частности, земляника обыкновенная, первоцвет весенний, подмаренник настоящий, репешок обыкновенный. Также, некоторые представители растительного сообщества обладают опасными для человека свойствами. Молочай-солнцегляд, к примеру, является как лекарственным, так и ядовитым растением. Также выявлены инвазивный вид растений - вязиль разноцветный.

Таблица 2

**Морфобиологическое описание наиболее распространенных ЛАР
(с. Бессоновка, с. Веселая Лопань)**

Table 2

**Morphobiological description of the most common MAP
(Bessonovka village, Veselaya Lopan village)**

Наименование	Жизненная форма	Используемый орган растения	Характер облиственности	Фармакологическое значение
Вязиль разноцветный (<i>Securigera varia</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	цветки, листья	верховой	источник сердечно-сосудистых средств
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> (L.))	двулетнее травянистое растение	трава	верховой	источник сердечно-сосудистых средств
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	трава	верховой	источники сердечно-сосудистых и противовоспалительных средств
Земляника обыкновенная (<i>Hypericum perforatum</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	листья	низовой	источник противовоспалительных, мочегонных средств и др.
Клевер горный (<i>Trifolium montanum</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	трава	низовой, верховой	источник противовоспалительных средств
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> (L.))	двулетнее травянистое растение	цветки, листья	верховой	источник желчегонных и противовоспалительных средств
Коровяк высокий (<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol)	двулетнее травянистое растение	цветки	верховой	источник противовоспалительных средств
Коровяк обыкновенный (<i>Verbascum thapsus</i> (L.))	двулетнее травянистое растение	цветки	верховой	источник противовоспалительных средств
Лабазник шестилепестный (<i>Filipendula vulgaris</i> Moench)	многолетнее травянистое растение	корни	верховой	источник противовоспалительных, мочегонных средств и др.
Лапчатка серебристая (<i>Potentilla argentea</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	трава, корни, листья	низовой	источник желчегонных и противовоспалительных средств
Молочай-солнцегляд (<i>Euphorbia helioscopia</i> (L.))	однолетнее травянистое растение	трава, семена	низовой	источники антимикробных и слабительных средств
Первоцвет весенний (<i>Primula veris</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	трава, корни, листья, цветы	низовой	источник противовоспалительных, слабительных средств и др.
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	трава, корни, листья, цветы	верховой	источник противовоспалительных, желчегонных средств и др.
Репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> (L.))	многолетнее травянистое растение	трава	верховой	источник противовоспалительных, мочегонных средств и др.

Как известно, в природных условиях каждая популяция характеризуется своей амплитудой варьирования экологических параметров, в пределах которой ее жизненные процессы протекают в более или менее оптимальных значениях, обусловленных ее морфобиологическими особенностями. К таким выводам в своих исследованиях также пришли Коняева Е.А., Алентьева О.Г., Сайбель О.Л. и др [6, с. 38]. При этом, существует определённая взаимосвязь изменения количественных параметров растений. К таким параметрам относятся проективное покрытие, встречаемость и особенности онтогенеза растений. При проведении экспедиционного исследования, для выявления характера этого взаимодействия важно отмечать в какой стадии своего развития находится популяция. Структура и состав растительного сообщества находятся в постоянном изменении [7, с. 87]. В частности, на уровне конкретной особи (рост и развитие), на уровне популяции (распространенность, проективное покрытие, биомасса) и на уровне самого сообщества (экологические и фитоценотические группы, видовой состав) эти изменения могут быть различными.

В обоих пунктах обследования состав ЛАР на уровне семейства был идентичным на 95 % по отношению к ботаническим семействам. Колебание экологических условий отразилось на изменении видового разнообразия на 21 %. В пределах экологических и фитоценотических групп также были выявлены различия в пределах 0,7-4,3 %.

Внешний вид растения является результатом его приспособления к определенным почвенно-климатическим условиям [8, с. 131]. Некоторые виды ЛАР обладают различными жизненными формами. В свою очередь, это обеспе-

чивает большую экологическую пластичность видов. В связи с большим разнообразием почвенно-климатических условий будет иметь место преобладание одних форм над другими. В наших исследованиях наиболее распространенными являются многолетние травянистые растения. В пределах своей группы они обладают сходной системой развития – формирование надземных побегов, их ветвление, формирование листовых пластин, формирование генеративных органов и последовательное отмирание надземной и подземной частей особи.

Необходимо учитывать, что наибольшее содержание действующих веществ в них, приходится на определенную фенологическую фазу [9, с. 14; 10, с. 54]. Также, на ценность сырья значительное влияние оказывает, время их сбора [11, с. 88]. У выявленных в пунктах исследования ЛАР лекарственным сырьем являются корни с корневищами, трава, листья, почки, кора, цветки и соцветия, плоды и семена.

Лекарственное растениеводство включает в себя организационно-производственный комплекс от проведения мониторинговых исследований природных растительных сообществ до интродукции ценных ЛАР, разработки сортовой агротехнологии возделывания и культивирования их в промышленных условиях. При этом, региональная модель должна строиться на основе инновационных разработок с учетом ресурсосбережения и использования их биологического потенциала. Проведенные исследования позволили провести эколого-фитоценотическую оценку природного растительного сообщества и анализировать их на основе систематики видов, выявить природный потенциал местной флоры ЛАР с отбором наиболее перспективных.

Выводы. Необходимо обеспечивать не только рациональное использование природных ресурсов, но также в системном режиме наращивать площади производственных плантаций ЛАР. Об актуальности этого свидетельствует возрастающий спрос на лекарственные средства растительного происхождения. Вполне ожидаемо увеличение номенклатуры ЛАР, используемых в фармацевтической промышленности.

Таким образом, все еще актуальным является проведение мониторинговых исследований природных растительных

сообществ, позволяющий не только контролировать использование дикорастущих ЛАР, но и пополнять биоколлекции научно-исследовательских институтов и других организаций новыми источниками лекарственных растительных средств. В связи с наличием вертикальной зональности на территории нашей страны развитие регионального лекарственного растениеводства неразрывно связано с проведением мониторинговых и научных полевых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Коротких И.Н., Балеев Д.Н., Морозов А.И. [и др.] Селекция лекарственных и ароматических растений в ВИЛАР: достижения и перспективы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021; 25 (4): 433-441. <https://doi.org/10.18699/VJ21.048>
2. Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н., Биктимирова Л.В., Комарова Е.Л. Комплексная оценка сортов календулы лекарственной по содержанию основных фармакологически значимых соединений. Овощи России. 2021;(1): 69-73. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-69-73>.
3. Цицилин А.Н., Ковалев Н.И. Лекарственное растениеводство России в XXI веке (вызовы и перспективы развития). Известия ТСХА, 2021: 1: 42-52: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-1-42-54>.
4. Yakhtanigova Z.M., Kulishova I.V., Afanasyev A.V. Effect of micronutrients on the productivity of medicinal plants, Lecture Notes in Networks and Systems, Switzerland, 2022: 87-93. URL https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-93155-1_11.
5. Афанасьев А.В. Интродукция в условиях Центрально-Черноземного региона: сборник трудов международной научной конференции (Белгород, 30 нояб. 2020 г.): 7-8.
6. Цицилин А.Н. Потенциал развития производства и переработки эфиромасличных и лекарственных растений в центральном регионе РФ. Научный и инновационный потенциал развития производства и переработки эфиромасличных и лекарственных растений Евразийского экономического союза. Симферополь. 2021: 135-140. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-1-42-54>
7. Коняева Е.А., Алентьева О.Г., Сайбель О.Л. Морфолого-анатомические признаки некоторых новых видов лекарственного растительного сырья: атлас, М.: ФГБНУ ВИЛАР, 2020. 211 с.
8. Лупанова И.А., Крепкова Л.В., Ферубко Е.В. Новые лекарственные средства растительного происхождения ВИЛАР [Электронный ресурс]: монографи. М.: Наука, 2021. 160 с. URL http://www.cnsnb.ru/Vexhib/vex_news/2021/vex_210626/03993027.pdf.
9. Сайбель О.Л. Принцип комплексного использования растительного сырья как инструмент ресурсосберегающих технологий получения лечебных и профилактических средств. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2021; (12): 13-22: <https://doi.org/10.29296/25877313>.
10. Hao Yu., Kang J., Yang R. [et al.] Multidimensional exploration of essential oils generated via eight oregano cultivars: compositions, chemodiversities, and antibacterial capacities. Food Chemistry. 2022; 374: 131629. <https://doi.org/10.1016/2021.131629>

11. Samatadze T.E., Yurkevich O.Y., Zoshchuk S.A. [et al.] Agro-morphological, microanatomical and molecular cytogenetic characterization of the medicinal plant *Chelidonium majus* L. *Plants*. 2020; 9(10): 1-15. DOI: 10.3390/plants9101396

REFERENCES:

1. Korotkikh I.N., Baleev D.N., Morozov A.I. [et al.] Selection of medicinal and aromatic plants in VILAR: achievements and prospects. *Vavilov's Journal of Genetics and Breeding*. 2021; 25 (4): 433-441. <https://doi.org/10.18699/VJ21.048> (In Russ).

2. Malankina E.L., Kozlovskaya L.N., Biktimirova L.V., Komarova E.L. Comprehensive assessment of varieties of *Calendula officinalis* according to the content of the main pharmacologically significant compounds. *Russian vegetables*. 2021;(1): 69-73. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-69-73>. (In Russ).

3. Tsitsylin A.N., Kovalev N.I. Medicinal plant growing in Russia in the XXI century (challenges and development prospects). *Izvestiya TSHA*, 2021: 1: 42-52: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-1-42-54>.

4. Yakhtanigova Z.M., Kulishova I.V., Afanasyev A.V. Effect of micronutrients on the productivity of medicinal plants. *Lecture Notes in Networks and Systems*, Switzerland, 2022, 87-93. URL https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-93155-1_11.

5. Afanasyev A.V. Introduction in the conditions of the Central Black Earth region: Coll. of proceedings of the International scientific conferences (November 30, Belgorod, 2020): 7-8. (In Russ).

6. Tsitsylin A.N. Potential for the development of production and processing of essential oil and medicinal plants in the central region of the Russian Federation. In the book: *Scientific and innovative potential for the development of production and processing of essential oil and medicinal plants of the Eurasian Economic Union*. Simferopol, 2021: 135-140. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-1-42-54> (In Russ).

7. Konyaeva E.A., Alenteva O.G., Saibel O.L. [et al.]. Morphological and anatomical features of some new types of medicinal plant raw materials: atlas. Moscow: FGBNU VILAR, 2020. (In Russ).

8. Lupanova I.A., Krepkova L.V., Ferubko E.V. [et al.] New herbal medicines VILAR [Electronic resuors]: monograph. Moscow, 2021. URL http://www.cnsnb.ru/Vexhib/vex_news/2021/vex_210626/03993027.pdf. (In Russ).

9. Saibel O.L. The principle of the integrated use of plant materials as a tool for resource-saving technologies for obtaining therapeutic and prophylactic agents. *Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2021; 12: 13-22: <https://doi.org/10.29296/25877313>. (In Russ).

10. Hao Yu., Kang J., Yang R. [et al.] Multidimensional exploration of essential oils generated via eight oregano cultivars: compositions, chemodiversities, and antibacterial capacities. *Food Chemistry*. 2022; 374: 131629. <https://doi.org/10.1016/2021.131629>

11. Samatadze T.E., Yurkevich O.Y., Zoshchuk S.A. [et al.] Agro-morphological, microanatomical and molecular cytogenetic characterization of the medicinal plant *Chelidonium majus* L. *Plants*. 2020; 9(10): 1-15. DOI: 10.3390/plants9101396.

Информация об авторах / Information about the authors

Жанна Мухарбиевна Яхтанигова,
доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений»

zhannayahtanig@mail.ru

Zhanna M. Yakhtanigova, Dr.
Sci.(Agr.), chief researcher, Belgorod branch of the FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants»

zhannayahtanig@mail.ru

Ирина Владимировна Кулишова, закончила аспирантуру ФГБОУ «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», старший научный сотрудник Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений».

belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Александр Владимирович Афанасьев, директор Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений»

belgorod.vilar@yandex.ru

Владимир Иванович Сидельников, научный сотрудник Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений»

belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Irina V. Kulishova, a graduate student, Belgorod State Agricultural University named after V.Y. Gorin, a senior researcher, Belgorod branch of FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants»

belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Alexander V. Afanasyev, Director, Belgorod branch of FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants»

belgorod.vilar@yandex.ru

Vladimir I. Sidelnikov, researcher, Belgorod branch of FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants»

belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

Поступила в редакцию 12.05.2023; поступила после рецензирования 13.06.2023; принята к публикации 14.06.2023

Received 12.05.2023; Revised 13.06.2023; Accepted 14.06.2023



Научное издание

Рецензируемый, реферируемый научный журнал «Новые технологии»
Том 19. №2. 2023

Издательство МГТУ

385000, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Подписано в печать 22.06.2023 г. Бумага Planet COPY. Печать цифровая.

Гарнитура Times. Усл. п.л. 17,5. Формат 84x108 ¹/₈. Тираж 500 экз. Заказ 19/2.

Отпечатано с готового оригинал-макета на участке оперативной полиграфии ИП Кучеренко В.О.

385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, 403/33.

Тел. для справок 8-928-470-36-87. E-mail: slv01.maykop.ru@gmail.com