

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

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАЙКОПСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

Том 18 № 4

2022

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

NOVYE TEHNOLOGII (MAJKOP)

Журнал издается с 2005 года

Майкоп 2022

<i>Периодичность:</i>	4 выпуска в год.
<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: prorector_nr@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: prorector_nr@mkgtu.ru
<i>Дата публикации:</i>	29.12.2022
<i>Копирайт</i>	© Новые технологии / New Technologies, 2022
<i>Индексирование:</i>	Российский индекс научного цитирования – библиографический и реферативный указатель, реализованный в виде базы данных, аккумулирующий информацию о публикациях российских ученых в российских и зарубежных научных изданиях. Google Scholar – свободно доступная поисковая система, которая индексирует полный текст научных публикаций всех форматов и дисциплин. Индекс Академии Google включает в себя большинство рецензируемых онлайн-журналов Европы и Америки крупнейших научных издательств. Directory of Open Access Journals (DOAJ) – онлайн-каталог, который индексирует и предоставляет доступ к качественным рецензируемым научным журналам открытого доступа.
<i>Тираж</i>	500 экз. Цена свободная

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

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION «MAYKOP STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY»

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

Vol. 18 № 4

2022

NEW TECHNOLOGIES

The journal has been published since 2005

Maykop 2022

<i>Frequency:</i>	4 issues a year.
<i>DOI prefix:</i>	10.47370
<i>ISSN</i>	ISSN 2072-0920 (Print) ISSN 2713-0029 (Online)
<i>The certificate of registration of mass media</i>	Registered with the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor). Certificate PI No. FS77-79835 dated December 31, 2020.
<i>Terms of distribution of materials Attribution</i>	The content is available under a Creative Commons 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 «Maykop State Technological University». 385000, Maykop, 191 Pervomayskaya str.
<i>Editorial office:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maykop State Technological University» 385000, Maykop, 191 Pervomayskaya str., tel.: 8 (8772) 52 30 03, e-mail: prorector_nr@mkgtu.ru https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index
<i>Printing house:</i>	Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maykop State Technological University». 385000, Maykop, 191 Pervomayskaya str., tel.: 8 (8772) 52 30 03 e-mail: prorector_nr@mkgtu.ru
<i>Publication date:</i>	29.12.2022
<i>Copyright:</i>	© Новые технологии / New Technologies, 2022
<i>Indexation:</i>	The Russian Science Citation Index is a bibliographic and abstract index implemented in the form of a database that accumulates information on publications by Russian scientists in Russian and foreign scientific journals. Google Scholar is a freely available search engine that indexes the full text of scientific publications in all formats and disciplines. The Google Academy Index includes most of the peer-reviewed online journals in Europe and America from major scientific publishers. Directory of Open Access Journals (DOAJ) is an online directory that indexes and provides access to quality peer-reviewed open access journals.
<i>Circulation:</i>	500 issues circulation Price free

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 и реализации моделей устойчивого развития экономики России.

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

Научная концепция издания предполагает публикацию материалов в следующих областях знаний: экономики, 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:

Татьяна Тимофеевна Авдеева, доктор экономических наук, профессор (ФГБОУ ВО «КубГУ», Краснодар, Россия);

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

Имран Гурруевич Акперов, доктор экономических наук, профессор (ЧОУ ВО «Южный университет» (ИУБиП), Ростов-на-Дону, Россия);

Бадулеску Даниел, доктор экономических наук, профессор (Университет Oradea, Oradea, Румыния);

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

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

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

Славолюб Вуйович, доктор экономических наук, научный сотрудник, профессор (Институт экономики, Белград, Сербия);

Надежда Станиславовна Давыдова, доктор экономических наук, профессор (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Россия);

Зоран Чекервац, доктор экономических наук, профессор (Белградский университет Union, Белград, Сербия);

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

Владимир Иванович Зарубин, доктор экономических наук, профессор (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Россия);

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

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»);

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

Вячеслав Михайлович Лукомец, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»);

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

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

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

Людмила Владимировна Пригода, доктор экономических наук, доцент (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Россия);

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

Алексей Владимирович Рындин, член-корреспондент 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»);

Филип Станислав, доктор экономических наук, профессор (Школа экономики и менеджмента государственного управления, Братислава, Словакия);

Хазрет Русланович Сиюхов, 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);

Даниела Димитрова Тодорова, доктор экономических наук, профессор (Университет транспорта им. Тодора Каблешков, София, Болгария);

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 Георгиевич Чефранов, доктор экономических наук, доцент (ФГБОУ ВО «МГТУ», Майкоп, Россия);

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

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 of the Agro-industrial complex and the implementation of sustainable development models for the Russian economy.

«Новые технологии / New Technologies» scientific journal is focused on highlighting topical issues of the theory and practice of modern science, including research on improving regional economic systems; 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: Economics, Agronomy, Food technology.

Editorial board:

Chief editor:

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

Deputy chief editor:

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

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

Members of Editorial Board:

Tatyana T. Avdeeva, Doctor of Economics, a professor (FSBEI HE «KubSU», Krasnodar, Russia);

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

Imran G. Akperov, Doctor of Economics, a professor (PEI HE South University (IUBiP), Rostov-on-Don, Russia);

Daniel Badulescu, Doctor of Economics, a professor (Oradea University, Oradea, Romania);

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», Russia);

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

Slavoljub Vujovic, Doctor of Economics, a research scientist, a professor (Institute of Economics, Belgrade, Serbia);

Nadezhda S. Davydova, Doctor of Economics, a professor (FSBEI HE «MSTU», Maikop, Russia);

Zoran Chekervac, Doctor of Economics, a professor (Union Belgrade University, Belgrade, Serbia);

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

Vladimir I. Zarubin, Doctor of Economics, a professor (FSBEI HE «MSTU», Maikop, Russia);

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

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

Lukomets M. Vyacheslav, Doctor of Agricultural Sciences, a director (Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center «All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoit», 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);

Lyudmila V. Prigoda, Doctor of Economics, an associate professor (FSBEI HE «MSTU», Maikop, 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», Russia);

Philip Stanislav, Doctor of Economics, a professor (School of Economics and state management, Bratislava, Slovakia);

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);

Daniela D. Todorova, Doctor of Economics, a professor (University of Transport named after Todor Kableshkov, Sofia, Bulgaria);

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 G. Chefranov, Doctor of Economics, an associate professor (FSBEI HE «MSTU», Maikop, Russia);

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

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Оригинальные статьи

Алпатова Н.В., Елецкая М.И., Русакова Г.Г., Парахневич Д.В. АДАПТАЦИЯ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИНИГРИНА В СЕМЕНАХ ГОРЧИЦЫ	17
Бойко И.Е., Мариненко О.В., Гишева С.А., Сиюхов Х.Р. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РАС ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИГРИСТОГО СИДРА	26
Герасименко Е.О., Слободяник М.В., Сонин С.А., Попкова П.О. ГЛИКОЛИПИДЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ В ПИЩЕВЫХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ	35
Гнетько Л.В., Удычак М.М., Коблева М.М., Сиюхова Б.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ АРОМАТООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МОЛОДЫХ КРАСНЫХ ВИНАХ	51
Жданов Д.Д., Бутина Е.А., Дубровская И.А., Ильинова С.А., Шаззо А.Ю. ВЫЯВЛЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ОЛИВКОВОГО МАСЛА ПУТЕМ РАЗБАВЛЕНИЯ РАПСОВЫМ И ПОДСОЛНЕЧНЫМ МАСЛАМИ ПО ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИДНОМУ ПРОФИЛЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	60
Сиюхова Н.Т., Тазова З.Т., Лунина Л.В., Блягоз З.Н. АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВИН И ВИНОМАТЕРИАЛОВ	78
Тарасенко А.В., Родионова Л.Я. ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМОРОЖЕННОГО СТОЛОВОГО ВИНОГРАДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	95
Кунашева Ж.М., Кодзокова М.Х. ПРИМЕНЕНИЕ ОВСЯНОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА	102

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**Оригинальные статьи**

Киржинова С.А., Нахушева М.С.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМА МУНИЦИПАЛЬНО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА (МЧП)	109
---	-----

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
НАУКИ****Оригинальные статьи**

Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К., Трушева Н.А.

ОБЪЁМ ВЫБОРКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ОРЕХОВ У СОРТОВ ФУНДУКА	118
--	-----

Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И.,

Глинушкин А.П., Пчихачев Э.К.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И ОЦЕНКА МИРОВОГО СОРТОФОНДА ОРЕХА ГРЕЦКОГО ПО КАЧЕСТВУ ПЛОДОВ	128
--	-----

Вавилова Л.В., Корзун Б.В.

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ ЧАЯ К СТАТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ	139
--	-----

Девтерова Н.И.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ	150
--	-----

Ефремова Е.Н., Беляев А.И., Петров Н.Ю.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ	161
--	-----

Кузенко М.В.

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ СОРТА АГУ-75 СООТВЕТСТВИЯ ПАРАМЕТРАМ МОДЕЛИ ИДЕОТИПА ЗИМУЮЩЕГО ОВСА	172
---	-----

Мамсиров Н.И., Арсен А. Мнатсаканян,

Загоруйко А.В., Макаров А.А.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И МИКРОБИОУДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	180
---	-----

Погорелов А.В., Брантова М.М., Мельченко А.И., Князева Т.В.

СОДЕРЖАНИЕ В ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЕ ТЫКВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ НАНЕСЕНИИ ИХ СПОСОБОМ ДОЖДЕВАНИЯ	192
--	-----

Погорелова В.А., Цитинова Б.С., Мельченко Е.А., Ашинов Ю.Н.

НАКОПЛЕНИЕ ^{90}Sr В РАСТИТЕЛЬНОМ ОПАДЕ ПЛОДОВОГО ЦЕНОЗА	201
--	-----

<i>К сведению авторов</i>	210
--	-----

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ	210
---	-----

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	213
---	-----

TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION

Original Articles

*Alpatova N.V., Eletskaia M.I.,
Rusakova G.G., Parakhnevich D.V.*

ADAPTATION OF THE METHOD
FOR IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION
OF SINIGRIN IN MUSTARD SEEDS 17

Boyko I.E., Marinenko O.V., Gisheva S.A., Siyukhov Kh.R.

RATIONALE FOR CHOOSING OPTIMAL
YEAST RACES FOR THE PRODUCTION
OF SPARKING CIDER 26

Gerasimenko E.O., Slobodyanik M.V., Sonin S.A., Popkova P.O.

GLYCOLIPIDS AS A PROMISING INGREDIENT
IN FOOD AND PHARMACEUTICAL TECHNOLOGIES 35

*Gnetko L.V., Udyachak M.M.,
Kobleva M.M., Siyukhova B.B.*

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE
OF FERMENTATION CONDITIONS ON THE CONTENT
OF AROMATIC SUBSTANCES IN YOUNG RED WINES 51

*Zhdanov D.D., Butina E.A., Dubrovskaya I.A.,
Ilyinova S.A., Shazzo A.Y.*

DETECTING OLIVE OIL COUNTERFEITING
BY DILUTION WITH RAPSE AND SUNFLOWER
OILS ACCORDING TO THE TRIACYL GLYCERIDE
PROFILE USING THE METHOD
OF GAS CHROMATOGRAPHY 60

Siyukhova N.T., Tazova Z.T., Lunina L.V., Blyagoz Z.N.

ANALYTICAL QUALITY CONTROL
OF WINES AND WINE MATERIALS 78

Tarasenko A.V., Rodionova L.Ya.

THE POSSIBILITY OF USING FROZEN TABLE
GRAPES IN THE PRODUCTION
OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS 95

Kunasheva Zh.M., Kodzokova M.Kh.

APPLICATION OF OAT FLOUR
IN RYE-WHEAT BREAD PRODUCTION TECHNOLOGIES 102

ECONOMIC SCIENCES

Original Articles

Kirzhinova S.A., Nakhushcheva M.S.

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF THE MECHANISM OF MUNICIPAL-PRIVATE PARTNERSHIP (MPP)	109
---	-----

AGRICULTURAL SCIENCES

Original Articles

*Biganova S.G., Sukhorukikh Y.I.,
Pchikhachev E.K., Trusheva N.A.*

SAMPLE SIZE FOR THE EVALUATION OF SELECTION TRAITS OF NUTS IN HAZELNUT VARIETIES	118
--	-----

*Biganova S.G., Sukhorukikh Y.I.,
Glinushkin A.P., Pchikhachev E.K.*

DEVELOPMENT OF MODELS AND ASSESSMENT OF THE WORLD WALNUT VARIETY FUND BY FRUIT QUALITY	128
--	-----

Vavilova L.V., Korzun B.V.

STUDYING THE ADAPTABILITY OF PROMISING BREEDING FORMS OF TEA TO STATIC ENVIRONMENTAL FACTORS	139
--	-----

Devterova N.I.

EFFICIENCY OF WINTER BARLEY CULTIVATION METHODS FOR HERBAGE FOR BULK FEED CONSERVATION	150
--	-----

Efremova E.N., Belyaev A.I., Petrov N.Y.

CHANGES IN SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY AND TOXICITY IN SUGAR CORN CROPS	161
---	-----

Kuzenko M.V.

ANALYSIS OF THE CORRESPONDENCE OF THE STRUCTURAL ELEMENTS OF AGU-75 VARIETY HARVEST WITH THE PARAMETERS OF THE WINTER OAT IDIOTYPE MODEL	172
---	-----

Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A., Zagorulko A.V., Makarov A.A.

A COMPREHENSIVE REASEARCH OF THE IMPACT OF GROWTH STIMULATORS	
--	--

CONTENTS

AND MICROBIOFERTILIZER ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT	180
<i>Pogorelov A.V., Brantova M.M., Melchenko A.I., Knyazeva T.V.</i>	
THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE VEGETATIVE MASS OF PUMPKIN PLANTS WHEN APPLIED BY THE SPRINKLING METHOD	192
<i>Pogorelova V.A., Tsipinova B.S., Melchenko E.A., Ashinov Y.N.</i>	
ACCUMULATION OF ^{90}Sr IN PLANT LITTER OF FRUIT COENOSIS	201
<i>For the attention of the authors</i>	210
RULES FOR SENDING AND PUBLISHING SCIENTIFIC ARTICLES	210
RULES FOR REVIEWING SCIENTIFIC ARTICLES IN THE MAGAZINE «NEW TECHNOLOGIES»	213

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-17-25>

УДК 635.44:547.496.1

© 2022

Поступила 01.12.2022

Received 01.12.2022



Принята в печать 26.12.2022

Accepted 26.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИНИГРИНА В СЕМЕНАХ ГОРЧИЦЫ

Наталья В. Алпатова^{1*}, Мария И. Елецкая¹,
Галина Г. Русакова², Дмитрий В. Парахневич³

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
ул. Московская, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»;
проспект им. В.И. Ленина, д. 28, г. Волгоград, 400005, Российская Федерация

³ ООО «Волгоградский горчичный маслозавод «Сарепта»;
ул. Бахтурова, д. 2, г. Волгоград, 400031, Российская Федерация

Б л а г о д а р н о с т ь

Исследования выполнены в рамках госзадания Минобрнауки РФ,
проект № FZEZ-2020-0004.

Аннотация. Работа посвящена исследованиям по адаптации, верификации и внедрению метода определения синигрина в семенах горчицы и продуктах ее переработки, а также в других видах продовольственного сырья растительного происхождения. Актуальность исследований определяется с одной стороны необходимостью контроля синигрина в технологических процессах переработки горчицы, а с другой – отсутствием эффективных стандартизированных методов определения синигрина в РФ.

Целью исследований является модификация и(или) адаптация наиболее эффективных методик идентификации и количественного определения синигрина, представленных в

публикациях зарубежных исследователей. Задачи исследования включали: построение градуировочных графиков; модификацию методики подготовки пробы для снижения трудоемкости и длительности анализа при сохранении требуемых параметров точности и воспроизводимости; адаптацию метода проведения анализа с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии; верификацию и проведение апробации предлагаемого метода с использованием реальных производственных образцов – семян горчицы.

В качестве базового метода использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии.

В результате проведенных исследований модифицирована методика пробоподготовки, что позволило снизить трудоемкость и сократить время на ее проведение при сохранении требуемых метрологических характеристик. Определена калибровочная зависимость и предложен метод идентификации и количественного анализа синигрина в сырье растительного происхождения с использованием высокоэффективного жидкостного хроматографа, оснащенного диодно-матричным и масс-спектрометрическим детекторами. В результате верификации определены метрологические характеристики предлагаемого метода: диапазон измерений от 0,0005 до 10%, показатель точности $\pm 0,01\%$.

Метод апробирован на реальных объектах – семенах горчицы, являющихся основным источником синигрина. Предлагаемый метод идентификации и количественного определения синигрина может быть рекомендован для использования в исследовательских и производственных лабораториях, оснащенных необходимыми средствами измерения и испытательным оборудованием.

Ключевые слова: синигрин, глюкозинолаты, семена горчицы, идентификация синигрина, количественный анализ синигрина, высокоэффективная жидкостная хроматография, адаптация и модификация метода анализа, верификация

Для цитирования: Адаптация метода идентификации и количественного определения синигрина в семенах горчицы / Алпатова Н.В. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 17-25. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-17-25>

ADAPTATION OF THE METHOD FOR IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION OF SINIGRIN IN MUSTARD SEEDS

**Natalia V. Alpatova^{1*}, Maria I. Eletskaia¹,
Galina G. Rusakova², Dmitry V. Parakhnevich³**

¹FSBEI HE «Kuban State Technological University»;
2 Moscovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

²FSBEI HE «Volgograd State Technical University»;
28 V.I. Lenin avenue, Volgograd, 400005, the Russian Federation

³LLC «Volgograd mustard oil plant "Sarepta"»;
2 Bakhturov str., Volgograd, 400031, the Russian Federation

Acknowledgments

The research was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project No. FZEZ-2020-0004.

Abstract. The research is devoted to the study on adaptation, verification and implementation of the method for determining sinigrin in mustard seeds and products of its processing, as well as in other types of food raw materials of plant origin. The relevance of the research is determined, on the one hand,

by the need to control sinigrin in the technological processes of mustard processing, and, on the other hand, by the lack of effective standardized methods for determining sinigrin in the Russian Federation.

The aim of the research is to modify and (or) adapt the most effective methods for the identification and quantification of sinigrin, presented in the publications of foreign researchers. The objectives of the study included construction of calibration graphs; modification of the sample preparation technique to reduce the complexity and duration of the analysis while maintaining the required parameters of accuracy and reproducibility; adaptation of the analysis method using high performance liquid chromatography; verification and approbation of the proposed method using real production samples, i.e. mustard seeds.

High performance liquid chromatography has been used as the basic method.

As a result of the research, the sample preparation technique has been modified. It has made it possible to reduce labor intensity and reduce the time for its implementation while maintaining the required metrological characteristics. The calibration dependence has been determined and a method for the identification and quantitative analysis of sinigrin in raw materials of plant origin using a high-performance liquid chromatograph equipped with a diode array and mass spectrometric detectors proposed. As a result of verification, the metrological characteristics of the proposed method have been determined: the measurement range is from 0.0005 to 10%, the accuracy index is $\pm 0.01\%$.

The method has been tested on real objects, mustard seeds, which are the main sources of sinigrin. The proposed method for the identification and quantification of sinigrin can be recommended for use in research and production laboratories equipped with the necessary measuring instruments and testing equipment.

Keywords: sinigrin, glucosinolates, mustard seeds, sinigrin identification, sinigrin quantitative analysis, high performance liquid chromatography, analysis method adaptation and modification, verification

For citation: *Adaptation of the method for identification and quantification of sinigrin in mustard seeds / Alpatova N.V. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 17-25. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-17-25>*

Введение. Синигрин – сложное органическое вещество, представитель класса глюкозинолатов, который содержится в отдельных видах растений семейства Brassicaceae, таких как брокколи, брюссельская капуста, горчица, рапс, хрен и других. Одним из перспективных источников получения синигрина в качестве самостоятельного продукта являются семена черной и сарептской горчицы, где его содержание достигает 4% [1].

В чистом виде синигрин представляет собой твердое кристаллическое вещество белого цвета с молекулярной массой 358 и температурой плавления 125–127°C. Легко растворяется в воде, ограниченно – в этаноле и практически не растворяется в неполярных органических растворителях [2].

Согласно химической формуле $C_{10}H_{16}KNO_9S_2$, синигрин является

О-тиогликозидом, структурная формула молекулы представлена на рис. 1.

Как известно, гликозиды являются продуктами реакции между спиртами и сахарами в полуацетальной форме [3, с. 93]. Синигрин в нативной форме считается антипитательным веществом [4, с. 75; 5 с. 11; 6, с. 241]. Однако биологически активные свойства синигрина определяют широкий спектр его функциональных свойств. В результате гидролиза синигрин превращается в аллилизотиоцианат, обладающий антимикробными, противовоспалительными и противоопухолевыми свойствами [7; 8].

Под влиянием фермента мирозиназы синигрин в присутствии водной среды распадается на глюкозу, серно-калиевую соль и изороданистый аллил – основную составляющую горчичного эфирного масла. Эфирное горчичное масло

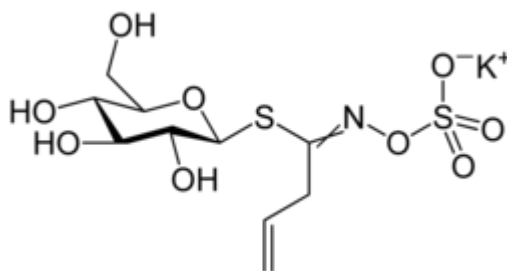


Рис. 1. Структурная формула синигрина

Fig. 1. Structural formula of sinigrin

вызывает раздражение слизистых оболочек организма, что может спровоцировать развитие воспалительного процесса [6, с. 241].

В настоящее время проводятся исследования по разработке эффективного способа удаления синигрина из продуктов переработки семян горчицы, а также отдельных сортов рапса с выделением его в качестве самостоятельного вторичного продукта [4; 6; 9]. Решение данной задачи предполагает осуществление идентификации и контроля содержания синигрина как в исходном сырье, так и в продуктах переработки.

Однако, как показал анализ научной литературы, эффективные стандартизированные методы идентификации и количественного определения синигрина в настоящее время отсутствуют в РФ.

Большинство современных методов, используемых за рубежом, для количественного определения синигрина основаны на применении высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [10–12].

Таким образом, актуальной является модификация и(или) адаптация наиболее эффективных методик идентификации и количественного определения синигрина, представленных в публикациях зарубежных исследователей.

В соответствии с поставленной целью решали следующие задачи:

- построение градуировочного графика и получение калибровочной зависимости;
- модификация методики подготовки пробы;

– адаптация метода высокоэффективной жидкостной хроматографии для идентификации и количественного определения синигрина;

– проведение верификации и апробации предлагаемого метода на производственных образцах семян горчицы.

Объекты и методы исследований.

В качестве основного объекта исследований использовали семена горчицы и горчичный порошок.

В качестве стандартного образца синигрина использовали SINIGRIN HYDRATE, приобретенный у фирмы Sigma-Aldrich, содержание синигрина более 99% (CAS 3952-98-5).

Хроматографический анализ осуществляли с использованием высокоэффективного жидкостного хроматографа «Agilent 1260 Infinity», оснащенного диодно-матричным детектором и масс-детектором «Agilent 6120», на колонке LiChrospher Si 60 (силикагель 60 (5 мкм) для колоночной хроматографии длиной 250 мм, диаметром 4 мм) при длине волны 234 нм.

Условия хроматографирования:

- подвижная фаза ацетонитрил:вода в соотношении 95:5 (используется бидистиллированная вода ($R \geq 18$ МОм);
- скорость потока элюента 0,8 мл/мин;
- объем вводимой пробы 1 мкл;
- температура хроматографирования $(35 \pm 1)^\circ\text{C}$;
- длина волны детектирования 234 нм.

Обработка результатов осуществлялась с использованием программного

обеспечения OpenLAB-Chem station от Agilent.

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

Результаты исследований и их обсуждение

При разработке метода в качестве базовых были выбраны методики, описанные в статьях зарубежных исследователей [10–13].

На первом этапе исследования строили градуировочный график с использованием стандартного образца синигрина.

Приготовление основного раствора включало растворение стандартного образца синигрина в бидистиллированной воде с получением раствора концентрацией 2100 ppm или 5,28 мкМоль/г. Из основного раствора синигрина методом разбавления готовили рабочие калибровочные растворы концентраций 42 ppm и 21 ppm.

Градуировочный график представлен на рис. 2.

Массовую долю синигрина, мкг/г (ppm или мг/кг), определяли по формуле:

$$\rho = \frac{As * C * V * Vst}{Ast * m * Vs}, \quad (1)$$

где As – площадь или высота пика синигрина в растворе пробы;

Ast – площадь или высота пика синигрина в градуировочном растворе;

V – общий объем раствора пробы, мл;

C – массовая концентрация синигрина в градуировочном растворе, мкг/мл;

m – масса пробы, г;

Vst – объем инъекции градуировочного раствора, мкл;

Vs – объем инъекции раствора пробы, мкл.

На втором этапе исследований нами был модифицирован метод пробоподготовки, описанный в зарубежной статье «Определение синигрина, sinalбина, аллил- и бензил-изотиоцианатов методом RP-HPLC в экстрактах горчичного порошка» [10].

На основании проведенных исследований нами было подобрано количество пробы, ее соотношение с экстрагентом, в качестве которого использовалась дистиллированная вода, температура и длительность экстракции. Такая модификация позволила упростить пробоподготовку, сократить время на ее

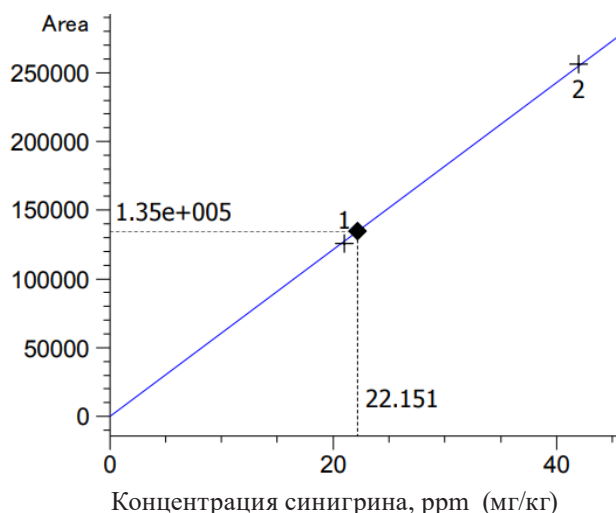


Рис. 2. Зависимость площади пика от концентрации синигрина

Fig. 2. Dependence of peak area on sinigrin concentration

проведение при сохранении требуемых метрологических характеристик.

Предлагаемая нами методика пробоподготовки состояла в следующем. Навеска семян в количестве 1 г помещалась в термостойкий стакан, объемом 25 см³, куда добавлялось 15 см³ дистиллированной воды, после чего навеску в целях размягчения семян и инактивации ферментов нагревали на водяной бане в течение 10 мин при температуре 90±2 °С. После этого полученную массу количественно переносили в фарфоровую ступку и растирали в течение 2 мин.

Содержимое ступки количественно переносили в стакан объемом 100 см³, ступку несколько раз промывали водой в таком количестве, чтобы общий ее объем в стакане составлял 100 мл. Стакан с раствором помещали на ультразвуковую баню Ultrasonic Cleaner на 5 минут при температуре 23±2 °С. После отстаивания в течение 20 минут, небольшое количество верхнего слоя фильтровали через шприцевый фильтр с размером пор 0,45 мкм. Полученный фильтрат в объеме 1 мкл, что в несколько раз меньше чем необходимо при использовании оборудования, предложенного в исходной методике, переносили в вials и проводили хроматографический анализ.

На рис. 3 для примера представлена хроматограмма, полученная при определении синигрина в образце семян сарептской горчицы. Показано, что предлагаемый метод позволяет получить однозначно идентифицируемый, хорошо разрешенный пик синигрина.

На следующем этапе исследований была проведена верификация и определены основные метрологические характеристики метода.

При планировании эксперимента выбор количества контрольных процедур (результатов анализа) был осуществлен в соответствии с РМГ 61-2010 [14].

Экспериментальные данные получали при вариации всех учтенных факторов, формирующих внутрилабораторную прецизионность, включающих время проведения эксперимента, оператора, набор реактивов и лабораторной посуды.

Учитывая, что градуировочный график линейен во всем диапазоне измерений, для оценки метрологических характеристик использовали одну стабильную однородную рабочую пробу. В качестве рабочей пробы были использованы семена горчицы.

Полученные метрологические характеристики предлагаемого метода идентификации и количественного определения синигрина представлены в таблице 1.

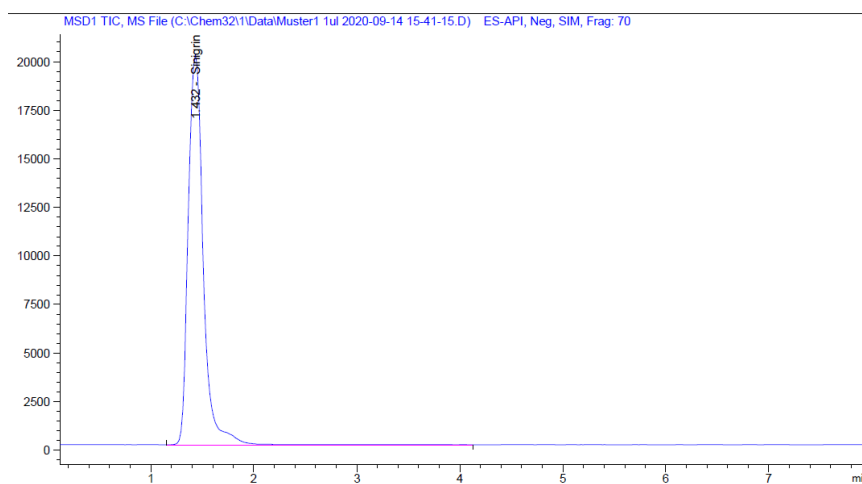


Рис. 3. Хроматограмма, полученная при определении синигрина в образце семян горчицы

Fig. 3. Chromatogram obtained from the determination of sinigrin in a mustard seed sample

Таблица 1

Метрологические характеристики модифицированного метода определения синигрина

Table 1

Metrological characteristics of the modified method for the determination of sinigrin

Диапазон измерений, %	Стандартное отклонение повторяемости, σ_r , %	Предел повторяемости, r , % отн	Стандартное отклонение воспроизводимости, σ_R , %	Предел воспроизводимости, R , % отн	Показатель точности, $\pm\Delta$, %	Расширенная неопределенность, %
0,0005–10,0	0,01	0,03	0,006	0,02	0,01	5,16

Проведенные исследования показали, что предлагаемый метод позволяет определять синигрин в диапазоне концентраций от 0,0005 до 10% с погрешностью не более $\pm 0,01\%$.

Апробация предлагаемого метода проводилась на производственных образцах семян горчицы. Методика применялась без внесения корректировок. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Полученные данные согласуются с литературными данными [11–13] и свидетельствуют о возможности успешного применения адаптированной методики для анализа содержания синигрина в семенах растений семейства крестоцветных и пищевых ингредиентах на их основе.

Учитывая достаточную простоту и доступность предлагаемого метода, он может быть внедрен в практику не только

Таблица 2

Результаты определения синигрина в семенах горчицы

Table 2

The results of the determination of sinigrin in mustard seeds

Обозначение образца	Содержание синигрина, %
Образец 1	3,67
Образец 2	4,13
Образец 3	3,71
Образец 4	3,27
Образец 5	3,94

исследовательских, но и производственных лабораторий для определения содержания синигрина в продовольственном сырье – семенах горчицы, рапса, продуктах их переработки, а также в частях растений семейства крестоцветных.

Выводы. В результате проведенного исследования предложен метод идентификации и количественного определения синигрина в семенах горчицы и продуктах ее переработки с использованием высокоэффективного

жидкостного хроматографа, оснащенного диодно-матричным детектором и масс-спектрометрическим детектором. Метод обеспечивает предел обнаружения синигрина, составляющий 0,0005%, абсолютная погрешность не превышает 0,01%. Метод может быть рекомендован для использования в исследовательских и производственных лабораториях, оснащенных необходимым измерительным и испытательным оборудованием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика: справочное издание. М.: Высшая школа, 1991. 288 с.
2. Новый справочник химика и технолога / под ред. Г.М. Островского. М.: Профессионал, 2007.
3. Дамодаран Ш., Паркин К.Л., Феннема О.Р. Химия пищевых продуктов / пер. с англ. СПб.: Профессия, 2012. 1040 с.
4. Извлечение синигрина из продуктов переработки семян горчицы / Г. Русакова [и др.] // Комбикорма. 2012. № 6. С. 75–76.
5. Обзор по биохимическим и физиологическим свойствам семян горчицы / П.П. Демченко [и др.] // Отчет о НИР. Л.: ВНИИЖ, 1992. С. 2–29.
6. Определение параметров экстракции синигрина из семян горчицы планированием эксперимента / Г.Г. Русакова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 1 (41). С. 240–249.
7. Ramesh C. Gupta, Rajiv Lall, Ajay Srivastava/Nutraceuticals (Second Edition). Academic Press. 2021: 1321–1363.
8. Fofaria Neel M. Mechanisms of the Anticancer Effects of Isothiocyanates. The Enzymes. 2015; 37: 111–137.
9. Новая технология переработки семян горчицы: монография / Г.Г. Русакова [и др.]. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. 140 с.
10. Herzallah S., Holley R. Determination of sinigrin, sinalbin, allyl-and benzyl isothiocyanates by RP-HPLC in mustard powder extracts. LWT-Food Science and Technology. 2012; 47: 293–299.
11. Lin Tsai-Hung, Huang, Jenn-Wen, Kumar Ponnusamy Vinoth [et al.] Determination of Sinigrin in Vegetable Seeds by Online Microdialysis Sampling Coupled to Reverse-Phase Ion-Pair Liquid Chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010; 58(8): 4571–4575.
12. Rangkadilok Nuchanart N., Bennett M., Premier R. [et al.] Determination of sinigrin and glucoraphanin in Brassica species using a simple extraction method combined with ion-pair HPLC analysis. Scientia Horticulturae. 2010; 96: 27–41.
13. Herzallah S., Holley R. Determination of sinigrin, sinalbin, allyl-and benzyl isothiocyanates by RP-HPLC in mustard powder extracts. LWT-Food Science and Technology. 2012; 47: 293–299.
14. ПМГ 61-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. М.: Стандартинформ, 2013. 59 с.

REFERENCES:

1. Skurikhin I.M., Nechaev A.P. All about food from the point of view of a chemist: a reference book. M.: Higher school, 1991. (In Russ.)
2. New handbook of a chemist and a technologist / ed. by G.M. Ostrovsky. M.: Professional, 2007. (In Russ.)
3. Damodaran Sh., Parkin K.L., Fennema O.R. Chemistry of foodstuffs / transl. from English. St. Petersburg: Profession, 2012. (In Russ.)
4. Rusakova G. [et al.] Extraction of sinigrin from mustard seed processing products. Compound feed. 2012; 6: 75–76. (In Russ.)
5. Demchenko P.P. [et al.] Review on the biochemical and physiological properties of mustard seeds. Research report. L.: VNIIZh, 1992. (In Russ.)
6. Rusakova G.G. [et al.] Determining the parameters of extraction of sinigrin from mustard seeds by planning an experiment. Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex. Science and higher professional education. 2016; 1(41): 240–249. (In Russ.)

7. Ramesh C. Gupta, Rajiv Lall, Ajay Srivastava/Nutraceuticals (Second Edition). Academic Press. 2021: 1321–1363.
8. Fofaria Neel M. Mechanisms of the Anticancer Effects of Isothiocyanates. The Enzymes. 2015; 37:111–137.
9. Rusakova G.G. [et al.] New technology for processing mustard seeds: monograph. Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2015. (In Russ.)
10. Herzallah S., Holley R. Determination of sinigrin, sinalbin, allyl-and benzyl isothiocyanates by RP-HPLC in mustard powder extracts. LWT-Food Science and Technology. 2012; 47: 293–299.
11. Lin Tsai-Hung, Huang, Jenn-Wen, Kumar Ponnusamy Vinoth [et al.] Determination of Sinigrin in Vegetable Seeds by Online Microdialysis Sampling Coupled to Reverse-Phase Ion-Pair Liquid Chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010; 58(8): 4571–4575.
12. Rangkadilok Nuchanart N., Bennett M., Premier R. [et al.] Determination of sinigrin and glucoraphanin in Brassica species using a simple extraction method combined with ion-pair HPLC analysis. Scientia Horticulturae. 2010; 96: 27–41.
13. Herzallah S., Holley R. Determination of sinigrin, sinalbin, allyl-and benzyl isothiocyanates by RP-HPLC in mustard powder extracts. LWT-Food Science and Technology. 2012; 47:293–299.
14. RMG 61-2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. Indicators of accuracy, correctness of precision of methods of quantitative chemical analysis. Assessment methods. M.: Standartinform, 2013. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Владимировна Алпатова, младший научный сотрудник Испытательного центра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

ktgr11@mail.ru

Мария Ивановна Елецкая, лаборант-исследователь Испытательного центра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

ktgr11@mail.ru

Галина Георгиевна Русакова, профессор кафедры промэкологии и БЖД ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», доктор сельскохозяйственных наук

Дмитрий Валерьевич Парахневич, заместитель директора по производству ООО «Волгоградский горчичный маслозавод "Сарепта"», кандидат технических наук

Natalia Vladimirovna Alpatova, a junior researcher of the Testing Center of FSBEI HE «Kuban State Technological University»

ktgr11@mail.ru

Maria Ivanovna Eletsckaya, a research laboratory assistant of the Testing Center FSBEI HE «Kuban State Technological University»

ktgr11@mail.ru

Galina Georgievna Rusakova, a professor of the Department of Promecology and SOL, FSBEI HE «Volgograd State Technical University», Doctor of Agricultural Sciences

Dmitry Valeryevich Parakhnevich, a deputy director for production of LLC «Volgograd Mustard Oil Plant "Sarepta"», Candidate of Technical Sciences

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-26-34>

УДК 663.31/32:663.326

© 2022

Поступила 28.11.2022

Received 28.11.2022



Принята в печать 23.12.2022

Accepted 23.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РАС ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИГРИСТОГО СИДРА

Ирина Е. Бойко*, Ольга В. Мариненко,
Сима А. Гишева, Хазрет Р. Сиюхов

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

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с выявлением наиболее пригодных сортов яблок технической зрелости летних и осенне-зимних сортов, произрастающих в Республике Адыгея, и возможностью их использования в технологическом процессе производства сидра с применением шампанских рас дрожжей. Местные яблоки пользуются спросом как в пищевой и перерабатывающей промышленности, так и у населения, это объясняется их уникальным химическим составом. Изучена и дана сравнительная оценка технологической зрелости экспериментальных сортов яблок по ряду технологических показателей. В данной работе представлена сравнительная характеристика летних и осенне-зимних сортов яблок, достигших технологической зрелости. При исследовании было выявлено, что лучшими в производстве вина, а именно для сидра являются осенне-зимние сорта яблок. Исследована и доказана возможность использования шампанских рас дрожжей в технологии производства игристого сидра. Установлено существенное влияние рас дрожжей на формирование аромата и вкуса. Согласно литературным данным, в процессе брожения происходят разнообразные биохимические процессы с изменением основных компонентов сусла, образованием и синтезом новых соединений, которые участвуют в формировании аромата и вкуса. Яблочное сусло, сброженное расой Шампанская 7–10, отличалось от контрольного образца и расы Новоцимлянская-3 более гармоничным вкусом, свежим и выразительным ароматом.

В настоящее время основной задачей агропромышленного комплекса РФ является использование местных сырьевых ресурсов для разработки новых технологий, удовлетворяющих потребности населения. Результаты эксперимента показали возможность использования осенне-зимних сортов яблок, произрастающих в РА, в технологии производства сидров, а также дают возможность обосновать применение шампанских рас дрожжей в данной технологии с получением виноматериалов, обладающих высокими органолептическими показателями.

Данные исследования позволяют совершенствовать технологический процесс производства сидра.

Ключевые слова: осенне-зимние сорта яблок, яблочное сусло, шампанские расы дрожжей, технологический процесс, производство сидра, чистые культуры дрожжей, игристый сидр

Для цитирования: Обоснование выбора оптимальных рас дрожжей для производства игристого сидра / Бойко И.Е. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 26-34. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-26-34>

RATIONALE FOR CHOOSING OPTIMAL YEAST RACES FOR THE PRODUCTION OF SPARKING CIDER

Irina E. Boyko*, Olga V. Marinenko,
Sima A. Gisheva, Khazret R. Siyukhov

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

Abstract. The article considers issues related to identifying the most suitable varieties of apples of technical maturity of summer and autumn – winter varieties growing in the Republic of Adygea and the possibility of their use in the technological process of cider production using champagne yeast races. Local apples are in demand both in food and processing industries and among the population. This is due to their unique chemical composition. Technological maturity of experimental varieties of apples have been studied and assessed for a number of technological indicators. The article presents a comparative description of summer and autumn-winter varieties of apples that have reached technological maturity. The study has revealed that autumn-winter varieties of apples are the best for the production of cider. The possibility of using champagne yeast races in the technology of sparkling cider production has been investigated and proved. A significant influence of yeast races on the formation of aroma and taste has been established. According to the literature data, various biochemical processes occur during the fermentation process with a change in the main components of the wort, the formation and synthesis of new compounds that are involved in the formation of aroma and taste. Apple wort fermented with 7–10 Champagne race differed from the control sample and the Novotsimlyanskaya-3 race in a more harmonious taste, fresh and expressive aroma.

At present, the main task of the agro-industrial complex of the Russian Federation is to use of local raw materials for the development of new technologies that meet the needs of the population.

The results of the experiment have shown the possibility of using autumn-winter varieties of apples growing in the Republic of Armenia in the cider production, and also has made it possible to justify the use of champagne yeast races in this technology to obtain wine materials with high organoleptic characteristics.

These studies allow to improve the technological process of cider production.

Keywords: autumn-winter varieties of apples, apple wort, champagne yeast races, technological process, cider production, pure yeast cultures, sparkling cider

For citation: *Rationale for choosing optimal yeast races for the production of sparkling cider / Boyko I.E. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 26-34. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-26-34>*

Популярность сидра в нашей стране стремительно растет. Это связано с тем, что он по вкусовым качествам не уступает игристому вину, гораздо дешевле него, а игра пузырьков более длительная. Кроме того, яблоки являются доступным и распространенным видом сырья.

Сидр – слабоалкогольный напиток, полученный путем двойного брожения яблочного сока, относится к числу напитков, широко востребованных потребителями по всему миру. При производстве сидра традиционным сырьем являются специальные технические сорта яблок,

которые отличаются физико-химическими показателями, структурой ткани, способностью плодов сохраняться для созревания в течение нескольких недель без их порчи. Для его производства, в основном, используются яблоки, сорта которых обладают низкой кислотностью (3–6 г/л), высоким содержанием сахара и богаты дубильными веществами.

Технология производства сидра заключается в измельчении яблок и отжиме мезги, полученный яблочный сок, после фильтрации направляется на брожение при температуре 25–35°C на 12 дней. Далее происходит осветление, фильтрация, добавление сахара с винными дрожжами, далее виноматериал отправляется на вторичное брожение, которое проходит в течение 14 суток, фильтрацию. В итоге получаем игристый сидр. В зависимости от количества добавленного сахара он может быть сухим, полусухим или сладким. Крепость конечного напитка обычно 5–8%. Полный цикл производства занимает около 26 дней.

Яблоки, произрастающие в Республике Адыгея, пользуются спросом как в пищевой и перерабатывающей промышленности, так и у населения. Это объясняется их широким распространением и ценностью химического состава.

Согласно литературным данным, яблоки делятся:

- по времени созревания: летние (Белый налив, Мельба,) зимние (Айдаред, Джонатан, Симиренко);

- по вкусу и концентрации сахаров: сладкие (содержащие 24% сахаров и 0,17% органических кислот); кисло-сладкие (10–15% сахаров и 0,9% органических кислот); кислые (5% сахаров и 2% органических кислот) – сок таких яблок купажируют с соком более сладких яблок; терпкие (содержат большое количество дубильных веществ (до 1%), много органических кислот (1–2%) и сахаров (до 14%)).

Лучшими для производства виноделия, а именно для сидра являются яблоки

осенне-зимних сортов, они содержат больше сахара, органических кислот, дубильных веществ, чем летние.

Целью наших исследований было выявление наиболее пригодных сортов яблок технической зрелости летних и осенне-зимних сортов, произрастающих в Республике Адыгея, и возможности их использования в технологическом процессе производства сидра с применением шампанских рас дрожжей.

Методика и материалы исследований

Исследования проводили в научно-исследовательской лаборатории ФБГОУ ВО «МГТУ».

Объектами исследования являлись яблоки, произрастающие в предгорьях Республики Адыгея, достигшие технической зрелости. В ходе экспериментальных исследований была дана оценка технологической зрелости яблок общепринятыми методами, согласно действующему ГОСТу.

Виноматериалы готовили, используя чистые культуры рас дрожжей Сидровая-101 и шампанские расы дрожжей Новоцимлянская-3 и Шампанская 7–10. В качестве контрольного образца использовали виноматериал, полученный при сбраживании расы Сидровая-101.

Согласно литературным данным [1], разные расы дрожжей отличаются по своей биосинтетической способности в отношении ароматообразующих соединений, поэтому, выбирая расу дрожжей, можно существенно влиять на формирование букета игристых вин и прогнозировать органолептические качества продукта.

В эксперименте при выборе дрожжей руководствовались их отличительными особенностями: по скорости размножения, скорости сбраживания сусла, сульфитостойкости, кислотоустойчивости спиртовыносливости, а также по способности накапливать вторичные продукты брожения, участвующие в образовании вкуса и аромата сидра, определяя его органолептику.

Одним из важных факторов, влияющих на активность дрожжей, качество вина, содержания в нем спирта и ароматических веществ, является температура [2]. Брожение при низких температурах (10–12°C) – одно из основных условий, предъявляемых к расам дрожжей для шампанизации. Именно при низких температурах расы дрожжей проявляет максимальную продуктивность в образовании вторичных продуктов, обуславливающих формирование высоких органолептических качеств вина. Температурный режим процесса брожения был выбран согласно рекомендациям [2].

На первом этапе работы по общепринятым методикам определяли в экспериментальных образцах яблок массовую концентрацию сухих веществ, общих сахаров, от которых зависят биохимические процессы, процессы брожения сока, кислотность [6; 7; 8].

Результаты эксперимента оценки технологической зрелости яблок представлены в таблице 1.

Сравнительная оценка технологической зрелости экспериментальных сортов яблок, представленных в таблице 1, показала преимущество по ряду технологических показателей осенне-зимних сортов

яблок. Так, например, в сорте Джонатан достаточно высокая концентрация сахаров 12,8 % > в сорте Айдаред (12,4%) > Голдан Делишес (12,2%) > Симиренко (11,9 %) > Кальвиль (11,2 %) > Мельба (10,1%) > Белый налив (9,6%).

Необходимо отметить, что данные сорта возможно использовать в производстве сидра по содержанию сахара, согласно ГОСТу 27572-2017 [3], так как данный технологический показатель обеспечивает необходимое количество этанола и ароматических веществ в ходе брожения.

Экспериментальные данные показали лучший результат у сорта Джонатан по содержанию сухих веществ, наименьшее количество отмечено в летних сортах яблок (Мельба, Белый налив).

Закономерно изменилась и массовая титруемая кислотность (табл. 1).

Результаты эксперимента, представленные в таблице 1, соответствовали требованиям нормативной документации согласно действующему ГОСТу 27572-2017 [3]. Явным преимуществом обладают осенне-зимние сорта яблок.

На втором этапе исследований была изучена возможность использования шампанских рас дрожжей в технологии

Таблица 1

Оценка технологической зрелости сортов яблок, произрастающих на территории Республики Адыгея

Evaluation of the technological maturity of apple varieties growing in the territory of the Republic of Adygea			
Сорта	Масс. концентр. сухих веществ	Сахара, %	Масс. концентр. титр. кислот
Мельба	13,0	10.1	0,35
Белый налив	12,5	9.6	0,46
Голдан Делишес	16,0	12.2	0.50
Джонатан	16,8	12.8	0,60
Симиренко	15,7	11,9	0,49
Айдаред	13,6	12,4	0,62
Кальвиль	15,7	11.2	0,25

Table 1

Таблица 2

Физико-химические показатели сброженного яблочного сусла
с использованием расы Новоцимлянская-3

Table 2

Physical and chemical parameters of fermented apple wort using Novotsimlyanskaya-3 race

Сорта	Массовая доля сухих веществ	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на уксусную кислоту	Активная кислотность (pH)
Голден Делишес	11,3	3,2	3,0	5,2	0,78	3,45
Джонатан	11,4	3,8	3,1	5,5	0,82	3,6
Айдаред	12,1	2,93	2,9	5,24	0,66	3,5

Таблица 3

Физико-химические показатели сброженного яблочного сусла
с использованием расы Шампанская 7–10

Table 3

Physical and chemical parameters of fermented apple wort using Champagne 7–10 race

Сорта	Массовая доля сухих веществ	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на уксусную кислоту	Активная кислотность (pH)
Голден Делишес	11,5	3,5	2,9	5,2	0,66	3,35
Джонатан	11,4	3,7	3,1	5,56	0,71	3,4
Айдаред	12,3	3,0	2,9	5,24	0,61	3,4

производства игристого сидра с высокими органолептическими показателями.

В ходе эксперимента качество сусла оценивали по физико-химическим показателям [5].

Результаты эксперимента с использованием расы дрожжей Новоцимлянская-3 представлены в таблице 2.

Результаты эксперимента с использованием расы дрожжей Шампанская 7–10 представлены в таблице 3.

Установлено, что опытные образцы виноматериалов (табл. 2 и 3, 4),

полученные с применением расы дрожжей Сидровая-101, а также шампанских рас дрожжей Новоцимлянская-3 и Шампанская 7–10, соответствуют требованиям ГОСТа 51146-98 [4].

На следующем этапе исследования сопоставлялась динамика изменения сухих веществ в процессе брожения яблочного сусла с учетом температурного режима и продолжительности брожения в сутках.

Динамика сбраживания экспериментального образца яблочного сока с

Таблица 4

Физико-химические показатели сброженного яблочного сусла
с использованием расы Сидровая-101 (контроль)

Table 4

Physical and chemical parameters of fermented apple wort using Cider-101 race (a control sample)

Сорта	Массовая доля сухих веществ	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на уксусную кислоту	Активная кислотность (pH)
Голден Делишес	11,5	3,3	2,94	5,13	0,66	3,4
Джонатан	11,4	3,72	3,1	5,54	0,71	3,5
Айдаред	12,3	2,97	2,9	5,2	0,61	3,53

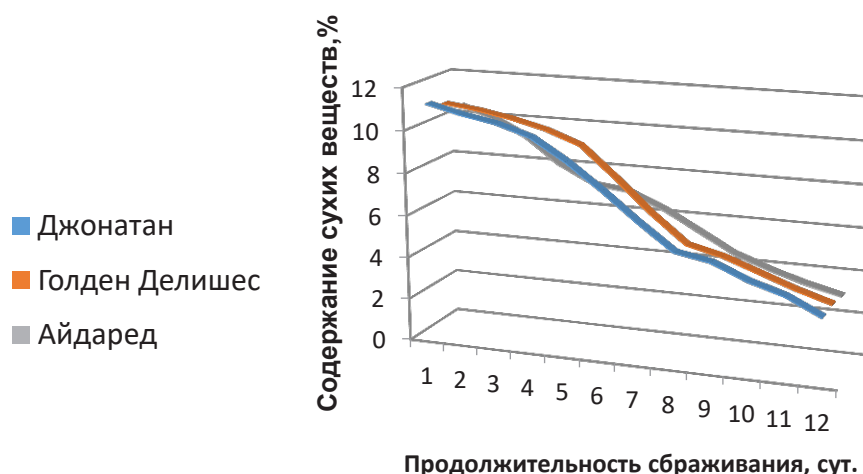


Рис. 1. Динамика сбраживаемого яблочного сусла с использованием расы Новоцимлянская-3

Fig. 1. The dynamics of fermented apple wort using Novotsimlyanskaya-3 race

использованием расы Новоцимлянская-3 представлена на рисунке 1.

Динамика сбраживаемого яблочного сусла с использованием расы Шампанская 7–10 представлена на рисунке 2.

Динамика сбраживаемого яблочного сусла с использованием расы Сидровая-101 представлена на рисунке 3.

В результате проведенных исследований установлено, что раса Шампанская 7–10 полностью отвечает требованиям, предъявляемым дрожжам при

производстве сидра, использование которой привело к получению виноматериала с высокими физико-химическими показателями. Анализируя динамику сбраживания контрольного образца виноматериала с использованием чистой культуры расы Сидровая-101 и виноматериалов, полученных с использованием расы Новоцимлянская-3 и Шампанская 7–10, необходимо отметить, что штаммы шампанских дрожжей при наибольшем выходе спирта в единице сахара имели

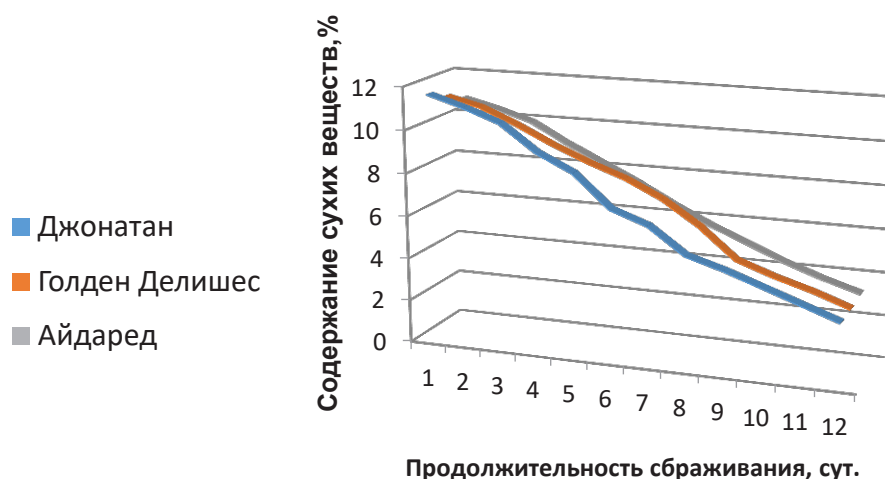


Рис. 2. Динамика сбраживаемого яблочного сусла использованием расы Шампанская 7–10

Fig. 2. The dynamics of fermented apple wort using Champagne 7–10 race

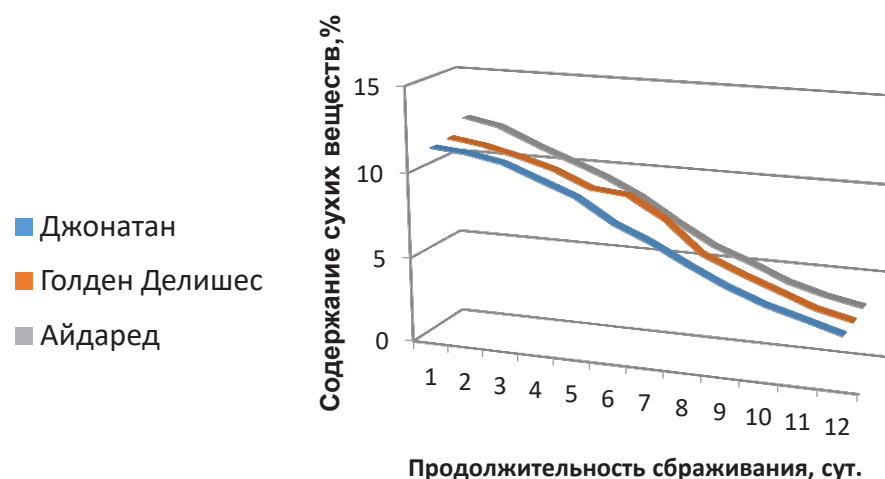


Рис. 3. Динамика сбраживаемого яблочного сусла использованием расы Сидровая-101

Fig. 3. The dynamics of fermented apple wort using Cider-101 race

наибольшую скорость и глубину сбраживания субстратов. Это говорит о том, что штаммы исследуемых дрожжей, выбранные для получения игристого вино-материала, обладают достаточно высокой энергией и глубиной сбраживания. Брожение проходило от 9 до 12 суток.

Исследуемые штаммы дрожжей характеризуются практически одинаковой бродильной активностью, наиболее активно проявила себя раса Шампанская 7–10. Необходимо отметить, что процесс брожения и дображивания с данной расой протекал более активно. Несколько

уступила раса Новоцимлянская-3, начиная процесс забраживания медленнее, но с равной кинетикой брожения, позволяющей завершить брожение на 11–12 сутки. Динамика сбраживания контрольного образца соответствовала чистым культурам дрожжей, используемых в виноделии при производстве фруктовых сидров.

Важной характеристикой процесса брожения, определяющей его эффективность, является количество образующегося алкоголя, поэтому, чтобы судить о бродильной способности исследуемых рас, в конце брожения определяли

содержание алкоголя этих дрожжевых рас в готовых виноматериалах (табл. 2 и 3, 4). Более высокая концентрация спирта наблюдалась в образце с применением расы Шампанская 7–10, полученного из яблочного сока осенне-зимнего сорта Джонатан.

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что в зависимости от сорта яблок и расы дрожжей динамика брожения отличается незначительно. В соответствии с полученными данными во всех вариантах брожения яблочного сусла наблюдалось снижение сухих веществ, обусловленное жизнедеятельностью клеток дрожжей.

В готовых экспериментальных образцах виноматериалов исследовались органолептические показатели: цвет, вкус, запахи, аромат.

В сравнении с контролем в экспериментальных образцах необходимо отметить, что полученный виноматериал с использованием расы Шампанская 7–10 отличался более насыщенным цветом, ярко выраженным ароматом, обладал

гармоничным мягким вкусом. При органолептической оценке виноматериала, полученного сбраживанием с использованием расы Новоцимлянская-3, данный виноматериал практически не уступал предшествующему образцу. Органолептический анализ контрольного образца виноматериала, полученного расой Сидровая-101, показал чистый насыщенный цвет, мягкий вкус, что соответствует работе селекционированных чистых культур.

В настоящее время основной задачей агропромышленного комплекса РФ является использование местных сырьевых ресурсов для разработки новых технологий, удовлетворяющих потребности населения.

Проведенные исследования показали возможность использования осенне-зимних сортов яблок, произрастающих в РА, в технологии производства сидров, а также дают возможность обосновать применение шампанских рас дрожжей в данной технологии с получением виноматериалов, обладающих высокими органолептическими показателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авакянц С.П., Шакурова В.И. Биохимические и микробиологические методы исследования дрожжей и вина. М.: ЦНИИТЭИ пищевпром, 1990. 40 с.
2. Авакянц С.П. Биохимические основы технологии шампанского. М.: Пищевая пром-сть, 1980. 352 с.
3. ГОСТ 27572-2017. «Яблоки свежие для промышленной переработки» Технические условия.
4. ГОСТ 51146-98. «Виноматериалы плодовых сброженных и сброженно-спиртованных соков» Технические условия.
5. Кошкина А.С., Альшевский Д.Л. Совершенствование технологии яблочного сидра с использованием дикорастущих плодов и ягод Калининградской области // Известия КГТУ. 2021. № 62.
6. Сидр из местного сырья Центрально-Черноземного района / Колобаева А.А. [и др.] // Пищевая промышленность. 2017. № 11. С. 48–51.
7. Войцеховский В.И., Токарь А.Е., Ребезов М.Б. Качество сидровых материалов в зависимости сорта яблок и расы дрожжей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2, № 4.

REFERENCES:

1. Avakyants S.P., Shakorova V.I. Biochemical and microbiological methods for the study of yeast and wine. Moscow: TsNIITEI food industry, 1990; (In Russ.)

2. Avakyants S.P. Biochemical foundations of champagne technology. M.: Food industry, 1980; (In Russ.)
3. GOST 27572-2017. «Fresh apples for industrial processing». Specifications. (In Russ.)
4. GOST 51146-98. «Wine materials of fruit fermented and fermented-alcohol juices». Specifications. (In Russ.)
5. Koshkina A.S., Alshevsky D.L. Improving the technology of apple cider using wild fruits and berries of the Kaliningrad region. Izvestiya of KSTU. 2021; 62. (In Russ.)
6. Kolobaeva A.A. [et al.] Cider from local raw materials of the Central Chernozem region. Food industry. 2017; 11: 48–51. (In Russ.)
7. Voitsekhovskiy V.I., Tokar A.E., Rebezov M.B. The quality of cider materials depending on the apple variety and yeast race. Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnologies. 2014; 2(4). (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Бойко Ирина Евгеньевна, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук

boiko.irina24@yandex.ru

Мариненко Ольга Вячеславовна, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук

marinencko.olya2015@yandex.ru

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

gisheva77@mail.ru

Сиюхов Хазрет Русланович, профессор кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук, доцент

siukhov@mail.ru

Irina E. Boyko, an associate professor of the Department of Technology, Machines and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Technical Sciences
boiko.irina24@yandex.ru

Olga V. Marinenko, an associate professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Technical Sciences

marinencko.olya2015@yandex.ru

Sima A. Gisheva, an associate professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Technical Sciences
gisheva77@mail.ru

Khazret R. Siyukhov, a professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Doctor of Technical Sciences, an associate professor

siukhov@mail.ru

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-35-50>

УДК 615.1:547.472.2

© 2022

Поступила 17.11.2022

Received 17.11.2022



Принята в печать 26.12.2022

Accepted 26.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ГЛИКОЛИПИДЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ В ПИЩЕВЫХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

**Евгений О. Герасименко, Маргарита В. Слободяник*,
Сергей А. Сонин, Полина О. Попкова**

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

Б л а г о д а р н о с т ь

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда,
проект № 21-16-0053.

Аннотация. Актуальность анализа научных публикаций, посвященных исследованиям состава, свойств, способов получения, областей применения, а также качественной и количественной идентификации гликолипидов, определяется перспективностью их использования в качестве альтернативных природных поверхностно-активных веществ. Обладая сопоставимыми поверхностно-активными свойствами с широко используемыми поверхностно-активными веществами нефтехимической природы, гликолипиды, отличаясь отсутствием токсичности и экологичностью, проявляют ярко выраженные физиологические функциональные свойства.

В настоящее время систематизированные данные, охватывающие различные аспекты состава, физико-химических свойств гликолипидов, отсутствуют.

Целью настоящего исследования является уточнение классификации гликолипидов, обобщение данных о преимуществах и недостатках различных промышленных способов получения гликолипидов; систематизация данных о свойствах гликолипидов по областям применения; выявление наиболее эффективных методов качественной и количественной идентификации гликолипидов.

Особое внимание было уделено анализу сведений о возможности выделения гликолипидов из растительного сырья, в том числе из вторичных ресурсов масложировой промышленности.

Приведенные в обзоре данные свидетельствуют о том, что гликолипиды, в том числе выделенные из растительного сырья, характеризуются высоким биотехнологическим потенциалом для использования их при создании фармацевтических препаратов, косметической продукции и функциональных пищевых продуктов.

Из известных способов промышленного производства гликолипидов в настоящее время наиболее распространенными и экономически эффективными являются способы на основе микробиологического и ферментативного синтезов.

Перспективным сырьем для производства гликолипидов являются вторичные продукты переработки масличного сырья – фосфатидные эмульсии и фосфатидные концентраты, содержащие в своем составе до 5% гликолипидов. Способы получения гликолипидов из данного вида сырья в настоящее время отсутствуют.

Из известных методов качественной и количественной идентификации гликолипидов (ТСХ, ВЭТСХ, ВЭЖХ, ЯМР) наиболее перспективным является метод ЯМР-спектроскопии высокого разрешения как наиболее информативный, экспрессный и точный.

Ключевые слова: гликолипиды, классификация гликолипидов, химическое строение, технологически функциональные свойства, физиологически функциональные свойства, способы производства, области применения, методы идентификации

Для цитирования: Гликолипиды – перспективный ингредиент в пищевых и фармацевтических технологиях / Герасименко Е.О. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 35-50. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-35-50>

GLYCOLIPIDS AS A PROMISING INGREDIENT IN FOOD AND PHARMACEUTICAL TECHNOLOGIES

Evgeny O. Gerasimenko, Margarita V. Slobodyanik*,
Sergey A. Sonin, Polina O. Popkova

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

Acknowledgments

The study was financially supported by the Russian Science Foundation,
project No. 21-16-0053.

Abstract. The relevance of the analysis of scientific publications devoted to the study of the composition, properties, methods of preparation, areas of application, as well as the qualitative and quantitative identification of glycolipids is determined by the prospects for their use as alternative natural surfactants. Glycolipids possessing comparable surfactant properties with widely used surfactants of a petrochemical nature, and distinguished by the absence of toxicity and environmental friendliness, exhibit pronounced physiological and functional properties.

Currently, there are no systematic data covering various aspects of the composition, physico-chemical properties of glycolipids.

The purpose of this research is to clarify the classification of glycolipids, to summarize data on the advantages and disadvantages of various industrial methods for obtaining glycolipids; systematization of data on the properties of glycolipids by application; identification of the most effective methods for the qualitative and quantitative identification of glycolipids.

Particular attention is paid to the analysis of data on the possibility of isolating glycolipids from plant materials, including secondary resources of the oil and fat industry.

The data presented in the review indicate that glycolipids, including those isolated from plant materials, are characterized by a high biotechnological potential for their use in the creation of pharmaceuticals, cosmetics, and functional foods.

Of the known methods for the industrial production of glycolipids, currently the most common and cost-effective methods are those based on microbiological and enzymatic synthesis.

Promising raw materials for the production of glycolipids are secondary products of processing of oilseeds – phosphatide emulsions and phosphatide concentrates containing up to 5%

glycolipids in their composition. There are currently no methods for obtaining glycolipids from this type of raw material.

Of the known methods for the qualitative and quantitative identification of glycolipids (TLC, HPTLC, HPLC, NMR), the most promising method is high-resolution NMR spectroscopy, as it is the most informative, rapid and accurate.

Keywords: glycolipids, classification of glycolipids, chemical structure, technological and functional properties, physiological and functional properties, production methods, applications, identification methods

For citation: *Glycolipids as a promising ingredient in food and pharmaceutical technologies* / Gerasimenko E.O. [et al.] // *New technologies*. 2022. V. 18, No. 4. P. 35-50. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-35-50>

Введение. Гликолипиды считаются перспективными «зелеными» поверхностно-активными веществами с достаточно обширным спектром применения в различных отраслях благодаря их физиологически и технологически функциональным свойствам [1]. Так, например, в медицине и фармацевтике гликолипиды используются в качестве агентов с противовирусной, противогрибковой, антибиотикопленочной, антиадгезивной активностью, а также для таргетной доставки лекарственных средств и приготовления микроэмульсий; в косметологии и пищевых технологиях – в качестве поверхностно-активных веществ (ПАВ) вследствие дифильного строения их молекул; в сельском хозяйстве – для биоремедиации почв и т.д. [2; 3]. Цель данного обзора – обобщить данные, представленные в научной литературе, что позволит выявить перспективные направления в области исследования новых свойств гликолипидов, разработке новых технологий их получения, а также новых методов их качественной и количественной идентификации.

Структура, строение и классификация. Понятие «гликолипиды» объединяет широкую гамму веществ различного состава и строения, общим для которых является наличие двух фрагментов молекулы – липидного и углеводного, связанных между собой гликозидной связью [4].

Вопросы химической структуры, номенклатуры, биологической роли

гликолипидов регулярно освещаются в публикациях на веб-сайтах American Oil Chemistry Society (AOCS) Lipid Library (www.lipidlibrary.aocs.org); Consortium for Functional Glycomics (www.functionalglycomics.org); Essentials of Glycobiology (www.ncbi.nlm.nih); GlycoForum (www.glycoforum.gr.jp); SPHINGOMAP www.sphingomap.org).

Гликолипиды подразделяются на простые и сложные. Разнообразие гликолипидов обусловлено варьированием их липидного и углеводного фрагмента [4].

Наиболее распространенными углеводными компонентами молекул гликолипидов являются глюкоза, галактоза, их сульфатированные производные, аминоксахара и сиаловые кислоты.

В зависимости от природы липидной части гликолипиды подразделяют на гликоглицеролипиды, гликофосфоглицеролипиды, гликофинголипиды, стерилгликозиды и другие. Строение основных групп гликолипидов, присутствующих в растительном сырье, приведено на рисунках 1–4 [5; 6].

В структуре гликоглицеролипидов содержатся остатки галактозы или глюкозы, из которых вытекает их основная классификация, а именно:

– галактоглицеролипиды – содержат остаток галактозы в своей углеводной части. Гидрофобная часть молекулы состоит из молекулы диацилглицерина или алкилацилглицерина;

– глицериновые гликозиды – имеют остатки глюкозы в своей полярной части,

в гидрофобной части содержат остаток алкилацилглицерина;

– сульфоглицеролипиды – углеводный остаток содержат сульфатную группу.

Гликофинголипиды – липиды, содержащие по меньшей мере один моносахаридный остаток и церамид [4].

Стерилгликозиды – липидная часть представлена стеролами или этерифицированными стеролами.

Способы получения. Существующие способы получения гликолипидов сводятся к микробиологическим, химическим и ферментатическим процессам [7–8; 9–17].

Химический синтез гликолипидов осуществляется при участии катализаторов и растворителей, как правило, проявляющих токсичные свойства. Подобный метод является экономически неэффективным из-за низкого выхода готового продукта [18].

В основе микробиологического синтеза лежат процессы культивирования бактерий, дрожжей или грибов на различных, обычно синтетических, питательных средах. Выход и качество готового продукта зависят от используемых углеводов и добавленных в питательные

среды липидов. Так, природа гидрофильной части гликолипидов зависит от вида углеводов, на котором росли бактерии, а гидрофобной – от состава субстратов жирных кислот или растительных масел, добавляемых в среду [15; 16].

Энзиматический синтез предполагает модификацию уже существующих соединений в процессах ферментативных реакций с использованием липазы на субстрате, содержащем углеводы и жирные кислоты [17].

Наиболее изученные продуцируемые микроорганизмами гликолипидные поверхностно-активные вещества (ПАВ), широко используемые в промышленных масштабах, это рамнолипиды (RL), производимые *Pseudomonas aeruginosa* из рамнозы и софоролипиды (SL), продуцируемые *Candida bombicola* из софорозы [11; 12]. С технологической точки зрения такие процессы достаточно эффективны. Так, при проведении микробиологического синтеза софоролипидов с использованием микроорганизмов *Candida bombicola*, выход гликолипидов составляет 400 г/л [14].

Высокоэффективным продуцентом гликолипидов является гриб *Ustilago scitaminea* NBRC 32730. В составе синтезируемым

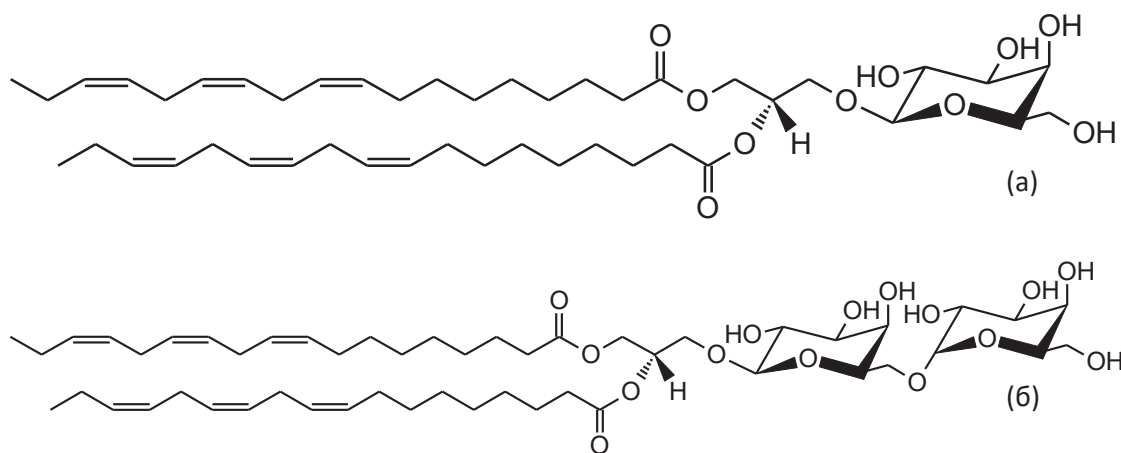


Рис. 1. Гликоглицеролипиды: (а) – Моногалактозилдиацилглицериды (MGDG), (б) – Дигалактозилдиацилглицериды (DGDG)

Fig. 1. Glycoglycerolipids: (a) – Monogalactosyldiacylglycerides (MGDG), (b) – Digalactosyldiacylglycerides (DGDG)

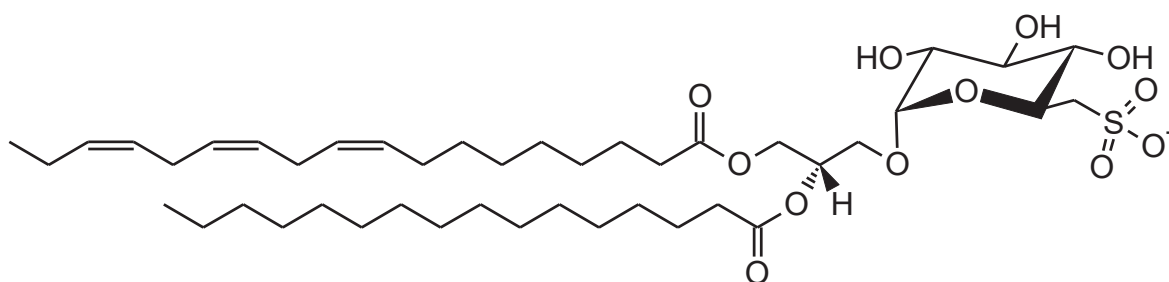


Рис. 2. Сульфоглицеролипиды: сульфоквиновозилдиацилглицеролы (SQDG)

Fig.2. Sulfoglycerolipids: Sulfoquinovosyldiacylglycerols (SQDG)

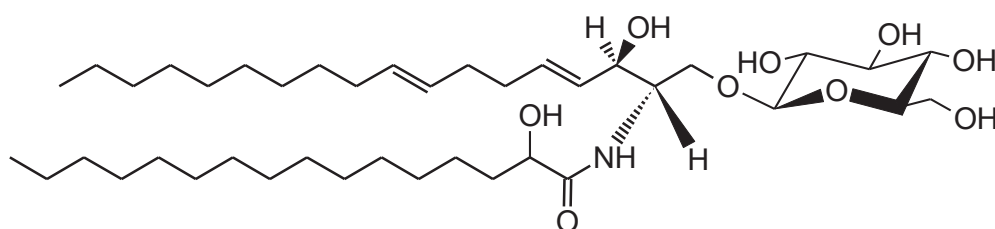


Рис. 3. Гликоspfинголипиды (цереброзиды)

Fig. 3. Glycosphingolipids (cerebroside)

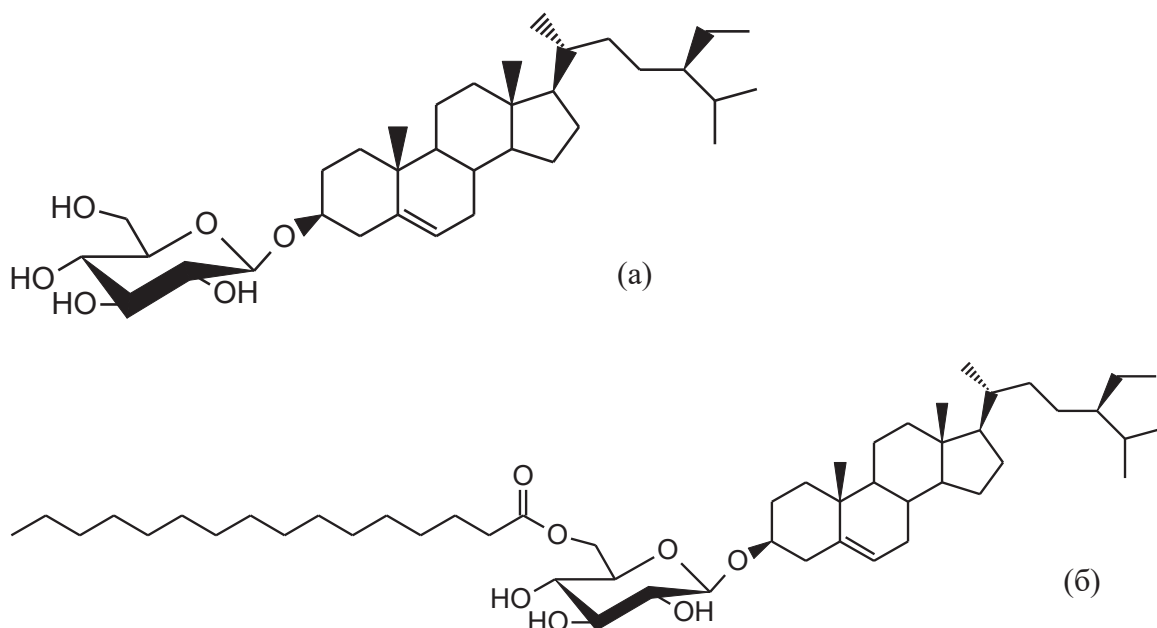


Рис. 4. (а) – стерилгликозиды; (б) – этерифицированные стерилгликозиды

Fig. 4. (a) – steryl glycosides; (b) – esterified sterile glycosides

этим грибом гликолипидов преобладают «Mannosylerythritol lipids» (MEL-B), имеющие состав: 4-O-β-(2',3'-di-O-alka(e)noyl-6'-O-acetyl-D-mannopyranosyl)-erythritol

[13]. Этот вид гликолипидов может быть синтезирован с использованием указанного микроорганизма из различных углеводов, таких как сахароза, глюкоза, фруктоза

и манноза. Достаточно эффективными субстратами являются оливковое масло и метилолеат. Однако при использовании последнего возникают существенные проблемы с выделением и очисткой конечного продукта. Увеличить эффективность процесса с получением выхода гликолипидов MEL-B до 12,8 г/л можно путем дополнительного внесения в субстрат сахарозы.

Описанные выше промышленно получаемые биологические поверхностно-активные вещества безопасны для окружающей среды и являются хорошей альтернативой поверхностно-активным веществам нефтехимического происхождения, используемым в различных секторах промышленности.

В настоящее время все большее внимание уделяется использованию микроводорослей в качестве источника гликолипидов с различным коммерческим применением. Эти гликолипиды (в основном гликоглицеролипиды) расположены в мембранах хлоропластов и тилакоидов. Гликолипиды из микроводорослей являются источником омега-3 жирных кислот, влияющих на физиологические функции организма, обеспечивая баланс между жирными кислотами омега-3 и омега-6 [19; 20].

После синтеза гликолипидных фракций тем или иным методом следует этап, задачей которого является максимальное извлечение гликолипидов из общей биомассы с минимальными потерями [21–23].

Существует достаточно много способов извлечения гликолипидов, что позволяет выбрать наиболее предпочтительный в тех или иных условиях. Такими способами являются: осаждение, экстракция различными растворителями, коагуляция, флотация и др. [24–26].

В последнее время в связи с получением новых данных о физиологических и технологически функциональных свойствах гликоглицеролипидов и их производных, за рубежом возрос интерес к разработке методов их извлечения из

различных видов растительного сырья и продуктов его переработки, в том числе и из фосфолипидных комплексов.

Следует отметить, что до настоящего времени работы по выделению гликолипидов из масличного сырья, и в том числе из различных видов фосфолипидных эмульсий и фосфатидных концентратов, содержащих в своем составе до 5% гликолипидов, практически не проводились. Во многом это обусловлено сложностью разделения гликолипидов и фосфолипидов, являющихся основными полярными липидами масличных семян, а также отсутствием простых надежных методов идентификации и определения содержания и состава гликолипидов.

Свойства. Гликолипиды играют важную роль в организации и функционировании клеточных мембран. В составе липидов мембран гепатоцитов и ацинарных клеток гликолипиды составляют равные с фосфатидилхолинами и сфингомиелинами доли (около 17%), при этом в составе миелина их содержание в среднем в 3 раза превышает содержание фосфатидилхолинов и сфингомиелинов [27].

Благодаря участию гликолипидов в метаболических превращениях и значимой роли в функционировании различных клеток организма человека и млекопитающих, большое внимание уделяется изучению их физиологически функциональных свойств [28–31].

Достоверно установлено, что гликолипиды обладают противомикробными [32], противовирусными [33], иммуномодулирующими [34], противоопухолевыми [35] и противогрибковыми [36] свойствами. Все это делает их интересными для использования в фармацевтическом производстве.

К одним из наиболее изученных видов гликолипидов относятся гликосфинголипиды, являющиеся компонентами мембран клеток организма человека и животных, проявляющие гипохолестеринемические, гиполипидемические и антиканцерогенные свойства [37; 38].

Другой вид гликолипидов – церамиды, входя в состав клеточных мембран в качестве молекул-предшественников участвуют в синтезе сфингомиелина, а в качестве сигнальных молекул обеспечивают протекание процессов клеточной дифференциации, пролиферации и апоптоза. Их физиологическая активность проявляется в подавлении роста раковых клеток, повышении эффективности лечения атопических дерматитов и др.

Физиологическая активность ганглиозидов связана с их участием в процессах повышения иммунитета кишечника и проявляется в подавлении роста патогенной микрофлоры, связывании бактериальных токсинов и др. [39; 40; 41].

Большой интерес в последние годы уделяется использованию в качестве физиологически функционального ингредиента комплекса полярных липидов молока, среди которых более 25% составляют гликосфингомиелины. Установлено, что гликосфингомиелины молока включают церамиды в составе лактозилцерамидов и глюкозилцерамидов и ганглиозиды [42; 43].

Выявлен достоверный эффект положительного влияния церамидов и ганглиозидов молока на процессы развития мозга в неонатальном периоде (Clandinin, 2009); процессы обучения и памяти (Wang, 2003); профилактику инфекционных заболеваний в раннем младенчестве (Rueda, 2007); защиту кишечника от некротического энтероколита (Schnabl, 2009; Clandinin, 2012). Доказано, что обогащение смесей для искусственного вскармливания младенцев полярными липидами буйволиного молока улучшает когнитивные функции и уменьшает количество инфекций, а также сужает разрыв в показателях здоровья грудных и искусственно вскармливаемых детей [44; 45].

Гликоглицеролипиды являются одними из основных представителей гликолипидов растительных клеток, клеток водорослей и микроорганизмов, [46–48].

Этот вид гликолипидов менее изучен по сравнению с гликосфинголипидами.

Между тем, гликоглицеролипиды привлекают интерес ученых в связи с имеющимися данными об их потенциальной активности при использовании в качестве противовирусных, противоопухолевых и противовоспалительных агентов [4]. Обнаружено, что в липидах овса содержится около 15% полярных липидов, из которых около 50% составляют гликоглицеролипиды, в основном состоящие из дигалактозилдиацилглицеролов, которые обладают выраженными эмульгирующими свойствами, обеспечивают стабилизацию липосомальных структур, могут успешно использоваться как компонент диетического питания, обеспечивающего своевременное возникновение чувства насыщения, а также как компонент косметической продукции [49].

Благодаря амфифильной природе молекулы гликолипидов обладают поверхностно-активными свойствами на границе раздела фаз разной полярности, что обеспечивает проявление эмульгирующей, солюбилизующей, антиадгезионной способностей. Природное происхождение, отсутствие цитотоксичности, а также высокая стабильность в широком диапазоне изменения pH, содержания солей и температуры делает гликолипиды перспективной альтернативой для использования в технологиях продуктов специализированного и функционального питания в качестве микроингредиентов, сочетающих физиологически и технологически функциональные свойства [8; 29; 44; 50]. Гликолипиды гипоаллергенны, не обладают выраженными запахом и вкусом и могут быть использованы в качестве эмульгаторов в пищевых или косметических рецептурах [10; 35; 51]. Так, например, гликолипиды, входящие в состав лецитинов, могут использоваться в качестве функционально технологической добавки при выпечке [20].

В целом, применение гликолипидов охватывает почти все важнейшие сферы деятельности человека [52; 53].

В сельском хозяйстве гликолипиды преимущественно выступают в качестве элиситоров (стимулируют проявление защитных функций растения), фунгицидов, гермицидов (борьба с сорными растениями) и адъювантов в их составе, инсектицидов (средства против вредителей) и биоцидных средств (контроль фитопатогенов).

Возможно применение гликолипидов в процессах дезактивация почв, загрязненных полиароматическими углеводородами, например 3,4-бенз(а)пиреном. Перспективными являются технологии ремедиации загрязненных почв с применением гуминовых и гумино-минеральных препаратов в сочетании с добавками деструкторов органических веществ, в том числе в сочетании с гликолипидами, снижающими поверхностно-активное натяжение между взаимодействующими веществами [54].

Введение гликолипидов с потоком воды в нефтяные скважины способствует повышению нефтеотдачи, при этом гликолипиды более экологически безопасны, чем химически синтезированные ПАВ, так как разрушаются природными микроорганизмами. ПАВ на основе гликолипидов также способствуют улучшению дренажных свойств скважин и снижению вязкости нефти за счет снижения поверхностного натяжения [55].

Методы идентификации гликолипидов. Классическая методика качественной идентификации гликолипидов, известная еще с середины 20 века, включает экстракцию липидной фракции исследуемого продукта по методу Фолча [56] в системе хлороформ: метанол (2:1), с ее последующей препаративной экстракцией в присутствии кремниевой кислоты для предварительного разделения полярных и неполярных липидов в хроматографической колонке. Качественный

состав полярной фракции устанавливают методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [57]. Существует множество вариантов соотношения растворителей при экстракции липидов по методу Фолча, которые необходимо экспериментально подбирать для достижения максимального выхода липидной фракции из различных продуктов. Модификации вышеописанной схемы отличаются способами экстракции, разделения и детектирования гликолипидов.

Существует способ экстракции липидов из навески измельченного объекта исследования в присутствии кремниевой кислоты, кизельгура и воды. Осадок с фильтра пошагово обрабатывают системой растворителей по классическому методу Фолча. После этого выделенные липиды фракционируют на три класса путем разделения их на двух хроматографических колонках [58]. Для идентификации гликолипидов пластины для ТСХ элюируют в системе растворителей хлороформ : ацетон : метанол : уксусная кислота : вода (65:20:10:10:3), в качестве проявителя используют дифениламинный раствор. Относительная простота метода делает его привлекательным с точки зрения воспроизводимости, однако этот метод длителен и трудоемок.

В современных методах ТСХ-анализа основное различие заключается в способах экстрагирования липидной матрицы из исследуемого образца, в способах разделения липидов по степени полярности, в системах растворителей для элюирования и системах для проявления и идентификации компонентов. Особый интерес представляет метод определения содержания гликолипидов на автоматизированной установке высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ). При этом особое значение имеет объем пробы при проведении количественного анализа. Наилучшие результаты разделения можно получить с использованием

системы растворителей ацетон / хлороформ / вода 6: 3: 0,4 (об. / об. / об.) в качестве подвижной фазы. Реагент дериватизации содержит метанол, пентагидрат сульфата меди (II), серную кислоту 98% и фосфорную кислоту 85%. Проведение процесса при указанных параметрах позволяет детектировать гликолипиды при длине волны 370 нм [59]. Однако использование метода ВЭТСХ не исключает предварительной многостадийной процедуры выделения анализируемых компонентов, их очистку [60; 61].

Более точным методом идентификации гликолипидов является высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) [62]. Преимуществом этого метода является возможность варьирования условий детектирования в зависимости от используемого детектора, использование различных колонок и режимов элюирования. Качественную и количественную идентификацию анализируемых веществ устанавливают по предварительно построенной градуировке с использованием стандартных образцов. Пробоподготовка также предусматривает экстракцию гликолипидов из исследуемого продукта и разделение липидов по полярности методом твердофазной экстракции. Известные методики различаются по системе растворителей, составу подвижной фазы и видам детекторов [63–65].

Основными видами детекторов являются ультрафиолетовый (UV), детектор электронного светорассеяния (ELSD), электроспрей (ESI), химическая ионизация при атмосферном давлении (APCI), а также различное их сочетание с одно- и трехквadrupольными масс-детекторами: ESI-MS, ESI-MS/MS, APCI -MC [66–68].

Все большее распространение находит метод ЯМР спектроскопии высокого разрешения [69]. Методы ЯМР широко

используются для качественной и количественной идентификации липидов в пищевых матрицах. ЯМР-анализ позволяет осуществлять неразрушающий контроль многокомпонентных систем без предварительного выделения идентифицируемого вещества.

Закключение. Приведенные в данном обзоре данные свидетельствуют, что гликолипиды обладают высоким биотехнологическим потенциалом для использования их при создании фармацевтических препаратов, косметической продукции и функциональных пищевых продуктов.

Из существующих способов промышленного производства гликолипидов наиболее распространенными являются способы на основе микробиологического и ферментативного синтезов. Биотехнологические процессы производства биомассы, содержащей гликолипиды, процесс их извлечения и очистки характеризуются большой трудоемкостью и материалоемкостью, что создает предпосылки для разработки инновационных способов получения гликолипидов. Перспективным сырьем для производства гликолипидов являются вторичные продукты переработки масличного сырья – фосфатидные эмульсии и фосфатидные концентраты, содержащие в своем составе до 5% гликолипидов.

Известные методы качественного и количественного определения гликолипидов (ТСХ, ВЭТСХ, ВЭЖХ) достаточно трудоемки, требуют предварительной пробоподготовки и предполагают наличие стандартных образцов. Наиболее перспективным представляется метод неразрушающего анализа, основанный на использовании ЯМР-спектроскопии высокого разрешения, не требующий предварительной пробоподготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Bireswar B., Tarun K.Gh., Nilimanka D. Application of bio-surfactants in cosmetics and pharmaceutical industry. *Scholars Academic Journal Pharmacy*. 2017; 6(7): 320–329.

2. Рудакова М.А., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. Биосурфактанты: современные тренды // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2021. Т. 163, № 2. С. 177–208.
3. Ohadi M., Shahravan A., Dehghannoudeh N. [et al.] Potential use of microbial surfactant in microemulsion drug delivery system: a systematic review. *Drug design, development and therapy*. 2020; 14: 541–550.
4. Merrill A.H., Vu M.N. Glycolipids. *Encyclopedia of Cell Biology*. Elsevier Inc. 2016; 1: 180–193.
5. Nakamura Y., Li-Beisson Y. Lipids in Plant and Algae Development. *Subcellular Biochemistry*. 2016; 86: 58.
6. Heinz Ernst. Plant glycolipids: Structure, isolation and analysis. *Advances in Lipid Methodology*. 2012: 211–332.
7. Inès Mnifa I., Ghribia D. Glycolipid biosurfactants: main properties and potential applications in agriculture and food industry. *J Sci Food Agric*. 2016; 96(13): 4310–4320.
8. Siebenhaller S., Grüniger J., Syldatk C. Enzymatic Synthesis of Glycolipid Surfactants. *Lipid Modification by Enzymes and Engineered Microbes*. 2018: 293–313.
9. Varvaresou A., Iakovou K. Biosurfactants in cosmetics and biopharmaceuticals. *Lett. Appl. Microbiol*. 2015; 61(3): 214–223.
10. Lang S., Trowitzsch-Kienast W. Grundlagen zur mikrobiellen Biotensid-Gewinnung und deren praktische Umsetzung. *Biotenside*. 2002: 23–24.
11. Sivapathasekaran C., Sen R. Origin, properties, production and purification of microbial surfactants as molecules with immense commercial potential. 2017; 54(2): 92–104.
12. Morita T., Ishibashi Y., Fukuoka T. [et al.] Production of Glycolipid Biosurfactants, Mannosylerythritol Lipids, by a Smut Fungus, *Ustilago scitaminea* NBRC 32730. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2009; 73(3): 788–792.
13. Inge N.A., Van Bogaert J. Zhang, W. Soetaert. Microbial synthesis of sophorolipids. *Review. Process Biochemistry*. 2011; 46(4): 821–833.
14. ПАВ микробного синтеза гликолипидной основы для бетонных и растворных смесей [Электронный ресурс] / Соломатов В.И. [и др.] // Вестник МГУ. 2000. 1–2. С. 125–127. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-udobreniy-v-stabilizatsii-urozhaynosti-polevyh-kultur-v-usloviyah-neustoychivogo-uvlazhneniya>
15. Штамм бактерий *rhodococcus erythropolis* – продуцент гликолипидов и белковой биомассы: патент RU 2 104 304 C1 / Винаров А.Ю. Сидоренко Т.Е. Цыганкова Н.И.; заявитель и патентообладатель Государственный научно-исследовательский институт биосинтеза белковых веществ; № 96101318/13, заявл. 1996.01.19; опублик. 1998.02.10.
16. Nunez A., Foglia T.A., Ashby R. Enzymatic synthesis of a galactopyranose sophorolipid fatty acid-ester. *Biotechnol Lett*. 2003; 25: 1291–1296.
17. Maekawa Y.T., Mizuki T. Chemical synthesis and cytotoxicity of neo-glycolipids; rare sugar-glycerol-lipid compounds. 2018; 4(10).
18. Costa E. Silva J., Mendonça S.H. [et al.] Lipidomic Approaches towards Deciphering Glycolipids from Microalgae as a Reservoir of Bioactive Lipids. *Mar. Drugs*. 2016; 14(5): 101.
19. Patrick L. Selmaier and Peter Koehler. Molecular Structure and Baking Performance of Individual Glycolipid Classes from Lecithins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009; 57(12): 5597–5609.
20. María J. Jiménez Callejón, Alfonso Robles Medina, Pedro A. [et al.] Simultaneous extraction and fractionation of lipids from the microalga *Nannochloropsis* sp. for the production of EPA-rich polar lipid concentrates. *Journal of Applied Phycology*. 2020; 32: 1117–1128.
21. Ranjith Kumar R., Hanumantha Rao P., Arumugam M. Lipid extraction methods from microalgae: a comprehensive review. *Front. Energy Res*. 2015; 2(61).
22. Lee Jae-Yon [et al.] Comparison of several methods for effective lipid extraction from microalgae. *Bioresource Technology*. 2010; 101: 575–577.

23. Papazi A., Makridis P., Divanach P. Harvesting *Chlorella minutissima* using cell coagulants. *J Appl Phycol.* 2010; 22: 349–355.
24. Uduman N., Danquah M.K., Hoadley. Marine microalgae flocculation and focused beam reflectance measurement. *Chemical Engineering Journal.* 2010; 162: 935–940.
25. Сас Е.И. Эссенциальные фосфолипиды в структуре концепции функционального питания // Фосфолипиды: новые возможности в технологии, аналитической химии, применении: Материалы XIV Международной конференции (Краснодар, 11–15 окт. 2016 г.). Краснодар, 2016.
26. Kitamoto D., Isoda H. and Nakahara T. Functions and potential applications of glycolipid biosurfactants. *J Biosci Bioeng.* 2002; 94: 187–201.
27. Gein S.V., Kuyukina M.S., Ivshina I.B. [et al.] In vitro cytokine stimulation assay for glycolipid biosurfactant from *Rhodococcus ruber*: role of monocyte adhesion. *Cytotechnol.* 2011; 63(6): 559–566.
28. Agostoni C. [et al.] Breast-feeding: A commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2009; 49(1): 112–125.
29. Timothy M. Cox. Future perspectives for glycolipid research in medicine. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2003; 358(1433): 967–973.
30. Altenbach H.J., Ihizane R., Jakob B. [et al.] Synthesis and Characterization of Novel Surfactants: Combination Products of Fatty Acids, Hydroxycarboxylic Acids and Alcohols. *J Surfact Deterg.* 2010; 13: 399–407.
31. Harada S. [et al.] A broad antiviral neutral glycolipid, fattiviracin FV-8, is a membrane fluidity modulator. *Cell. Microbiol.* 2007; 9(1): 196–203.
32. Иммуногенные липопептиды / Белявцев А.Н. [и др.] // Биомедицина. 2018. № 4. С. 88–95.
33. Recke V.K. [et al.] Lipase-catalyzed acylation of microbial mannosylerythritol lipids (biosurfactants) and their characterization. *Carbohydr.* 2013; 373: 82–88.
34. Teichmann B. [et al.] A biosynthetic gene cluster for a secreted cellobiose lipid with antifungal activity from *Ustilago maydis*. *Mol. Microbiol.* 2007; 66(2): 525–533.
35. Nyberg L. [et al.] A mutual inhibitory effect on absorption of sphingomyelin and cholesterol. *J. Nutr. Biochem.* 2000; 11(5): 244–249. [et al.] Dietary sphingolipids in colorectal cancer prevention *Eur. J. Cancer Prev.* 2002; 11(2): 193–197.
36. Minagawa M., Iiai T., Sato Y. [et al.] Repeated administration of alpha-galactosyl ceramide attenuates of natural killer T cells. *Gan To Kagaku Ryoho.* 2005; 32(11): 1553–1555.
37. Xue-Feng Wu, Xing-Xin Wu, Wen-Jie Guo [et al.] A glycosphingolipid compound, improves experimental colitis in mice with multiple targets against activated T lymphocytes. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2012; 263(3): 296–302.
38. Oku H., Wongtangtharn S., Iwasaki H. [et al.] Tumor specific cytotoxicity of glucosylceramide. *Cancer Chemother Pharmacol.* 2007; 60: 767–775.
39. Monakhova Y.B., Betzgen M., Diehl B.W.K. 1H NMR as a release methodology for analysis of phospholipids and other constituents in infant nutrition, *Anal. Methods.* 2016; 8: 7493–7499.
40. Timby N., Domellöf M., Lönnerdal B. [et al.] Supplementation of Infant Formula with Bovine Milk Fat Globule Membranes. *Adv Nutr.* 2017; 8(2): 351–355.
41. Timby N., Hernell O., Vaarala O. [et al.] Infections in Infants Fed Formula Supplemented With Bovine Milk Fat Globule Membranes. A Randomized Controlled Trial. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition.* 2015; 60: 384–389.
42. Hölzl G., Dörmann P. Structure and function of glycoglycerolipids in plants and bacteria. *Prog Lipid Res.* 2007; 46(5): 225–243.
43. Zhang J., Li C., Yu G. [et al.] Total synthesis and structure-activity relationship of glycoglycerolipids from marine organisms. *Mar Drugs.* 2014; 12(6): 3634–3659.

44. Подсолнечный шрот – экономически перспективное сырье для производства пищевых белково-углеводных продуктов / Широкоярова О.В. [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. № 5/6. С. 45–48.
45. Kuyukina M.S., Ivshina I.B., Gein S.V. [et al.] In vitro immunomodulating activity of bio-surfactant glycolipid complex from *Rhodococcus ruber*. *Bull Exp Biol Med*. 2007; 144(3): 326–330.
46. Tarahomjoo S., Alemzadeh I. Surfactant production by an enzymatic method. *Enzyme and Microbial Technology – ENZYME MICROB TECHNOL*. 2023; 33: 33–37.
47. Global Biosurfactants Market by Type (Glycolipids, Lipopeptides), Application (Detergent, Personal Care, Food Processing, Agricultural Chemicals) and Region (North America, Europe, Asia-Pacific, Rest of the World). Forecast to 2027. Research and markets [Электронный ресурс] [процитировано октябрь 2022]. Режим доступа: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4437552/biosurfactants-market-by-type-glycolipids>.
48. Anwendungsgebiete für Rhamnolipid-Liquid und Rhamnolipid-Pulver. Biotensidon [Электронный ресурс] [процитировано 11 ноября 2022]. Режим доступа: <https://biotensidon.com/anwendungsgebiete>.
49. Деструкция полиароматических углеводородов в окружающей среде. Зооинженерный факультет МСХА [Электронный ресурс] [Процитировано: 1.09.2022]. Режим доступа: <https://www.activestudy.info/destrukciya-poliaromaticheskix-uglevodorodov-v-okruzhayushhej-srede/>
50. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Охрана окружающей среды: процессы и аппараты защиты гидросферы: учебник. 5-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2018.
51. Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem*. 1957; 226(1): 497–509.
52. Kates M. *Techniques of Lipidology*. North Holland, American Elsevier, Amsterdam, New York, 1972: 398–401.
53. Peng A.C. Composition of the lipids in cabbage. *Lipids*. 1974; 9(5): 299–301.
54. Wenzel O., Fernández J., Sohling U. [et al.] Quantitative Determination of Natural Glycolipids from Oil Seed by Automated High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC). *J Am Oil Chem Soc*. 2015; 92: 633–644.
55. Osagie A.U., Kates M. Lipid composition of millet (*Pennisetum americanum*) seeds. *Lipids*. 1984; 19(12): 958–965.
56. Wenzel O., Fernández J., Sohling U. [et al.] Quantitative Determination of Natural Glycolipids from Oil Seed by Automated High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC). *J Am Oil Chem Soc*, 2015; 92(5): 633–644.
57. Liengprayoon S., Sriroth K., Dubreucq E. [et al.] Glycolipid composition of *Hevea brasiliensis* latex. *Phytochemistry*. 2011; 72(14–15): 1902–1913.
58. Newburg D.S., Chaturvedi P. Neutral glycolipids of human and bovine milk. *Lipids*. 1992; 27(11): 923–927.
59. Sugawara T., Miyazawa T. Separation and determination of glycolipids from edible plant sources by high-performance liquid chromatography and evaporative light-scattering detection. *Lipids*. 1999; 34(11): 1231–1237.
60. Nguyen Tuyet M., De Vrieze M., Van de Walle D. [et al.] Analysis of glycolipids in vegetable lecithin with HPLC-ELSD. In: 13th International symposium on Hyphenated Techniques in Chromatography and Separation Technology (HTC-13) and 3rd International symposium on Hyphenated Techniques for Sample Preparation (HTSP-3), Book of abstracts, 2014.
61. Walker G.C. Determination of flour glycolipids as their benzoyl derivatives by high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection. *Cereal chemistry*, 1988; 65(5): 433–435.
62. Moreau R.A., Doehlert D.C., Welti R. [et al.] The identification of mono-, di-, tri-, and tetra-galactosyl-diacylglycerols and their natural estolides in oat kernels. *Lipids*. 2008; 43(6): 533–548.

63. Popendorf K.J., Fredricks H.F., Van Mooy B.A. Molecular ion-independent quantification of polar glycerolipid classes in marine plankton using triple quadrupole MS. *Lipids*. 2013; 48(2): 185–95.
64. Bernd W.K. Diehl. NMR of Polar Lipid. *Polar Lipids*. 2015: 391–438.

REFERENCES:

1. Bireswar B., Tarun K. Gh., Nilimanka D. Application of bio-surfactants in cosmetics and pharmaceutical industry. *Scholars Academic Journal Pharmacy*. 2017; 6(7): 320–329.
2. Rudakova M.A., Galitskaya P.Yu., Selivanovskaya S.Yu. Biosurfactants: current trends. *Transactions of Kazan university. Series: Natural Sciences*. 2021; 163(2): 177–208. (In Russ.)
3. Ohadi M., Shahravan A., Dehghannoudeh N. [et al.] Potential use of microbial surfactant in microemulsion drug delivery system: a systematic review. *Drug design, development and therapy*. 2020; 14: 541–550.
4. Merrill A.H., Vu M.N. Glycolipids. *Encyclopedia of Cell Biology*. Elsevier Inc. 2016; 1: 180–193.
5. Nakamura Y., Li-Beisson Y. Lipids in Plant and Algae Development. *Subcellular Biochemistry*. 2016; 86: 58.
6. Heinz Ernst. Plant glycolipids: Structure, isolation and analysis. *Advances in Lipid Methodology*. 2012: 211–332.
7. Inès Mnifa I., Ghribia D. Glycolipid biosurfactants: main properties and potential applications in agriculture and food industry. *J Sci Food Agric*. 2016; 96(13): 4310–4320.
8. Siebenhaller S., Grüninger J., Syldatk C. Enzymatic Synthesis of Glycolipid Surfactants. *Lipid Modification by Enzymes and Engineered Microbes*. 2018: 293–313.
9. Varvaresou A., Iakovou K. Biosurfactants in cosmetics and biopharmaceuticals. *Lett. Appl. Microbiol*. 2015; 61(3): 214–223.
10. Lang S., Trowitzsch-Kienast W. Grundlagen zur mikrobiellen Biotensid-Gewinnung und deren praktische Umsetzung. *Biotenside*. 2002: 23–24.
11. Sivapathasekaran C., Sen R. Origin, properties, production and purification of microbial surfactants as molecules with immense commercial potential. 2017; 54(2): 92–104.
12. Morita T., Ishibashi Y., Fukuoka T. [et al.] Production of Glycolipid Biosurfactants, Mannosylerythritol Lipids, by a Smut Fungus, *Ustilago scitaminea* NBRC 32730. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2009; 73(3): 788–792.
13. Inge N.A., Van Bogaert J. Zhang, W. Soetaert. Microbial synthesis of sophorolipids. Review. *Process Biochemistry*. 2011; 46(4): 821–833.
14. Surfactant of microbial synthesis of glycolipid base for concrete and mortar mixtures [Electronic resource] / Solomatov V.I. [et al.] // *Bulletin of Moscow State University*. 2000. 1–2. pp. 125–127. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-udobreniy-v-stabilizatsii-urozhaynosti-polevyh-kulturn-v-usloviyah-neustoychivogo-uvlazhneniya>.
15. *Rhodococcus erythropolis* Bacterial strain as a producer of glycolipids and protein biomass: patent RU 2 104 304 C1 / Vinarov A.Yu. Sidorenko T.E. Tsygankova N.I.; applicant and patent holder State Research Institute of Biosynthesis of Protein Substances; No. 96101318/13, Appl. 1996.01.19; publ. 1998.02.10.
16. Nunez A., Foglia T.A., Ashby R. Enzymatic synthesis of a galactopyranose sophorolipid fatty acid–ester. *Biotechnol Lett*. 2003; 25: 1291–1296.
17. Maekawa Y.T., Mizuki T. Chemical synthesis and cytotoxicity of neo-glycolipids; rare sugar-glycerol-lipid compounds. 2018; 4(10).
18. Costa E. Silva J., Mendonça S.H. [et al.] Lipidomic Approaches towards Deciphering Glycolipids from Microalgae as a Reservoir of Bioactive Lipids. *Mar. Drugs*. 2016; 14(5): 101.

19. Patrick L. Selmair and Peter Koehler. Molecular Structure and Baking Performance of Individual Glycolipid Classes from Lecithins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009; 57(12): 5597–5609.
20. María J. Jiménez Callejón, Alfonso Robles Medina, Pedro A. [et al.] Simultaneous extraction and fractionation of lipids from the microalga *Nannochloropsis* sp. for the production of EPA-rich polar lipid concentrates. *Journal of Applied Phycology*. 2020; 32: 1117–1128.
21. Ranjith Kumar R., Hanumantha Rao P., Arumugam M. Lipid extraction methods from microalgae: a comprehensive review. *Front. Energy Res.* 2015; 2(61).
22. Lee Jae-Yon [et al.]. Comparison of several methods for effective lipid extraction from microalgae. *Bioresource Technology*. 2010; 101: 575–577.
23. Papazi A., Makridis P., Divanach P. Harvesting *Chlorella minutissima* using cell coagulants. *J Appl Phycol.* 2010; 22: 349–355.
24. Uduman N., Danquah M.K. Hoadley. Marine microalgae flocculation and focused beam reflectance measurement. *Chemical Engineering Journal*. 2010; 162: 935–940.
25. Sas E.I. Essential phospholipids in the structure of the concept of functional nutrition // *Phospholipids: new opportunities in technology, analytical chemistry, application: Proceedings of the XIV International Conference (Krasnodar, October 11–15, 2016)*. Krasnodar, 2016.
26. Kitamoto D., Isoda H. and Nakahara T. Functions and potential applications of glycolipid biosurfactants. *J Biosci Bioeng.* 2002; 94: 187–201.
27. Gein S.V., Kuyukina M.S., Ivshina I.B. [et al.] In vitro cytokine stimulation assay for glycolipid biosurfactant from *Rhodococcus ruber*: role of monocyte adhesion. *Cytotechnol.* 2011; 63(6): 559–566.
28. Agostoni C. [et al.] Breast-feeding: A commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2009; 49(1): 112–125.
29. Timothy M. Cox. Future perspectives for glycolipid research in medicine. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2003; 358(1433): 967–973.
30. Altenbach H.J., Ihizane R., Jakob B. [et al.] Synthesis and Characterization of Novel Surfactants: Combination Products of Fatty Acids, Hydroxycarboxylic Acids and Alcohols. *J Surfact Deterg.* 2010; 13: 399–407.
31. Harada S. [et al.] A broad antiviral neutral glycolipid, fattiviracin FV-8, is a membrane fluidity modulator. *Cell. Microbiol.* 2007; 9(1): 196–203.
32. Belyavtsev A.N. [et al.] Immunogenic lipopeptides. *Biomedicine*. 2018; 4: 88–95. (In Russ.)
33. Recke V.K. [et al.] Lipase-catalyzed acylation of microbial mannosylerythritol lipids (biosurfactants) and their characterization. *Carbohydr.* 2013; 373: 82–88.
34. Teichmann B. [et al.] A biosynthetic gene cluster for a secreted cellobiose lipid with antifungal activity from *Ustilago maydis*. *Mol. Microbiol.* 2007; 66(2): 525–533.
35. Nyberg L. [et al.] A mutual inhibitory effect on absorption of sphingomyelin and cholesterol. *J. Nutr. Biochem.* 2000; 11(5): 244–249. [et al.] Dietary sphingolipids in colorectal cancer prevention *Eur. J. Cancer Prev.* 2002; 11(2): 193–197.
36. Minagawa M., Iiai T., Sato Y. [et al.] Repeated administration of alpha-galactosyl ceramide attenuates of natural killer T cells. *Gan To Kagaku Ryoho.* 2005; 32(11): 1553–1555.
37. Xue-Feng Wu, Xing-Xin Wu, Wen-Jie Guo [et al.] A glycosphingolipid compound, improves experimental colitis in mice with multiple targets against activated T lymphocytes. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2012; 263(3): 296–302.
38. Oku H., Wongtangtharn S., Iwasaki H. [et al.] Tumor specific cytotoxicity of glucosylceramide. *Cancer Chemother Pharmacol.* 2007; 60: 767–775.
39. Monakhova Y.B., Betzgen M., Diehl B.W.K. ¹H NMR as a release methodology for analysis of phospholipids and other constituents in infant nutrition, *Anal. Methods*. 2016; 8: 7493–7499.
40. Timby N., Domellöf M., Lönnerdal B. [et al.] Supplementation of Infant Formula with Bovine Milk Fat Globule Membranes. *Adv Nutr.* 2017; 8(2): 351–355.

41. Timby N., Hernell O., Vaarala O. [et al.] Infections in Infants Fed Formula Supplemented With Bovine Milk Fat Globule Membranes. A Randomized Controlled Trial. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 2015; 60: 384–389.
42. Hölzl G., Dörmann P. Structure and function of glycoglycerolipids in plants and bacteria. *Prog Lipid Res*. 2007; 46(5): 225–243.
43. Zhang J., Li C., Yu G. [et al.] Total synthesis and structure–activity relationship of glycoglycerolipids from marine organisms. *Mar Drugs*. 2014; 12(6): 3634–3659.
44. Shirokoryadova O.V. [et al.] Sunflower residues as an economically promising raw material for the production of food protein-carbohydrate products. *Proceedings of universities. Food technology*. 2009; 5/6: 45–48. (In Russ.)
45. Kuyukina M.S., Ivshina I.B., Gein S.V. [et al.] In vitro immunomodulating activity of biosurfactant glycolipid complex from *Rhodococcus ruber*. *Bull Exp Biol Med*. 2007; 144(3): 326–330.
46. Tarahomjoo S., Alemzadeh I. Surfactant production by an enzymatic method. *Enzyme and Microbial Technology – ENZYME MICROB TECHNOL*. 2023; 33: 33–37.
47. Global Biosurfactants Market by Type (Glycolipids, Lipopeptides), Application (Detergent, Personal Care, Food Processing, Agricultural Chemicals) and Region (North America, Europe, Asia–Pacific, Rest of the World). Forecast to 2027. Research and markets [Электронный ресурс] [процитировано октябрь 2022]. Режим доступа: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4437552/biosurfactants-market-by-type-glycolipids>.
48. Anwendungsgebiet für Rhamnolipid–Liquid und Rhamnolipid–Pulver. Biotensidon [Electronic resource]. URL: <https://biotensidon.com/anwendungsgebiete>.
49. Destruction of polyaromatic hydrocarbons in the environment. Zooengineering Faculty of the Moscow Agricultural Academy [Electronic resource]. URL: <https://www.activestudy.info/destrukciya-poliaromaticeskix-uglevodorodov-v-okruzhayushhej-srede/>
50. Rodionov A.I., Klushin V.N., Sister V.G. Environmental protection: processes and devices for protecting the hydrosphere: a textbook. 5th ed., rev. and add. M.: Yurayt; 2018.
51. Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem*. 1957; 226(1): 497–509.
52. Kates M. *Techniques of Lipidology*. North Holland, American Elsevier, Amsterdam, New York, 1972: 398–401.
53. Peng A.C. Composition of the lipids in cabbage. *Lipids*. 1974; 9(5): 299–301.
54. Wenzel O., Fernández J., Sohling U. [et al.] Quantitative Determination of Natural Glycolipids from Oil Seed by Automated High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC). *J Am Oil Chem Soc*. 2015; 92: 633–644.
55. Osagie A.U., Kates M. Lipid composition of millet (*Pennisetum americanum*) seeds. *Lipids*. 1984; 19(12): 958–965.
56. Wenzel O., Fernández J., Sohling U. [et al.] Quantitative Determination of Natural Glycolipids from Oil Seed by Automated High-Performance Thin-Layer Chromatography (HPTLC). *J Am Oil Chem Soc*, 2015; 92(5): 633–644.
57. Liengprayoon S., Sriroth K., Dubreucq E. [et al.] Glycolipid composition of *Hevea brasiliensis* latex. *Phytochemistry*. 2011; 72(14–15): 1902–1913.
58. Newburg D.S., Chaturvedi P. Neutral glycolipids of human and bovine milk. *Lipids*. 1992; 27(11): 923–927.
59. Sugawara T., Miyazawa T. Separation and determination of glycolipids from edible plant sources by high-performance liquid chromatography and evaporative light-scattering detection. *Lipids*. 1999; 34(11): 1231–1237.
60. Nguyen Tuyet M., De Vrieze M., Van de Walle D. [et al.] Analysis of glycolipids in vegetable lecithin with HPLC–ELSD. In: 13th International symposium on Hyphenated Techniques in

Chromatography and Separation Technology (HTC–13) and 3rd International symposium on Hyphenated Techniques for Sample Preparation (HTSP–3), Book of abstracts; 2014.

61. Walker G.C. Determination of flour glycolipids as their benzoyl derivatives by high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection. *Cereal chemistry*, 1988; 65(5): 433–435.

62. Moreau R.A., Doehlert D.C., Welti R. [et al.] The identification of mono-, di-, tri-, and tetra-galactosyl-diacylglycerols and their natural estolides in oat kernels. *Lipids*. 2008; 43(6): 533–548.

63. Popendorf K.J., Fredricks H.F., Van Mooy B.A. Molecular ion-independent quantification of polar glycerolipid classes in marine plankton using triple quadrupole MS. *Lipids*. 2013; 48(2): 185–95.

64. Bernd W.K. Diehl. NMR of Polar Lipid. *Polar Lipids*. 2015: 391–438.

Информация об авторах / Information about the authors

Герасименко Евгений Олегович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доктор технических наук, профессор

Слободяник Маргарита Вадимовна, лаборант-исследователь Испытательного центра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

mar.slobodyanik@mail.ru

Сонин Сергей Александрович, старший научный сотрудник Испытательного центра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», кандидат технических наук

Попкова Полина Олеговна, лаборант-исследователь Испытательного центра ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Evgeny O. Gerasimenko, Doctor of Technical Sciences, a professor of the Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity Science, Processes and Apparatuses of FSBEI HE «Kuban State Technological University», Doctor of Technical Sciences, a professor

Margarita V. Slobodyanik, a research laboratory assistant of the Testing Center of FSBEI HE «Kuban State Technological University»

mar.slobodyanik@mail.ru

Sergey A. Sonin, a senior researcher of the Testing Center of FSBEI HE «Kuban State Technological University», Candidate of Technical Sciences

Polina O. Popkova, a research laboratory assistant of the Testing Center of FSBEI HE «Kuban State Technological University»

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-51-59>

УДК 663.222:663.252.4

© 2022

Поступила 02.11.2022

Received 02.11.2022



Принята в печать 26.12.2022

Accepted 26.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ АРОМАТООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МОЛОДЫХ КРАСНЫХ ВИНАХ

Людмила В. Гнетько*, Майя М. Удычак,
Мира М. Коблева, Белла Б. Сиюхова

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

Аннотация. Одним из основных требований к молодым винам является сохранение достоинств винограда, в том числе яркого сортового аромата, характерного для эфирных масел, сконцентрированных в кожице ягод. Вместе с тем, в формировании аромата вина участвуют вещества, синтезируемые ферментными системами дрожжевых клеток в процессе спиртового брожения. Основными факторами, влияющими на образование и соотношение ароматообразующих веществ в вине, является состав субстрата, раса дрожжей и условия проведения процесса брожения. Поэтому исследования влияния условий проведения процесса брожения при производстве молодых красных виноматериалов на химический состав ароматообразующих компонентов вина являются актуальными. Анализ полученных данных свидетельствует о влиянии способов проведения процесса спиртового брожения на содержание ароматообразующих соединений: альдегидов, кетонов, высших и многоатомных спиртов, эфиров и кислот жирного ряда. Показано, что брожение суслу на мезге, в отличие от углекислотной мацерации, ведет к большему накоплению продуктов окисления: ацетальдегида, ацетоина и диацетила, а также способствует большему содержанию высших спиртов. В условиях углекислотной мацерации происходит существенное накопление ароматического спирта – фенилэтанола. Проведенные исследования показали, что использование углекислотной мацерации с использованием сорта винограда Молдова привело в целом к значительно меньшему образованию продуктов окисления как компонентов суслу, так и продуктов брожения. Дополнительное внесение углекислоты способствовало снижению ОВ-потенциала бродящего суслу, что стимулировало накопление веществ в восстановленной форме. Вместе с тем, содержание эфиров в случае искусственной мацерации выше, чем при обычных условиях, что говорит о более интенсивных ферментативных реакциях этерификации.

Установлено, что углекислотная мацерация в сравнении с классической переработкой винограда способствует большему образованию и экстракции благоприятных ароматических компонентов, а дополнительное внесение углекислоты усиливает этот процесс.

Ключевые слова: красные вина, способы экстрагирования, углекислотная мацерация, брожение, ароматообразующие вещества, альдегиды, кетоны, эфиры, спирты

Для цитирования: Исследование влияния условий брожения на содержание ароматообразующих веществ в молодых красных винах / Гнетко Л.В. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 51-59. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-51-59>

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF FERMENTATION CONDITIONS ON THE CONTENT OF AROMATIC SUBSTANCES IN YOUNG RED WINES

Lyudmila V. Gnetko*, Maya M. Udychak,
Mira M. Kobleva, Bella B. Siyukhova

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

Abstract. One of the main requirements for young wines is preservation the qualities of the grapes, including the bright varietal aroma characteristic of essential oils concentrated in the grape skins. At the same time, in the formation of the aroma of wine, substances synthesized by the enzyme systems of yeast cells are involved in the process of alcoholic fermentation. The main factors influencing the formation and ratio of aroma-forming substances in wine are the composition of the substrate, the race of yeast and the conditions for the fermentation process. Therefore, studies of the influence of the conditions of the fermentation process in the production of young red wine materials on the chemical composition of the aroma-forming components of wine are relevant. The analysis of the data obtained indicates the influence of the methods of carrying out the alcohol process on the content of aroma-forming compounds: aldehydes, ketones, higher and polyhydric alcohols, esters and fatty acids. It has been shown that the fermentation of the pulp wort, unlike carbon dioxide maceration, leads to a greater accumulation of oxidation products: acetaldehyde, acetoin and diacetyl, and also contributes to a higher content of higher alcohols. Under conditions of carbon dioxide maceration, a significant accumulation of aromatic alcohol – phenylethanol occurs. The conducted studies have shown that the use of carbon dioxide maceration using the Moldova grape variety generally has led to a significantly lower formation of oxidation products of both wort components and fermentation products. The additional introduction of carbon dioxide contributed to a decrease in the RH potential of the fermenting wort, which stimulated the accumulation of substances in a reduced form. At the same time, the content of esters in the case of artificial maceration is higher than under normal conditions, which indicates more intense enzymatic esterification reactions.

It has been established that carbon dioxide maceration, in comparison with the classical processing of grapes, contributes to a greater formation and extraction of favorable aromatic components, and the additional introduction of carbon dioxide enhances this process.

Keywords: red wines, extraction methods, carbonic acid maceration, fermentation, aroma-forming substances, aldehydes, ketones, esters, alcohols

For citation: Study of the influence of fermentation conditions on the content of aroma-forming substances in young red wines / Gnetko L.V. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 51-59. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-51-59>

Одним из основных требований к молодым винам является сохранение достоинств винограда, в том числе яркого сортового аромата, характерного для

эфирных масел, сконцентрированных в кожице ягод. Вместе с тем, в формировании аромата вина участвуют вещества, синтезируемые ферментными системами дрожжевых клеток в процессе спиртового брожения. Известно, что основными факторами, влияющими на образование и соотношение ароматообразующих веществ в вине, является состав субстрата, раса дрожжей и условия проведения процесса брожения [1].

В связи с этим, целью работы стало исследование способов производства молодых красных виноматериалов на химический состав ароматообразующих компонентов вина. Для этого была проведена серия экспериментов по исследованию химических показателей виноматериалов, приготовленных по классической технологии красных вин и с применением метода углекислотной мацерации.

Объектом исследования послужили виноматериалы, выработанные из сорта винограда Молдова с применением различных технологических приемов. В ходе эксперимента в качестве контрольного образца использовали виноматериал, полученный по традиционной технологии, в результате брожения сусла на мезге. Опытные образцы были получены способом углекислотной мацерации, т.е.

сбраживанием целых гроздей винограда в условиях естественно образующейся углекислоты эндогенного происхождения при продолжительности процесса в течение 4 суток (опыт № 1). Вторым опытный образец был получен с интенсификацией процесса углекислотной мацерации путем дополнительного введения углекислого газа экзогенного происхождения и увеличения продолжительности процесса до 7 суток. В полученных виноматериалах определяли массовую концентрацию альдегидов, кетонов, эфиров и жирных кислот, влияющих на формирование органолептических свойств виноматериалов. Экспериментальные данные представлены на рисунках 1–4.

Ацетальдегид, образующийся в ходе глицеропировиноградного брожения, является основным источником образования вторичных продуктов спиртового брожения. Для столовых вин высокое содержание ацетальдегида нежелательно, поскольку может вызвать появление резкости в аромате [1; 2]. Анализ содержания ацетальдегида показал довольно высокую его концентрацию в контрольном образце, полученном брожением сусла на мезге – 253,3 мг/дм³, однако в опытных образцах его содержание было значительно ниже (рис. 1).

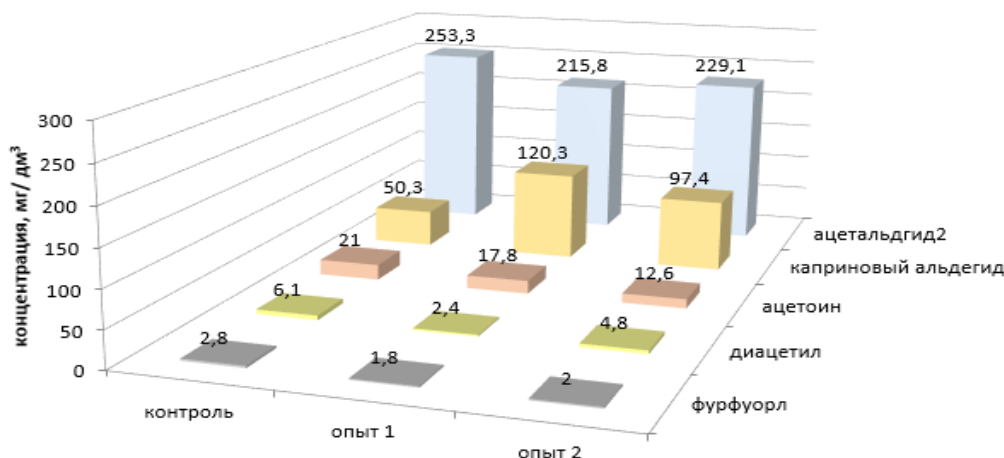


Рис. 1. Содержание альдегидов и кетонов в экспериментальных образцах молодых красных виноматериалов

Fig. 1. The content of aldehydes and ketones in experimental samples of young red wine materials

Известно, что ацетальдегид угнетает процесс брожения, поэтому физиологической необходимостью дрожжей является его превращение в другие продукты, а именно в кислоты, этиловый спирт, 2,3-бутиленгликоль и др. [3; 4]. Брожение в условиях CO_2 -мацерации, исключая контакт суслу с кислородом воздуха, способствует накоплению вторичных продуктов брожения в восстановленной форме.

Установлено, что в опытных образцах содержание 2,3-бутиленгликоля, придающего вину мягкость во вкусе, превышало его концентрацию в контроле на 45,4 и 49,5 мг/дм³ соответственно.

Полученные результаты можно объяснить большей ферментативной активностью дрожжей в условиях анаэробно-осуществляющих дальнейшее превращение ацетальдегида.

Во всех исследуемых образцах были обнаружены диацетил и ацетон, характеризующие окисленность вина. Их содержание в контроле существенно превышало концентрации в опытных образцах, что указывает на превалирование в них восстановительных процессов. В ходе углекислотной мацерации, особенно в случае дополнительного введения

углекислоты, активность оксидаз постепенно уменьшается и в конце брожения происходит полная их инактивация вследствие жизнедеятельности дрожжей и отсутствия кислорода.

В исследуемых образцах был обнаружен фурфурол в концентрациях намного ниже порогового значения, поэтому в данном случае он не оказывает влияния на органолептические свойства виноматериалов.

Из ароматообразующих компонентов преобладающими в количественном отношении в виноматериалах являются спирты. Известно, что высшие спирты, с одной стороны имея цветочно-фруктовые оттенки в аромате, участвуют в формировании букета вина, с другой стороны, их избыток приводит к появлению сивушных оттенков, что отрицательно влияет на качество вина [5; 6].

Среди одноатомных спиртов в образовании аромата и вкуса виноматериалов большое значение имеют метанол, пропанол, изоамилол и гексанол, являющихся продуктами метаболизма дрожжей. Наибольшей массовой концентрацией метанола отличались опытные образцы, особенно образец № 2 (рис. 2). Зная, что метанол спонтанно образуется в вине в

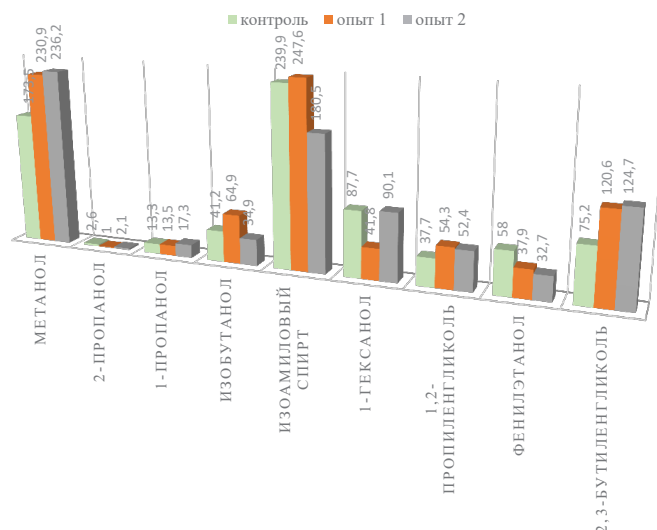


Рис. 2. Содержание спиртов в экспериментальных образцах молодых красных виноматериалов

Fig. 1. The content of alcohols in experimental samples of young red wine materials

процессе энзиматических преобразований пектиновых веществ, в состав которых входят метиловые эфиры галактуроновых кислот, можно предположить, что более продолжительная углекислотная мацерация с дополнительным внесением CO_2 экзогенного происхождения интенсифицирует экстракционные процессы и ведет к большему накоплению пектиновых веществ и их последующему гидролизу.

В результате исследований в контрольном и опытных образцах были обнаружены: 2-пропанол, 1-пропанол, изобутанол, изоамиловый и 1-гексанол. Причем наблюдается значительное варьирование их концентраций в зависимости от способа брожения.

Из известных высших спиртов вина наиболее неприятным ароматом обладает изоамиловый спирт. Наибольшее его накопление установлено в контроле (239,9 мг/дм³) и в опытном образце № 1 (247,6 мг/дм³). Существенно меньше изоамилового спирта обнаружено в опытном образце № 2 (180,5 мг/дм³). Этот же образец (№ 2) выделялся минимальным содержанием изобутанола. Как известно, изоамиловый спирт и изобутанол составляют 95% от всех сивушных спиртов. Кроме того, по сравнению с контролем, данный образец имел меньшую концентрацию 2-пропанола, также оказывающего отрицательное влияние на ароматические свойства вина, но при этом отличался максимальным содержанием 1-пропанола. Положительным фактором можно считать наиболее высокое содержание в образце № 2 высококипящего 1-гексанола, обладающего фруктовым ароматом.

Сумма сивушных спиртов в контрольном образце составила 384,7 мг/дм³, что на 15,9 мг/дм³ больше, чем в опытном образце № 1, и на 59,8 мг/дм³, чем в опытном образце № 2. При этом, высокое суммарное содержание сивушных спиртов в контрольном варианте обусловлено высоким содержанием изоамилового спирта и изобутанола.

Положительное воздействие на аромат вина оказывают спирты ароматического ряда, в том числе фенилэтанол, обладающий интенсивным ароматом, напоминающим запах розы. Его накоплением выгодно отличался контрольный образец (58 мг/дм³). Концентрация фенилэтанола в контроле была более чем на 20 мг/дм³ больше, чем в опытных образцах.

Таким образом, при более продолжительном брожении в анаэробных условиях среда в меньшей степени обогащается такими побочными продуктами брожения, как сивушные спирты, при этом содержит больше высококипящих спиртов. Поэтому можно предположить, что при брожении суслу на мезге дрожжи более активно вовлекают аминокислоты и углеводы в биосинтез высших спиртов.

Определение массовых концентраций сложных эфиров в исследуемых образцах (рис. 3) выявило значительное количественное преимущество этилацетата – 100,2 мг/дм³ (контроль), 127,2 мг/дм³ (опыт 1) и 113,0 мг/дм³ (опыт 2), что объясняется преобладанием в вине этанола и уксусной кислоты, в сравнении с содержанием других спиртов и кислот. Этиловый эфир уксусной кислоты отличается легким фруктовым тоном и в малых дозах гармонирует с букетом качественного вина. Однако в больших количествах этилацетат отрицательно влияет на вкус и аромат вина. Порог ощущения этилацетата в вине 180–200 мг/дм³, поэтому в исследуемых образцах он может участвовать только в формировании фонового аромата.

Среди сложных эфиров, образующихся в процессе брожения, в опытных образцах в небольших количествах выявлены метилацетат, изоамилацетат, что объясняется невысоким содержанием в вине соответствующих спиртов и кислот, а также начальным этапом этерификации. Более существенным накоплением метилацетата (8,3 мг/дм³) отличился опытный образец № 1, изоамилацетата (12,6 мг/дм³) – контроль.

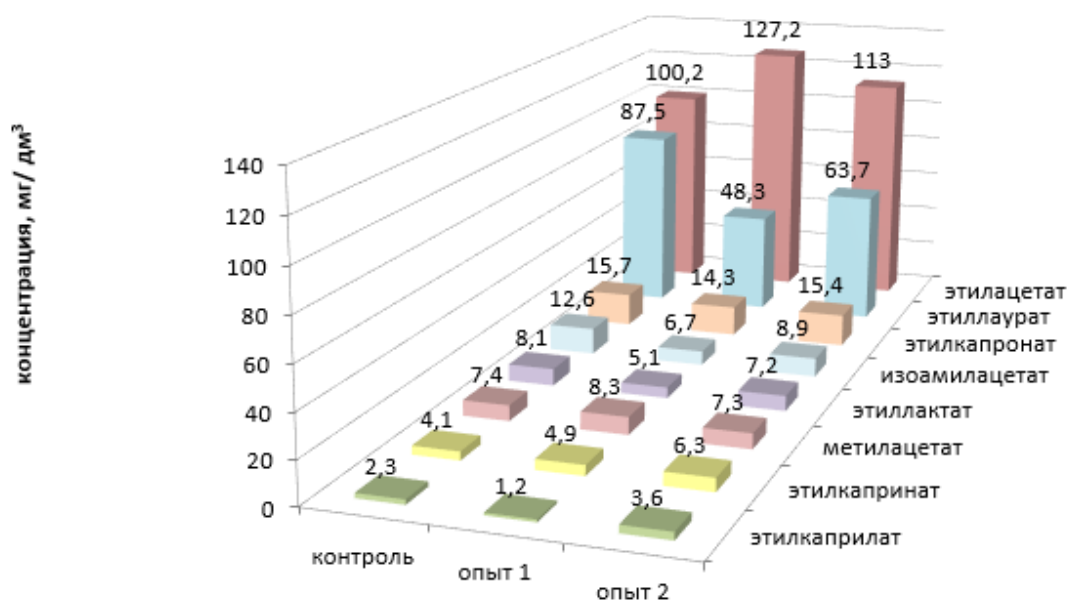


Рис. 3. Содержание эфиров в экспериментальных образцах молодых красных виноматериалов

Fig. 1. The content of esters in experimental samples of young red wine materials

Из высококипящих этиловых эфиров высших жирных кислот были идентифицированы: этилкапронат, этилкаприлат, являющийся составным компонентом энантового эфира, и этилкапринат, имеющий сильный фруктово-цветочный аромат. По накоплению этилкаприлата и этилкаприната выгодно отличался опытный образец № 2 (3,6 мг/дм³ и 6,3 мг/дм³), что можно объяснить более продолжительным контактом вина с дрожжами.

Все исследуемые образцы отличались друг от друга содержанием таких высококипящих эфиров, как этиллактат и этиллаурат. Максимальные количества этиллактата, способствующего смягчению вкуса вина, и этиллаурата были обнаружены в контроле: 8,1 мг/дм³ и 87,5 мг/дм³ соответственно. Минимальные концентрации данных эфиров были установлены в опытном образце № 1 (5,1 мг/дм³ этиллактата и 48,3 мг/дм³ этиллаурата). Увеличение продолжительности процесса углекислотной мацерации привело к увеличению содержания этиллактата на 2,1 мг/дм³ и этиллаурата на 15,4 мг/дм³ (образец № 2).

Установлено, что наиболее высокое суммарное содержание сложных эфиров принадлежит контрольному образцу (237,9 мг/дм³), при этом оно обусловлено более высоким содержанием изоамилацетата, этилкапроната, этиллактата и этиллаурата. Суммарное содержание сложных эфиров в опытных образцах было ниже на 21,9 мг/дм³ в образце № 1 и на 12,5 мг/дм³ в образце № 2.

Сравнительный анализ количественного содержания сложных эфиров в опытных образцах (№ 1 и № 2) показал значительное преобладание в образце № 2 изоамилацетата, а также высококипящих сложных эфиров с приятным фруктовым ароматом: этилкапроната, этилкаприлата, этилкаприната, этиллактата и этиллаурата.

Полученные результаты согласуются с данными ряда авторов [1–3] о гораздо большем синтезе эфиров дрожжами *Sacch. Oviformis* и *Sacch. Vini* в анаэробных условиях.

Таким образом, можно заключить, что для синтеза большего количества эфиров в процессе спиртового брожения, в условиях углекислотной мацерации,

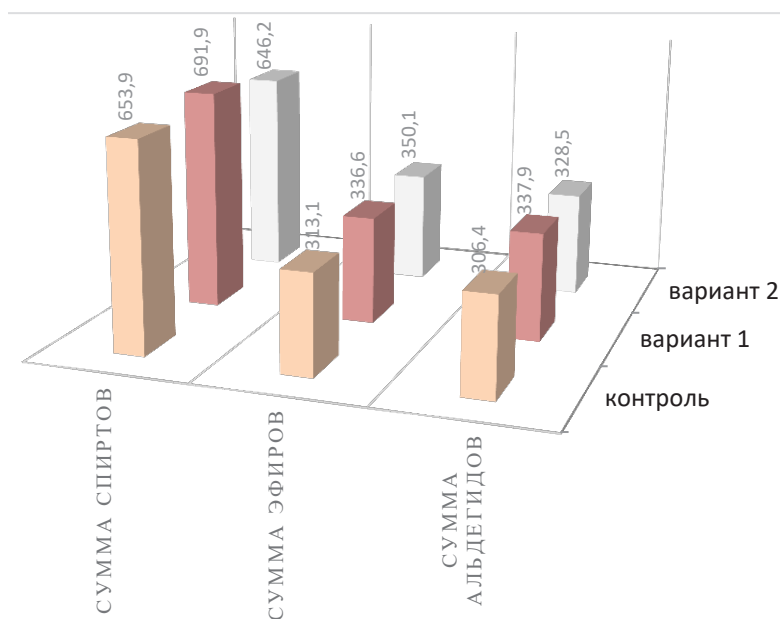


Рис. 4. Изменение суммарных значений ароматообразующих соединений в зависимости от условий брожения

Fig. 4. Change in the total values of aroma-forming compounds depending on the fermentation conditions

требуется более продолжительное время, дополнительное введение углекислоты способствует интенсификации экстрагирования составляющих эфирного масла из кожицы, а именно высших жирных кислот и спиртов, формирующих первичный букет вина. Впоследствии часть из них в процессе брожения сула участвует в реакции этерификации с образованием компонентов вторичного букета.

Из жирных летучих кислот, относящихся к продуктам брожения, в исследуемых образцах были обнаружены масляная, изомасляная и изовалериановая кислоты. При этом, масляная кислота присутствовала только в контроле. Концентрации изомасляной и изовалериановой кислот оказались существенно выше в опытном образце (№ 2), полученном при более продолжительной CO_2 -мацерации, с добавлением экзогенной углекислоты.

Изменения суммарных значений ароматообразующих соединений в зависимости от условий брожения представлены на рисунке 4. По общей сумме ароматообразующих соединений исследуемые образцы можно расположить в следующем

порядке: Опыт № 1 > Контроль > Опыт № 2. Анализ полученных результатов показал, что наибольшая сумма ароматообразующих компонентов в образце № 1 была обусловлена в первую очередь более высоким содержанием альдегидов и кетонов, а также высших спиртов, многоатомных спиртов и фенилэтанола. Несколько меньшее значение суммы ароматообразующих компонентов имел контрольный образец (на $24,6 \text{ мг/дм}^3$ меньше, чем контроль), в данном случае величина суммы обеспечивалась более высокими концентрациями сложных эфиров, высших спиртов и фенилэтанола. Опытный образец № 2 имел наименьшую величину суммы летучих веществ. Однако в сравнении с другими образцами он имел максимальные концентрации таких положительно влияющих на органолептические свойства вина веществ, как: 2,3-бутиленгликоль, этилкаприлат, этилкапринат и 1-гексанол.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о влиянии условий брожения на накопление ароматообразующих компонентов. Так, углекислотная

мацерация в сравнении с классической переработкой винограда способствует большему образованию и экстракции

благоприятных ароматических компонентов, а дополнительное внесение углекислоты усиливает этот процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гнетько Л.В., Неровных Л.П., Кobleва М.М. Влияние рас дрожжей на ароматические свойства шампанских вин, приготовленных по классической технологии // Новые технологии. 2020. Вып. 3. С. 9–19.
2. Агеева Н.М., Бирюков А.П. Влияние ферментных препаратов на ароматообразующие компоненты красных столовых вин // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020. Т. 10, № 2. С. 251–260.
3. Зависимость концентрации ароматообразующих компонентов и органических кислот в белом столовом виноматериале от способа технологической обработки / Алексеева А.А. [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № 5/6 (371–372). С. 27–30.
4. Маркосов В.А. Биохимия, технология и медико-биологические особенности красных вин. Краснодар, 2008. 224 с.
5. Ароматообразующие компоненты виноматериалов из различных красных сортов винограда / Агеева Н.М. [и др.] // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Т. 15. С. 141–144.
6. Биохимические и физические аспекты углекислотной мацерации / Родина О.М. [и др.] // Образование – Наука – Технологии: научные труды XXXIII Всероссийской научно-практической конференции. Майкоп, 2018. С. 159–162.

REFERENCES:

1. Gnetko L.V., Nerovnykh L.P., Kobleva M.M. The influence of yeast races on the aromatic properties of sparkling wines prepared according to the classical technology. New technologies. 2020; 3: 9–19. (In Russ.)
2. Ageeva N.M., Biryukov A.P. Influence of enzyme preparations on aroma-forming components of red table wines. Proceedings of universities. Applied Chemistry and Biotechnology. 2020; 10(2): 251–260. (In Russ.)
3. Alekseeva A.A. [et al.] Dependence of the concentration of aroma-forming components and organic acids in white table wine material on the method of technological processing. News of higher educational institutions. Food technology. 2019; 5/6 (371–372): 27–30. (In Russ.)
4. Markosov V.A. Biochemistry, technology and biomedical features of red wines. Krasnodar; 2008. (In Russ.)
5. Ageeva N.M. [et al.] Aroma-forming components of wine materials from various red grape varieties. Scientific works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2018; 15: 141–144. (In Russ.)
6. Rodina O.M. [et al.] Biochemical and physical aspects of carbon dioxide maceration. Education – Science – Technologies: scientific works of the XXXIII All-Russian Scientific and Practical Conference. Maikop; 2018: 159–162. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Гнетько Людмила Васильевна, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный

Lyudmila V. Gnetko, an associate professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maikop State Technological

технологический университет»; доцент, кандидат технических наук

тел.: +7 (8772) 57 12 84

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

тел.: +7 (8772) 57 12 84

Кobleва Мира Мугдиновна, старший преподаватель кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

тел.: +7 (8772) 57 12 84

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

тел.: +7 (8772) 57 12 84

University»; an associate professor, Candidate of Technical sciences

tel.: +7 (8772) 57 12 84

Maya M. Udychak, an associate professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Philosophical Sciences

tel.: +7 (8772) 57 12 84

Mira M. Kobleva, a senior lecturer of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

tel.: +7 (8772) 57 12 84

Bella B. Siyukhova, a senior lecturer of the Department of Technology, Machines and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maikop State Technological University»

tel.: +7 (8772) 57 12 84

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-60-77>

УДК 665.327.3:[665.334.94 + 665.347.8]:543.544

© 2022

Поступила 07.11.2022

Received 07.11.2022



Принята в печать 23.12.2022

Accepted 23.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ВЫЯВЛЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ОЛИВКОВОГО МАСЛА ПУТЕМ РАЗБАВЛЕНИЯ РАПСОВЫМ И ПОДСОЛНЕЧНЫМ МАСЛАМИ ПО ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИДНОМУ ПРОФИЛЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Дмитрий Д. Жданов, Елена А. Бутина*, Ирина А. Дубровская,
Светлана А. Ильинова, Аслан Ю. Шаззо

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

Благодарность

Исследования выполнены в рамках госзадания Минобрнауки РФ,
проект № FZEZ-2020-0004

Аннотация. Оливковое масло является ценным пищевым продуктом, источником мононенасыщенных жирных кислот, антиоксидантов, в том числе полифенольной природы, а также терпенов и фитостеринов. Высокая стоимость, наряду с востребованностью, обусловленной особыми диетическими свойствами, а также отличными органолептическими качествами, делает оливковые масла привлекательным объектом для фальсификации, наиболее часто осуществляемой путем разбавления оливкового масла более дешевыми подсолнечным и рапсовым маслами. Учитывая, что традиционные показатели идентификации растительных масел не позволяют выявить такую фальсификацию, актуальным является поиск новых объективных показателей и методов идентификации оливковых масел. Целью исследований является обоснование использования триацилглицеридного профиля для идентификации и выявления фальсификации оливковых масел. Задачи исследования включали выбор и адаптацию эффективного и доступного метода определения триацилглицеридного профиля; выявление достоверных маркеров идентификации и фальсификации оливковых масел, осуществляемых путем их разбавления подсолнечным или рапсовым маслами; установление зависимостей, позволяющих определить количество подсолнечного или рапсового масла в смеси с оливковым. В качестве основного метода исследования использовали газовую хроматографию с пламенно-ионизационным детектором. На основании проведенных исследований адаптирован метод газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором для анализа триацилглицеридного профиля оливковых, подсолнечных и рапсовых масел, а также их смесей. Установлены маркеры, позволяющие однозначно выявить фальсификацию

оливкового масла, путем его разбавления подсолнечным или рапсовым маслом. Предложены калибровочные графики и зависимости, позволяющие установить количество подсолнечного или рапсового масла в смеси с оливковым.

Ключевые слова: идентификация, фальсификация, оливковые масла, триацилглицеридный профиль, газовая хроматография, смесь масел, рапсовое масло, подсолнечное масло, маркеры

Для цитирования: Выявление фальсификации оливкового масла путем разбавления рапсовым и подсолнечным маслами по триацилглицеридному профилю с использованием метода газовой хроматографии / Жданов Д.Д. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 60-77. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-60-77>

DETECTING OLIVE OIL COUNTERFEITING BY DILUTION WITH RAPSE AND SUNFLOWER OILS ACCORDING TO THE TRIACYL GLYCERIDE PROFILE USING THE METHOD OF GAS CHROMATOGRAPHY

Dmitry D. Zhdanov, Elena A. Butina*, Irina A. Dubrovskaya,
Svetlana A. Ilyinova, Aslan Y. Shazzo

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

Acknowledgments

The research was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project No. FZEZ-2020-0004

Abstract. Olive oil is a valuable food product, a source of monounsaturated fatty acids, antioxidants, including polyphenolic nature, as well as terpenes and phytosterols. The high cost, along with the demand for special dietary properties, makes olive oils an attractive target for counterfeiting, most often done by diluting olive oil with cheaper sunflower and rapeseed oils. Considering that traditional indicators of identification of vegetable oils do not allow to detect such falsification; it is relevant to search for new objective indicators and methods for identifying olive oils. The purpose of the research is to justify the use of triacylglyceride profile for identification and detection of falsification of olive oils. The objectives of the research include the selection and adaptation of an effective and affordable method for determining the triacylglyceride profile; identification of reliable markers of identification and falsification of olive oils, carried out by diluting them with sunflower or rapeseed oils; establishing dependencies that allow determining the amount of sunflower or rapeseed oil mixed with olive oil. Gas chromatography with a flame ionization detector has been used as the main research method. Based on the studies carried out, the method of gas chromatography with a flame initiation detector has been adapted for the analysis of the triacylglyceride profile of olive, sunflower and rapeseed oils, as well as their mixtures. Markers have been established that make it possible to unambiguously identify the falsification of olive oil by diluting it with sunflower or rapeseed oil. Calibration graphs and dependencies are proposed that allow you to set the amount of sunflower or rapeseed oil in a mixture with olive oil.

Keywords: identification, counterfeiting, olive oils, triacylglyceride profile, gas chromatography

For citation: Detecting olive oil counterfeiting by dilution with rapese and sunflower oils according to the triacyl glyceride profile using the method of gas chromatography / Zhdanov D.D. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 60-77. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-60-77>

Введение. Оливковое масло – ценный пищевой продукт, являющийся важным компонентом средиземноморской диеты. Физиологически активные свойства оливкового масла обусловлены преобладанием в его составе мононенасыщенной олеиновой кислоты, относящейся к семейству омега-9 жирных кислот, а также присутствием минорных компонентов, включающих фенолы, тритерпены, токоферолы и фитостерины [1]. По литературным данным регулярное употребление оливкового масла способствует нормализации липидного профиля, оказывает гипохолестеринемическое действие, способствует снижению инсулинорезистентности, активизирует системы антиоксидантной защиты организма и нормализует уровни значений воспалительных биомаркеров [2; 3].

Основные производители оливкового масла сосредоточены в Испании, Италии, Греции, Турции, Марокко и Сирии, что обусловлено благоприятными для производства олив географическими и климатическими факторами [4]. Таким образом, на рынке РФ присутствует только импортируемое оливковое масло, что определяет его достаточно высокую стоимость по сравнению с традиционными маслами отечественного производства – подсолнечным и рапсовым. Высокая стоимость, наряду с востребованностью, обусловленной особыми диетическими свойствами, делает оливковые масла привлекательным объектом для фальсификации.

Наиболее распространенным видом фальсификации оливковых масел является их разбавление подсолнечным или рапсовым маслами, что обосновывает актуальность проведения идентификации подлинности и выявления признаков такой фальсификации оливковых масел, присутствующих на потребительском рынке РФ.

Основными объективными показателями идентификации вида растительных масел являются: относительная плотность, показатель преломления,

вязкое число, число омыления, температура плавления, содержание неомыляемых веществ и жирнокислотный состав [5; 6]. В соответствии с ГОСТ 30623-2018 «Масла растительные и продукты со смешанным составом жировой фазы. Метод обнаружения фальсификации» жирнокислотный состав является основным регламентируемым показателем, позволяющим осуществить видовую идентификацию и обнаружить признаки ассортиментной фальсификации растительных масел. Вместе с тем, следует отметить, что вышеперечисленные показатели, включающие жирнокислотный состав, часто не позволяют выявить фальсификацию, осуществляемую путем смешения отдельных видов растительных масел, так как нормируемые диапазоны их значений перекрываются. Данное положение в полной мере справедливо для смесей оливковых и рафинированных дезодорированных подсолнечных или рапсовых масел.

Таким образом, актуальным является поиск новых объективных показателей и методов идентификации, позволяющих выявлять фальсификацию оливковых масел.

Нетрадиционным методом идентификации оливковых масел является метод ИК-Фурье спектроскопии [7; 8]. Разбавление оливковых масел рафинированными дезодорированными растительными маслами предлагается осуществлять по присутствию в их ИК-спектрах полосы поглощения при волновом числе 914 см^{-1} , которая относится к внеплоскостному деформационному колебанию $=\text{CH}$ -группы, характерному для транс-изомеров жирных кислот, образующихся в процессе высокотемпературной рафинации. Несмотря на простоту и доступность данного метода, его использование не позволяет выявить фальсификацию оливковых масел путем их разбавления нерафинированными или рафинированными при щадящих режимах растительными маслами. Кроме того, применение

метода может привести к ложноположительным результатам при идентификации смесей нерафинированных и рафинированных оливковых масел.

К достаточно новым методам идентификации растительного сырья относится метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), позволяющий обнаружить чужеродные ДНК в составе идентифицируемого объекта [9]. Данный метод также может быть использован при идентификации вида растительных масел. Однако, учитывая, что для разбавления оливковых масел обычно используются рафинированные дезодорированные масла, обнаружение характерных для них ДНК требует высокой чувствительности метода и использования высокоточного аналитического оборудования, что является недоступным для большинства лабораторий. Кроме того, применение данного метода не позволяет судить о степени разбавления оливкового масла, а также может приводить к ложноположительным выводам при случайной контаминации оливкового масла материалами, содержащими ДНК посторонних масличных культур, например, пылью подсолнечника.

В отличие от наиболее типичного для растительных масел идентификационного показателя «жирнокислотный состав», для которого, однако, характерна достаточно высокая вариабельность значений, профиль триацилглицеридов является более специфичным показателем и может использоваться для идентификации масел по сырьевому признаку [13–15]. Согласно отдельным исследованиям, данный показатель был достаточно успешно использован для выявления фальсификации оливковых масел путем их разбавления другими маслами [13].

Следует отметить, что в перечне основных и дополнительных показателей, используемых для идентификации и оценки качества растительных масел, регламентируемом ГОСТ 18848-2019 «Масла растительные. Органолептические и

физико-химические показатели. Термины и определения», показатель «триацилглицеридный профиль» отсутствует. Данный показатель также отсутствует среди показателей, указанных в соответствующем стандарте Кодекса Алиментариус, устанавливающим требования к оливковым маслам [14].

При мониторинге зарубежной научной литературы установлено, что основным и наиболее распространенным методом определения триацилглицеридного (ТАГ) профиля является метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [10; 12; 15–17]. К недостаткам метода относится его недостаточная чувствительность к «мешающим» факторам, затрудняющим интерпретацию получаемых данных, а также ограниченное применение ВЭЖХ хроматографов в лабораториях контролирующих органов по сравнению с газовыми.

Имеются работы по установлению ТАГ профиля масел по составу жирных кислот с применением компьютерного моделирования [18], однако такой метод анализа является косвенным и уступает прямому измерению по достоверности.

В РФ действует ГОСТ ISO/TS 17383 «Жиры и масла. Определение содержания триацилглицеролов методом капиллярной газовой хроматографии», в котором описан метод исследования триацилглицеролового состава жиров и масел методом газовой хроматографии.

Учитывая, что метод газовой хроматографии является более простым и доступным по сравнению с ВЭЖХ, данный метод был взят за основу при исследовании перспектив его использования при выявлении фальсификации оливковых масел путем их разбавления подсолнечным и рапсовым маслами.

Объекты и методы исследований.

В качестве основных объектов исследования использовали образцы оливковых масел, произведенных в основных странах-экспортерах: Испании, Греции и Италии, наиболее широко представленных

на потребительском рынке РФ: Extra virgin olive oil – купаж из сортов Арбекина, Пикуаль, Корникабра, Охибланка, производитель Hazienda La Rambla (Испания) – образец O1; Olive oil – масло для жарки, включающее рафинированное оливковое масло (85%) и оливковое масло экстра вирджин (15%), производитель Hazienda La Rambla (Испания) – образец O2; Extra virgin olive oil, производитель Premiere of teste (Испания) – образец O3; Extra virgin olive oil, производитель Saint George (Греция) – образец O4; Extra virgin olive oil, производитель Global Village (Испания) – образец O5 и Extra virgin olive oil, производит Monini (Италия) – образец O6. В качестве образцов подсолнечного и рапсового масел были взяты производственные смеси масел, крупных отечественных производителей, расположенных на территории Краснодарского края и Ростовской области. Образцы П1 и П2 – производственные смеси

рафинированных дезодорированных подсолнечных масел; образцы Р1 и Р2 – производственные смеси рафинированных дезодорированных рапсовых масел.

При проведении анализа использовали газовый хроматограф «Кристалл 5000.2», оснащенный пламенно-ионизационным детектором (ПВД), системой прямого ввода в колонку, капиллярной колонкой с полярной неподвижной фазой длиной 25 м и диаметром 0,25 мм (СР-ТАР ТG). В качестве газа-носителя использовали водород.

Условия газохроматографического анализа:

- температурная программа нагрева колонки: начальная температура колонки 70°C, далее нагрев со скоростью 40°C/мин. до 280°C, далее нагрев со скоростью 4°C/мин. до 352°C, выдержка 30 минут;
- скорость потока газа-носителя 1,5 мл/мин.;
- температура испарителя 360°C;

Таблица 1

Триацилглицеридные профили образцов оливковых масел

Table 1

Triacylglyceride profiles of olive oil samples

Наименование триглицерида*	Содержание триглицеридов в образцах оливковых масел, %					
	O1	O2	O3	O4	O5	O6
POP	4,3	4,0	5,3	4,8	3,1	4,4
PPL	1,3	1,0	2,2	1,5	0,8	1,3
POS	1,3	1,1	1,4	2,0	1,9	1,0
POO+PLS**	27,8	28,1	27,8	29,0	26,6	28,6
PLO	6,4	5,6	8,8	6,6	4,3	7,9
PLL	–	–	1,6	1,0	–	–
SOO	4,7	5,1	4,9	5,2	7,5	4,6
OOO+SOL**	45,0	48,0	37,4	40,1	50,1	42,6
OOL+SLL**	8,7	7,0	9,8	8,8	5,6	8,8
LLO+OOLn	0,2	–	0,7	0,9	–	0,8
Примечания: *Условные обозначения кислот: P – пальмитиновая; S – стеариновая; O – олеиновая; L – линолевая; Ln – линоленовая; ** Доля второго компонента в сдвоенном пике не превышает 10%						

- температура детектора 375°C;
- объем вводимой пробы 1,0 мкл.

В качестве стандартного образца использовали раствор триолеина ASTM D6584 Triolein solution (99,9%), приобретенный у фирмы Sigma-Aldrich, концентрацией 0,25 мг/мл. Идентификацию пиков триацилглицеридов проводили по временам удерживания относительно стандартного образца триолеина.

Пробоподготовка анализируемых образцов включала приготовление растворов в изеооктане концентрацией 0,25 мг/мл.

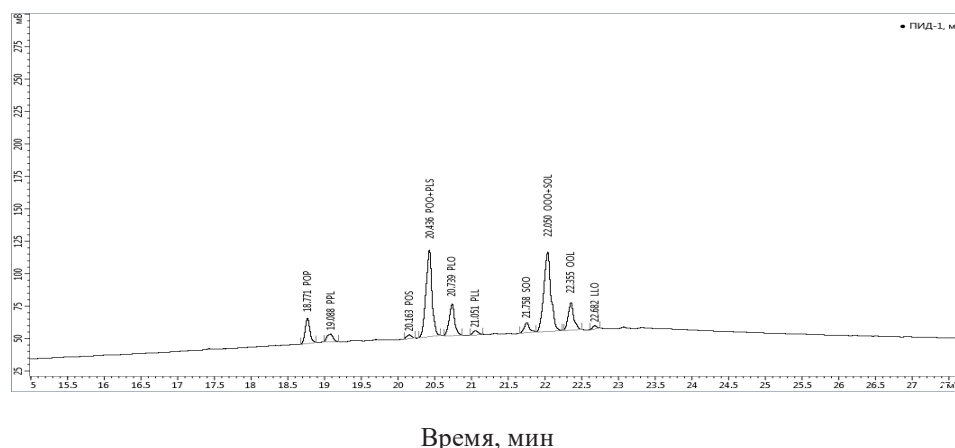
Экспериментальные исследования выполнялись с использованием оборудования ЦКП «Исследовательский центр

пищевых и химических технологий» КубГТУ (СКР_3111), развитие которого поддерживается Министерством науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2021-679).

Результаты исследований и их обсуждение. В целях выявления значимых маркеров, позволяющих идентифицировать аутентичные оливковые масла, а также смеси оливковых масел с подсолнечными и рапсовыми маслами, изучали триацилглицеридные профили выбранных для исследования образцов. Полученные данные представлены в табл. 1, 2.

Для примера на рисунках 1–3 представлены хроматограммы типичных

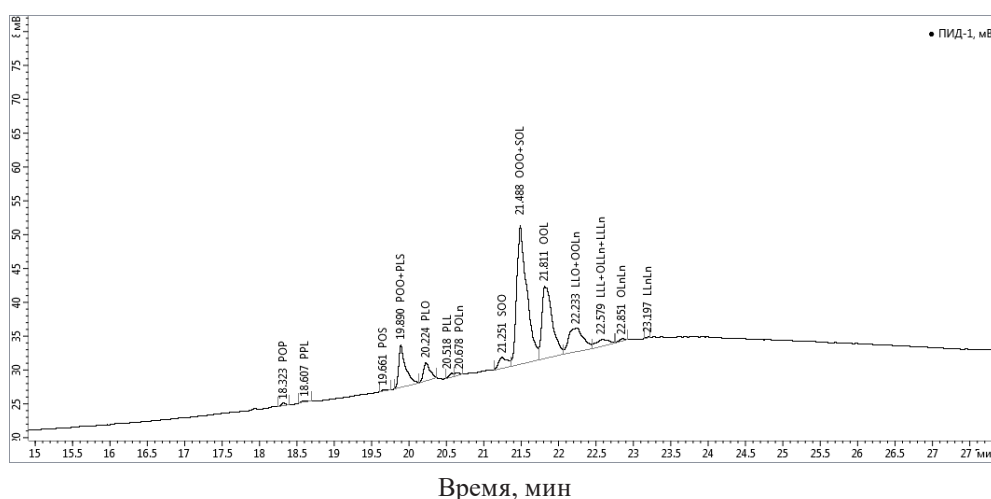
мВ



Время, мин
Рис. 1. Хроматограмма оливкового масла

Fig. 1. Olive oil chromatogram

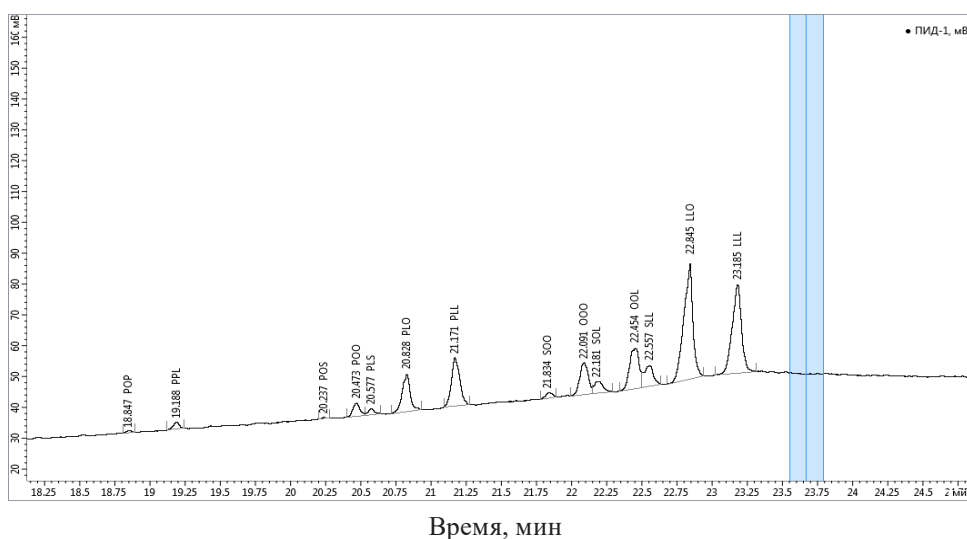
мВ



Время, мин
Рис. 2. Хроматограмма рапсового масла

Fig. 2. Rapeseed oil chromatogram

мВ



Время, мин
Рис. 3. Хроматограмма подсолнечного масла

Fig. 3. Sunflower oil chromatogram

Таблица 2

Триацилглицеридные профили образцов подсолнечных и рапсовых масел

Table 2

Triacylglyceride profiles of sunflower and rapeseed oil samples

Наименование триглицерида	Содержание триглицеридов, % в образцах растительных масел			
	P1	P2	П1	П2
POP	0,6	0,4	0,5	0,5
PPL	0,3	0,2	1,1	1,7
POS	0,4	0,2	0,3	0,3
POO+PLS**п, **р	10,5	7,8	5,0	4,3
PLO	5,5	5,0	8,3	8,1
PLL+POLn**п, *р	1,4	2,0	9,2	12,1
PLLn	0,2	0,1	—	—
SOO	2,8	2,6	1,7	1,3
OOO+SOL**п, **р	45,1	39,9	13,6	10,5
OOL+SLL**п, **р	22,6	24,6	18,5	13,9
LLO+OOLn**п, *р	7,1	13,1	26,9	25,6
LLL+OLLn+LLLn**п, *р	1,9	3,1	14,6	19,4
OLnLn	1,0	0,6	—	—
LLnLn	0,6	0,4	—	—
Примечания: *п Для подсолнечных масел компоненты в сдвоенных пиках присутствуют в равных количествах; **п Для подсолнечных масел доля первого компонента превышает 90%; *р Для рапсовых масел компоненты в сдвоенных пиках присутствуют в равных количествах; **р Для рапсовых масел доля первого компонента превышает 90%				

Таблица 3

Типичные триацилглицеридные профили исследуемых масел

Table 3

Typical triacylglyceride profiles of the studied oils

Наименование триацилглицерида	Содержание триглицеридов, %, в маслах		
	оливковое	рапсовое	подсолнечное
POP	4,6	0,5	0,5
PPL	1,3	0,3	1,4
POS	1,5	0,3	0,3
POO+PLS	28,0	9,2	4,7
PLO	6,6	5,3	8,2
PLL	от 0 до 1,3	1,7	10,7
PLLn	–	0,2	–
SOO	5,3	2,7	1,5
OOO+SOL	43,9	42,5	12,1
OOL+SLL	8,0	23,6	16,2
LLO+OOLn	0,8	10,1	26,3
LLL+OLLn+LLLn	–	2,5	17,0
OLnLn	–	0,8	–
LLnLn	–	0,5	–

образцов оливковых, подсолнечных и рапсовых масел.

Как видно из данных, представленных в табл. 1, оливковые масла характеризуются достаточно стабильным триацилглицеридным профилем. Преобладающими (суммарно более 70%) триацилглицеридами (ТАГ) являются POO и OOO. Вариативность их содержания не превышает 15%. В сопоставимых количествах, составляющих от 4,6 до 8%, присутствуют POP, PLO и OOL. К минорным ТАГ, доля каждого из которых составляет менее 1,5%, относятся PPL, POS, PLS, PLL, SOL, SLL, LLO и OOLn.

Полученные результаты в целом согласуются с литературными данными, в том числе с данными, представленными в обзоре [12], посвященном анализу результатов исследования триацилглицеридных профилей различных растительных масел, полученных разными методами. Интересно отметить, что данные по OOL

и SLL в обзоре приводятся только для метода ВЭЖХ, тогда как для метода ГХ данные по этим ТАГ отсутствуют. Кроме того, полученные нами результаты в большей степени соответствуют данным, приведенным в обзоре для метода ВЭЖХ, который считается более точным. Это позволяет сделать вывод о том, что адаптированный и реализованный нами метод ГХ обеспечивает получение воспроизводимых и достоверных данных.

Анализируя данные таблицы 2, следует отметить, что в подсолнечных маслах преобладающими (суммарно около 70%) ТАГ являются (в порядке убывания) LLO, LLL, PLL и PLO. Доля других ТАГ, которые в сдвоенных пиках присутствуют в примерно равных количествах, составляет от 2,5 до 9,0%. К минорным ТАГ, присутствующих в количествах менее 1,5%, относятся PPL, POP, POS и SOO.

В рапсовых маслах преобладающими (более 60%) ТАГ являются OOO и OOL.

Далее по убыванию содержания следуют POO, PLO, LLO, OOLn и SOO. Минорными (менее 2,0%) ТАГ являются POP, PLL, POS, PLL, POLn, PLLn, LLL, OLLn, LLLn.

В таблице 3 представлены усредненные методами математической статистики результаты оценки триацилглицеридных профилей оливковых, подсолнечных и рапсовых масел.

Из данных табл. 3 видно, что в качестве маркеров, позволяющих выявить присутствие в составе оливкового масла рапсового масла, могут использоваться значения содержания OOL+SLL; LLO+OOLn; LLL+OLLn+LLLn, а также присутствие OLnLn и LLnLn. В качестве маркеров присутствия подсолнечного масла можно использовать значения содержания PLL, OOL+SLL, LLO+OOLn и LLL+OLLn+LLLn.

На первом этапе для изучения изменения триацилглицеридного профиля оливкового масла в зависимости от степени его разбавления подсолнечным или

рапсовым маслами, а также для определения порога чувствительности метода готовили модельные смеси оливкового масла с рапсовым и подсолнечным маслами, варьируя содержание последних в смеси от 5 до 50%.

После соответствующей пробоподготовки модельные образцы подвергали газохроматографическому анализу.

Концентрации ТАГ вычисляли как отношение площадей отдельных пиков к сумме площадей всех пиков ТАГ по формуле

$$C_{\text{ТАГ}i} = A_{\text{ТАГ}i} / \Sigma A_{\text{ТАГ}} \times 100,$$

где $C_{\text{ТАГ}i}$ – доля триацилглицерола или группы триацилглицеридов, %;
 $A_{\text{ТАГ}i}$ – площадь пика i -го триацилглицерида;
 $\Sigma A_{\text{ТАГ}}$ – сумма площадей всех триацилглицеридов.

Результаты анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4

Триацилглицеридные профили модельных образцов

Table 4

Triacylglyceride profiles of model samples

Наименование триглицеридов	Содержание триглицеридов, % в модельных образцах								
	Оливковое масло	Содержание рапсового масла, %				Содержание подсолнечного масла, %			
		5	10	30	50	5	10	30	50
POP	4,3	3,8	3,7	3,2	2,4	3,7	3,4	3,2	2,3
PPL	1,4	1,5	1,3	1,3	1,0	1,4	1,3	1,3	1,0
POS	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	1,3	1,3	1,1	1,0
POO+PLS	28	26,5	25,7	23,1	19,3	27,3	25,8	23,1	18,9
PLO	6,6	6,4	6,4	5,8	5,3	6,5	6,3	5,8	5,1
PLL	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,9
SOO	5,3	5,5	5,3	5,0	4,2	5,3	5,3	5,0	6,1
OOO+SOL	43,9	43,2	43,9	44,6	46,7	43,5	43,5	44,6	42,4
OOL+SLL	8,1	9,3	9,9	11,4	14,0	8,9	9,3	9,5	10,8
LLO+OOLn	0,4	1,0	1,2	1,6	2,8	1,0	1,5	2,6	4,6
LLL+OLLn+LLLn	0	0,3	0,5	0,8	1,7	0,6	1,2	2,5	5,0
OLnLn		–	–		0,2				

Из представленных данных видно, как влияет добавление различных количеств подсолнечного и рапсового масел на триацилглицеридный профиль смеси.

Значение концентраций одного из основных ТАГ оливкового масла POO+PLS плавно снижается с 28 до 18,9%. Содержание OOO+SOL в модельных образцах практически не меняется, это связано с их достаточно высокой начальной концентрацией, а также изменением соотношения пиков таким образом, что его доля остается практически неизменной.

Можно заметить значительное снижение содержания POP, что является характерным как для модельных образцов с рапсовым, так и для модельных образцов с подсолнечным маслами, так как и в том и другом масле данный ТАГ практически отсутствует.

Изменение содержания в смеси PPL, POS, PLO и SOO либо отсутствует, либо незначительно, что может быть связано с тем, что данные ТАГ содержатся в аналогичных количествах в оливковом, в рапсовом и в подсолнечном маслах.

В целом, данные таблицы 4 дают наглядное представление об эффективных

маркерах, позволяющих выявить присутствие в оливковых маслах подсолнечного или рапсового масел. Видно, что ранее выделенный маркер для рапсового масла – содержание LLnLn – не может быть использован для идентификации смесей, так как содержание этого ТАГ в рапсовом масле достаточно мало и обнаруживается только при его высоких (около 50%) содержании в смеси.

Содержание OOL+SLL может являться эффективным маркером разбавления оливковых масел как рапсовыми, так и подсолнечными маслами. Изменение содержания OOL+SLL в зависимости от степени разбавления оливкового масла подсолнечным или рапсовым маслами представлено на рисунке 4.

Следует отметить, что при добавлении рапсового увеличение содержания OOL+SLL происходит в основном за счет OOL, тогда как при добавлении подсолнечного масла прирост содержания OOL+SLL происходит в том числе за счет SLL. При этом на хроматограмме модельных образцов смесей оливкового и подсолнечного масел у пика OOL появляется характерный «горб», обусловленный

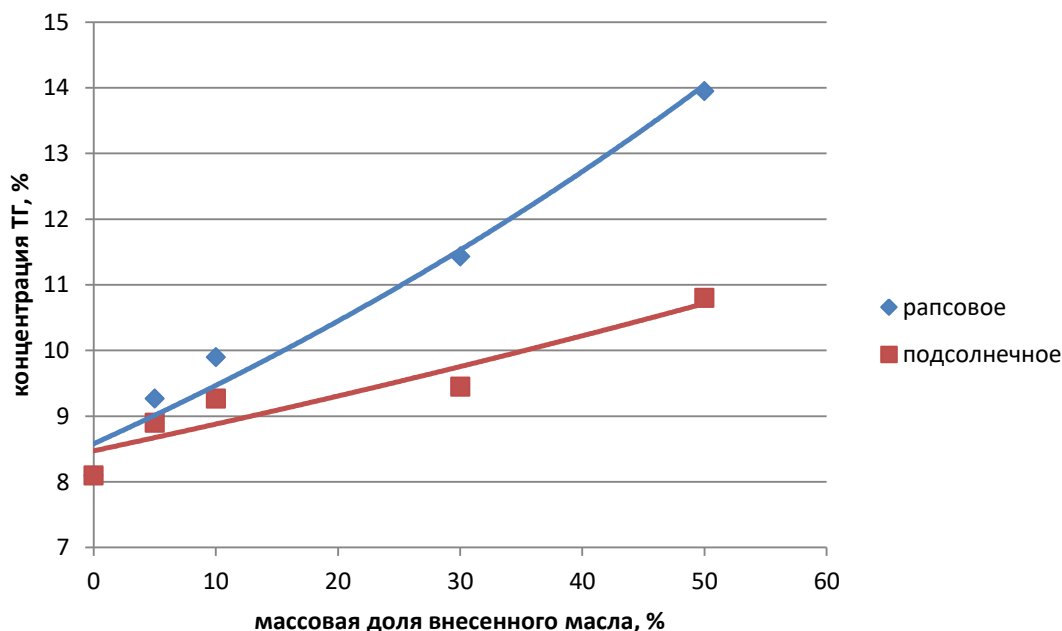
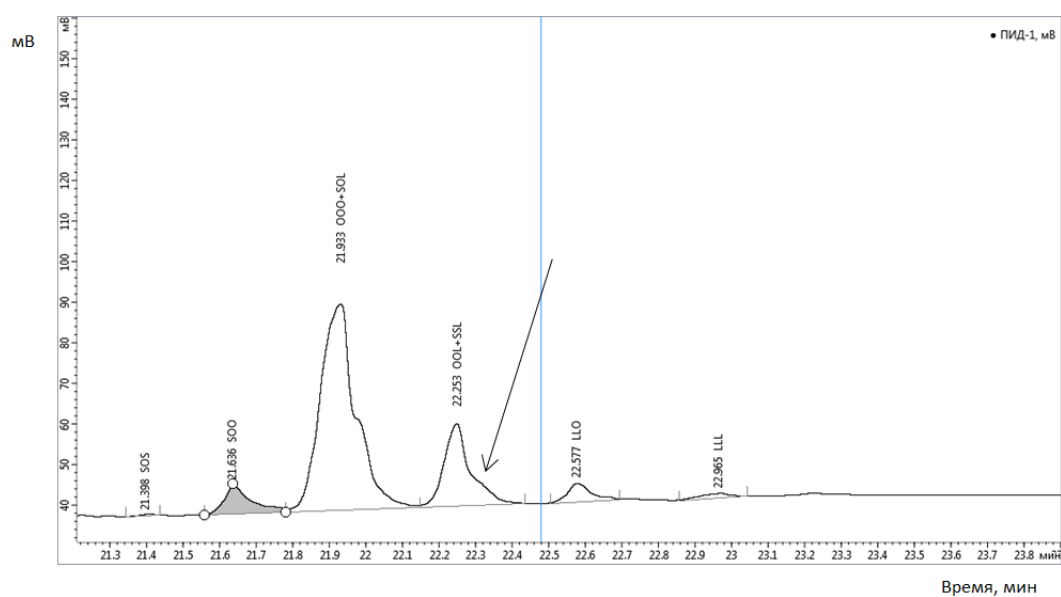
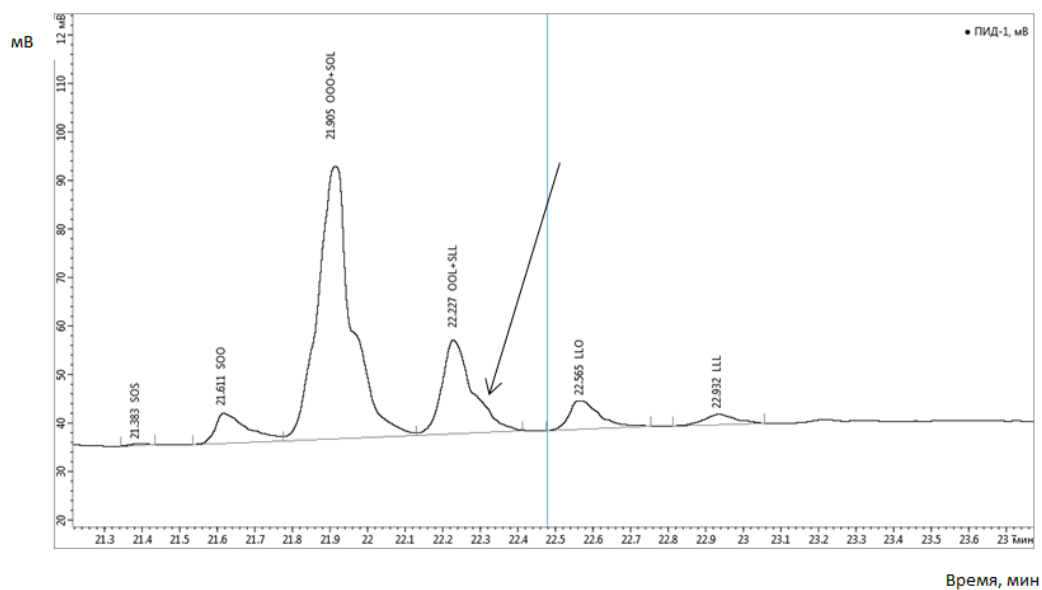


Рис. 4. Изменение содержания OOL+SLL в зависимости от состава модельных образцов

Fig. 4. Changes in the content of OOL+SLL depending on the composition of model samples



(a)



(б)

Рис. 5. Хроматограмма смеси оливкового и подсолнечного масел:
(а) – содержание подсолнечного масла 5%; (б) – содержание подсолнечного масла 10 %.
Стрелкой обозначен «горб» SSL

Fig. 5. Chromatogram of a mixture of olive and sunflower oils:
(а) – sunflower oil content 5%; (б) – sunflower oil content 10%.
The arrow indicates the «hump» of SSL

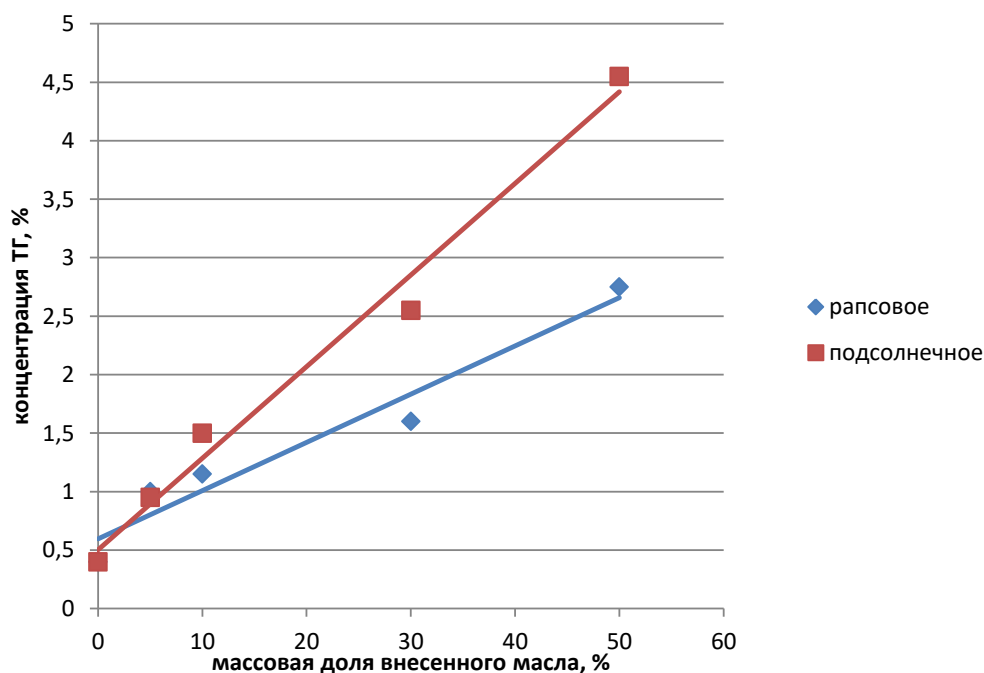


Рис. 6. Изменение содержания LLO+OOLn в зависимости от состава модельных образцов

Fig. 6. Change in LLO+OOLn content depending on the composition of model samples

появлением SLL, интенсивность которого возрастает при увеличении доли подсолнечного масла в смеси (рис. 5).

На представленных рисунках виден рост интенсивности «горба» SLL при увеличении концентрации подсолнечного масла (рис. 4–5).

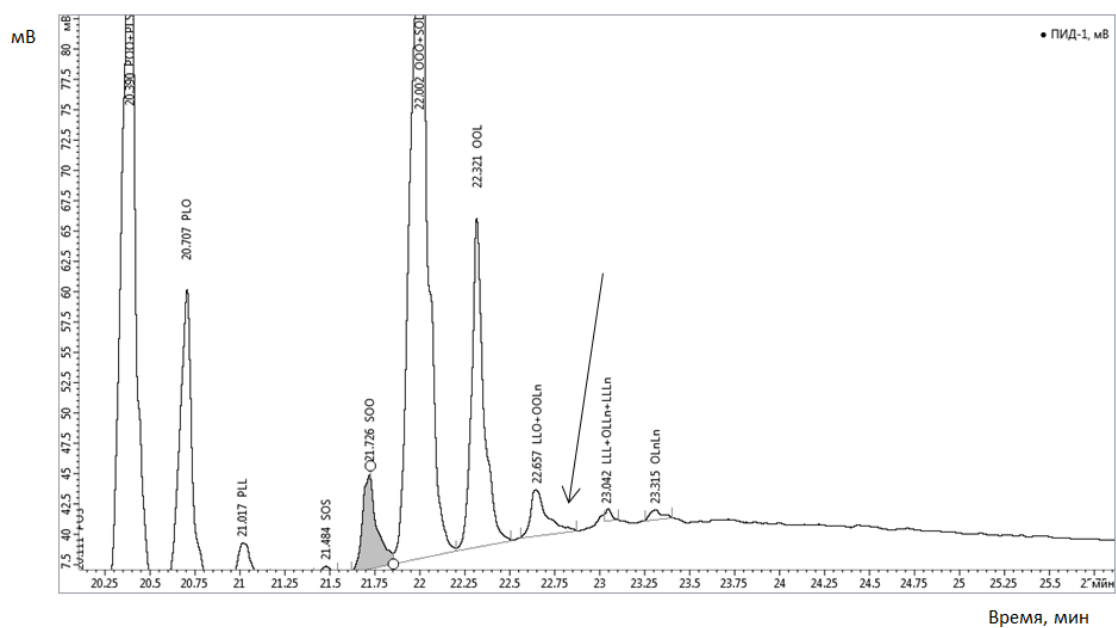
Аналогично OOL+SLL при добавлении, как рапсового, так и подсолнечного масла отчетливо видно возрастание содержания в модельных образцах LLO+OOLn (рис. 6).

В зависимости от вида добавляемого масла на хроматограммах модельных образцов наблюдаются характерные особенности появления пика, соответствующего LLO+OOLn. Так, увеличение доли LLO+OOLn в модельных образцах при добавлении подсолнечного масла происходит только за счет LLO, который в оливковом масле находится в количестве менее 1%, а в подсолнечном масле его содержание составляет почти 28%. При добавлении рапсового масла увеличение доли LLO+OOLn происходит, в том числе, и за счет появления OOLn, который в

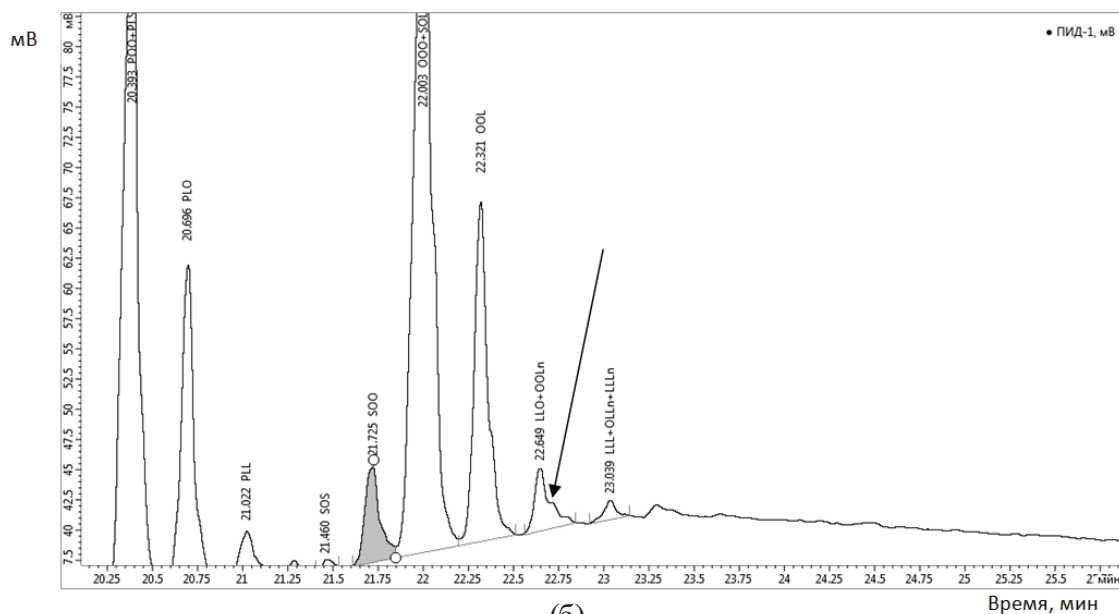
оливковом масле отсутствует. При этом при разбавлении оливкового масла рапсовым на хроматограмме смеси у пика LLO появляется характерный «горб» OOLn (рис. 7).

На рисунке 7 также видна зависимость увеличения интенсивности сигнала соответствующему пику OOLn от содержания рапсового масла.

Следует отметить тот факт, что при разбавлении оливкового масла подсолнечным происходит более резкий рост значений содержания LLO+OOLn. Это связано с тем, что содержание LLO в подсолнечном масле более чем в два раза выше, чем в рапсовом (26% и 10% соответственно), даже с учетом присутствия в последнем OOLn. По аналогичным причинам происходит более резкий рост содержания LLL+OLLn+LLLn в модельных образцах с подсолнечным маслом. Количество LLL в подсолнечном масле составляет 17%, и этот ТАГ вносит более существенный вклад в долю LLL, разбавляемого оливкового масла, чем при введении рапсового,



(а)



(б)

Рис. 7. Хроматограмма смеси оливкового и рапсового масел:
(а) – содержание рапсового масла 5%; (б) – содержание рапсового масла 10 %.
Стрелкой обозначен «горб» OOLn

Fig. 7. Chromatogram of a mixture of olive and rapeseed oils:
(а) – content of rapeseed oil 5%; (b) – rapeseed oil content 10%.
The arrow indicates the "hump" OOLn

суммарная концентрация всей группы ТАГ LLL+OLLn+LLLn в котором составляет всего около 2,5%. Однако и эти незначительные количества оказывают

значимое влияние на триацилглицеридный профиль модельных образцов, так как в оливковых маслах эта группа ТАГ отсутствует полностью.

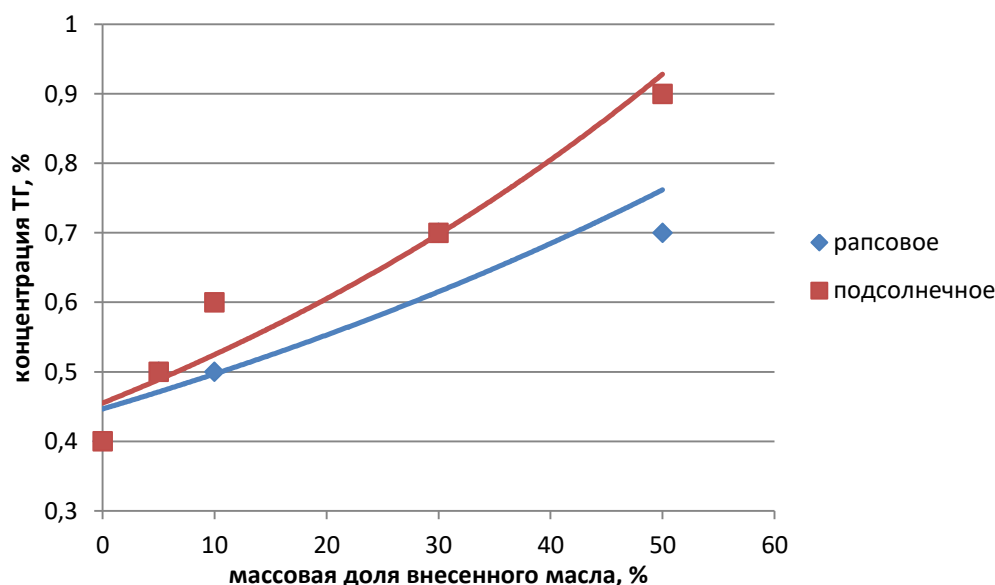


Рис. 8. Изменение содержания PLL в зависимости от состава модельных образцов

Fig. 8. Change in PLL content depending on the composition of model samples

Как и было указано ранее, содержание PLL может использоваться в качестве маркера только при выявлении присутствия в оливковых маслах подсолнечных масел. Это объясняется тем, что подсолнечное масло характеризуется достаточно высоким содержанием PLL (в среднем 10,7%), тогда как в рапсовом этот показатель составляет около 1,7%, что сравнимо с содержанием PLL в отдельных видах оливковых масел.

Изменение содержания PLL в модельных образцах представлено на рисунке 8.

При анализе полученных данных рассмотрена возможность расчета количества привнесенного стороннего масла, при установлении факта разбавления оливкового масла. Для этого используется зависимость концентрации одного или нескольких ТАГ,

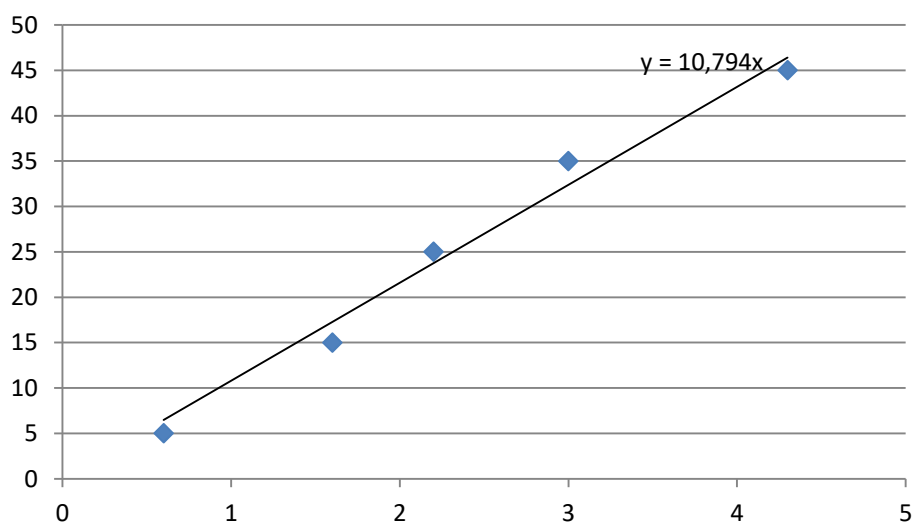


Рис. 9. Зависимость содержания LLL от концентрации подсолнечного масла в модельных образцах

Fig. 9. Dependence of LLL content on sunflower oil concentration in model samples

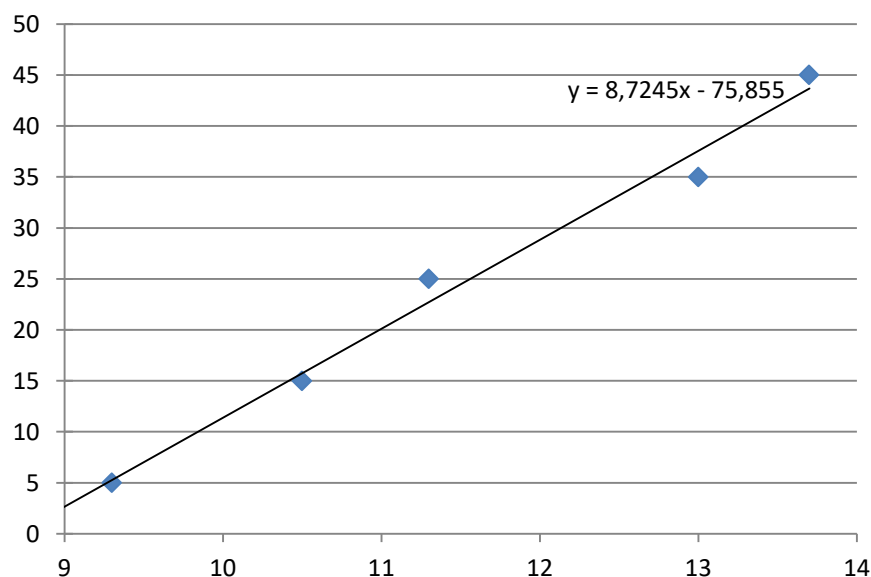


Рис. 10. Зависимость содержания OOL от концентрации рапсового масла в модельных образцах

Fig. 3. Dependence of OOL content on the concentration of rapeseed oil in model samples

выделенных в качестве маркеров, от содержания того или иного масла в усредненных модельных образцах с концентрацией оливкового масла 95, 85, 75, 65 и 55%.

Для примера на рисунке 9 представлена зависимость содержания LLL от концентрации подсолнечного масла, а на рисунке 10 – зависимость содержания OOL от концентрации рапсового масла.

Используя представленные зависимости, можно не только выявить присутствие подсолнечного или рапсового масла в оливковых маслах, но и определить их количество. Так, например, если доля LLL в оливковом масле составляет 3,6%, то это будет соответствовать 38,9% массовой доли подсолнечного масла в смеси.

К достоинствам предлагаемого метода идентификации подлинности оливковых масел и выявления их фальсификации путем разбавления более дешевыми подсолнечными или рапсовыми маслами можно отнести:

- экспрессность: на одну пробу в двух параллельных измерениях затрачивается не более двух часов;

- минимальные манипуляции при подготовке образца к анализу (взвешивание, разбавление);

- доступность используемых реактивов (изооктан).

Ограничениями широкого использования метода является нестандартное техническое оформление газового хроматографа: необходимо дооснащение для обеспечения прямого ввода в колонку, а также высокая стоимость используемой специальной капиллярной колонки.

Выводы. В результате проведенного исследования предложен метод анализа, основанный на использовании газовой хроматографии, позволяющий определять подлинность оливкового масла и выявлять его фальсификацию, осуществляемую путем разбавления подсолнечным или рапсовым маслами.

Предложены маркеры, указывающие на присутствие в оливковом масле подсолнечного или рапсового масел (содержание OOL+SLl более 10%, LLO+OOLn более 2%; LLL+OLLn+LLLn более 0,5% и PLL более 1,8%).

Дополнительными специфическими маркерами, указывающими на разбавление оливкового масла подсолнечным,

является присутствие в триацилглицеридном профиле PLL более 1,8%, а также наличие «горба» у пика OOL+SLL.

Дополнительными специфическими маркерами, указывающими на разбавление оливкового масла рапсовым, являются незначительное увеличение

содержания PLL, наличие «горба» у пика LLO+OOLn и «горбов» у пика LLL+OLLn+LLLn.

Получены калибровочные зависимости, позволяющие рассчитать количество подсолнечного или рапсового масла в смеси с оливковым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Covas M.I., de la Torre R., Fitó M. Virgin olive oil: a key food for cardiovascular risk protection. *British Journal of Nutrition*. 2015; 113(S2): 19–28.
2. Hohmann C.D. [et al.] Effects of high phenolic olive oil on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Phytomedicine*. 2015; 22(6): 631–640.
3. Martínez-González M.A., Dominguez L.J., Delgado Rodriguez M. Olive oil consumption and risk of CHD and/or stroke: A metaanalysis of case–control, cohort and intervention studies. *British Journal of Nutrition*. 2014; 112(2): 248–259.
4. Fraihat S. [et al.] Physicochemical characterization of olive oil from Aljouf area of Saudi Arabia. *Int. J. Chemtech. Res.* 2017; 10: 1004–1010.
5. CODEX-STAN 210 (Amended 2003, 2005, 2011, 2013, 2015) «Codex Standard for Named Vegetable Oils». Codex Alimentarius Commission FAO/WHO.
6. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / пер. с англ. 2-е изд. СПб.: Профессия. 2007. 752 с.
7. Poiana M.A. [et al.] Application of FT-IR spectroscopy to assess the olive oil adulteration. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2012; 18(4): 277–282.
8. Alexa E. [et al.] The use of FT-IR spectroscopy in the identification of vegetable oils adulteration. *J. Food Agric. Environ.* 2009; 7(2): 20–24.
9. Москвина Н.А., Голубцова Ю.В., Кригер О.В. Применение метода полимеразной цепной реакции для видовой идентификации продуктов переработки растительного сырья // *Техника и технология пищевых производств*. 2014; № 2. С. 126–129.
10. Salivaras E., McCurdy A.R. Detection of olive oil adulteration with canola oil from triacylglycerol analysis by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1992; 69(9): 935–938.
11. Krist S. [et al.] Detection of adulteration of poppy seed oil with sunflower oil based on volatiles and triacylglycerol composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006; 54(17): 6385–6389.
12. Andrikopoulos N.K. Triglyceride species compositions of common edible vegetable oils and methods used for their identification and quantification. *Food Reviews International*. 2002; 18(1): 71–102.
13. Christopoulou E. [et al.] Effectiveness of determinations of fatty acids and triglycerides for the detection of adulteration of olive oils with vegetable oils. *Food chemistry*. 2004; 84(3): 463–474.
14. Codex Alimentarius Commission [et al.] Codex alimentarius: Standard for olive oils and olive pomace oils. 2003.
15. Bland J.M., Conkerton E.J., Abraham G. Triacylglyceride composition of cottonseed oil by HPLC and GC. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1991; 68(11): 840–843.
16. Zeitoun M.A. [et al.] Analyses of vegetable oil triglyceride molecular species by reversed phase high performance liquid chromatography. *Journal of liquid chromatography*. 1991; 14(14): 2685–2698.
17. Aparicio R., Aparicio-Ruiz R. Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques. *Journal of Chromatography A*. 2000; 881(1/2): 93–104.

18. Mendes O.L. [et al.] Computer prediction of triacylglycerol composition of vegetable oils by HRGC. *Chromatographia*. 1995; 40(9): 557–562.

REFERENCES:

1. Covas M.I., de la Torre R., Fitó M. Virgin olive oil: a key food for cardiovascular risk protection. *British Journal of Nutrition*. 2015; 113(S2): 19–28.
2. Hohmann C.D. [et al.] Effects of high phenolic olive oil on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Phytomedicine*. 2015; 22(6): 631–640.
3. Martínez-González M.A., Dominguez L.J., Delgado Rodriguez M. Olive oil consumption and risk of CHD and/or stroke: A metaanalysis of case–control, cohort and intervention studies. *British Journal of Nutrition*. 2014; 112(2): 248–259.
4. Fraihat S. [et al.] Physicochemical characterization of olive oil from Aljouf area of Saudi Arabia. *Int. J. Chemtech. Res.* 2017; 10: 1004–1010.
5. CODEX-STAN 210 (Amended 2003, 2005, 2011, 2013, 2015) «Codex Standard for Named Vegetable Oils». Codex Alimentarius Commission FAO/WHO.
6. O'Brien R. Fats and oils. Production, composition and properties, application / transl. from English. 2nd ed. SPb.: Profession; 2007. (In Russ.)
7. Poiana M.A. [et al.] Application of FT-IR spectroscopy to assess the olive oil adulteration. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2012; 18(4): 277–282.
8. Alexa E. [et al.] The use of FT-IR spectroscopy in the identification of vegetable oils adulteration. *J. Food Agric. Environ.* 2009; 7(2): 20–24.
9. Moskvina N.A., Golubtsova Yu.V., Kriger O.V. Application of the polymerase chain reaction method for species identification of vegetable raw materials processing products. *Technique and technology of food production*. 2014; 2: 126–129. (In Russ.)
10. Salivaras E., McCurdy A.R. Detection of olive oil adulteration with canola oil from triacylglycerol analysis by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1992; 69(9): 935–938.
11. Krist S. [et al.] Detection of adulteration of poppy seed oil with sunflower oil based on volatiles and triacylglycerol composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006; 54(17): 6385–6389.
12. Andrikopoulos N.K. Triglyceride species compositions of common edible vegetable oils and methods used for their identification and quantification. *Food Reviews International*. 2002; 18(1): 71–102.
13. Christopoulou E. [et al.] Effectiveness of determinations of fatty acids and triglycerides for the detection of adulteration of olive oils with vegetable oils. *Food chemistry*. 2004; 84(3): 463–474.
14. Codex Alimentarius Commission et al. Codex alimentarius: Standard for olive oils and olive pomace oils; 2003.
15. Bland J.M., Conkerton E.J., Abraham G. Triacylglyceride composition of cottonseed oil by HPLC and GC. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1991; 68(11): 840–843.
16. Zeitoun M.A. [et al.] Analyses of vegetable oil triglyceride molecular species by reversed phase high performance liquid chromatography. *Journal of liquid chromatography*. 1991; 14(14): 2685–2698.
17. Aparicio R., Aparicio-Ruiz R. Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques. *Journal of Chromatography A*. 2000; 881(1/2): 93–104.
18. Mendes O.L. [et al.] Computer prediction of triacylglycerol composition of vegetable oils by HRGC. *Chromatographia*. 1995; 40(9): 557–562.

Информация об авторах / Information about the authors

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

Бутина Елена Александровна, профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доктор технических наук, профессор
butina_elena@mail.ru

Дубровская Ирина Александровна, доцент кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», кандидат технических наук

Светлана Александровна Ильинова, профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доктор технических наук

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

Dmitry D. Zhdanov, a leading engineer of the Testing Center of FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Elena A. Butina, a professor of the Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity Science, Processes and Apparatuses of FSBEI HE «Kuban State Technological University», Doctor of Technical Sciences, a professor
butina_elena@mail.ru

Irina A. Dubrovskaya, an associate professor of the Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity Science, Processes and Apparatuses of FSBEI HE «Kuban State Technological University», Candidate of Technical Sciences

Svetlana A. Ilyinova, a professor of the Department of Technology of Fats, Cosmetics, Commodity Science, Processes and Apparatuses of FSBEI HE «Kuban State Technological University», Doctor of Technical Sciences

Aslan Yu. Shazzo, a professor of the Department of Food Engineering of FSBEI HE «Kuban State Technological University», Doctor of Technical Sciences

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-78-94>

УДК 663.2.004.12

© 2022

Поступила 01.11.2022

Received 01.11.2022



Принята в печать 26.12.2022

Accepted 26.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВИН И ВИНМАТЕРИАЛОВ

Нафсет Т. Сиюхова*, Зарета Т. Тазова,
Людмила В. Лунина, Замира Н. Блягоз

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

Аннотация. Обеспечение продовольственной безопасности качества реализуемой продукции является одной из актуальных проблем винодельческой промышленности. Тенденция фальсификации известных марок вин отечественного и импортного производства является характерным признаком современного рынка винодельческой продукции. Известные методологические базы оценки качества винодельческой продукции в большинстве случаев не располагают потенциалом распознавания множества современных «технологических решений». Для решения этой проблемы может быть предложен аналитический метод на современном оборудовании «FTIR BACCHUS 3». Данный анализатор позволяет определить химические вещества и диапазонные характеристики этих веществ. Для идентификации образцов вин был выбран именно этот метод и неслучайно, при его использовании существенно сокращается время анализа, а диапазон определяемых анализатором химических элементов достаточно широкий, также для этого оборудования не нужны реагенты; метод не требует предварительной подготовки образцов, он достаточно новый, нераспространенный в России. В статье представлен сравнительный обзор классических методов идентификации вин. Представленный материал указывает на актуальность создания базы данных по химическому составу вин, определяющих их подлинность с использованием новых инструментальных методик. Предложенный многопараметрический анализатор вина FTIR BACCHUS 3 – это система анализа сула и вин с использованием хеометрических методов, основанная на получении спектра среднего ИК-диапазона (FTIR). Метод основан на хеометрике, т.е. получении химических данных с помощью математических методов обработки и добычи данных, что повышает достоверность оценки подлинности и места происхождения винодельческой продукции.

Ключевые слова: фальсификация, идентификация, хроматография, спектрофотометрия, ядерно-магнитно-резонансная спектроскопия, электрофорез, инструментальные методы, вино, петиотизация, галлизация, электрофореграмма

Для цитирования: Аналитический контроль качества вин и виноматериалов / Сиюхова Н.Т. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 78-94. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-78-94>

ANALYTICAL QUALITY CONTROL OF WINES AND WINE MATERIALS

Nafset T. Siyukhova*, Zareta T. Tazova,
Ludmila V. Lunina, Zamira N. Blyagoz

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

Abstract. Ensuring food safety of the quality of sold products is one of the urgent problems of the wine industry. The trend of falsification of well-known brands of domestic and imported wines is a characteristic feature of the modern market of wine products. Known methodological bases for assessing the quality of wine products in most cases do not have the potential to recognize many modern «technological solutions». To solve this problem an analytical method can be proposed on modern equipment "FTIR BACCHUS 3". This analyzer allows you to determine the chemical substances and the range characteristics of these substances. This method has been chosen for the identification of wine samples and not by chance, when using it, the analysis time is significantly reduced, and the range of chemical elements determined by the analyzer is quite wide, and reagents are not needed for this equipment. The method does not require preliminary preparation of samples; it is also quite new, not popular in Russia. The article presents a comparative review of classical wine identification methods. The presented material indicates the relevance of creating a database on the chemical composition of wines that determine their authenticity using new instrumental techniques. The proposed multi-parameter wine analyzer FTIR BACCHUS 3 is a system for the analysis of worts and wines using chemometric methods, based on the acquisition of the mid-IR spectrum (FTIR). The method is based on chemometrics, i.e. obtaining chemical data using mathematical methods of data processing and extraction, which will increase the reliability of assessing the authenticity and place of origin of wine products.

Keywords: falsification, identification, chromatography, spectrophotometry, nuclear magnetic resonance spectroscopy, electrophoresis, instrumental methods, wine, petiotization, gallization, electropherogram

For citation: *Analytical quality control of wines and wine materials / Siyukhova N.T. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 78-94. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-78-94>*

В современных операциях контроля качества при производстве вина надежные и точные аналитические результаты необходимы для обеспечения потребителей продуктами самого высокого и, что самое главное, стабильного качества. Существующие стандарты довольно трудоемки и материалоемки и не позволяют выявлять фальсификацию срока выдержки, петиотизацию, галлизацию и другие виды фальсификации.

Таким образом, подробное изучение химического состава вин для оценки качества является актуальным. В

современном мире возможность анализа всех основных параметров сула и вина с помощью одного прибора уже является реальностью. Данные современные приборы помогают сократить время анализа вин, увеличить точность результатов и принять решение для улучшения качества и получения стабильных результатов в длительной перспективе. В данной работе исследуется эффективность применения современного анализатора FTIR BACCHUS 3 при идентификации вин.

Целью работы является идентификация и оценка качества вин на основе

исследования их химического состава и создания базы данных, определяющих их подлинность.

В настоящее время есть множество современных инструментальных методов, позволяющих идентифицировать вино. В статье нами будут рассмотрены следующие инструментальные методы: хроматографический, спектрофотометрический, метод высокоэффективного капиллярного электрофореза, ядерно-магнитно-резонансной спектроскопии [8].

Рассмотрим для начала метод спектрофотометрии, который основан на измерении спектров поглощения в оптической области электромагнитного излучения. Спектрофотометрия применяется для качественного и количественного определения органических и неорганических веществ и т.д. Спектры возникают при переходе системы из одного стационарного состояния в другое. Съемка молекулярных спектров основывается на следующем законе: молекула поглощает электромагнитное излучение только таких длин волн, какие она может излучать. Закон Бугера-Ламберта-Бера является основой количественного спектрофотометрического анализа. Как и любой метод спектрофотометрия имеет свои преимущества и недостатки.

Преимущества: работает с низкими концентрациями, при этом различает элементы, если их немного во взвеси; метод применим для примесей, ввиду закона сложения; достаточно хорошо подходит для определения состава инертных газов; применим как и для высокого, так и для низкого содержания вещества в растворе; быстрота определения.

Недостатков намного меньше, но они есть: метод спектрофотометрии плохо работает для смеси газов; интенсивнее поглощаются те энергии (длина волны), которые соответствуют энергетическим уровням возбуждения внутренних переходов атомов и молекул: тогда молярный коэффициент поглощения максимален; ограничения закона БЛБ.

Следующим одним из немаловажных инструментальных методов идентификации вин является хроматографический. Хроматография представляет собой динамический метод разделения и определения веществ, основанный на многократном распределении компонентов между двумя фазами – подвижной и неподвижной. Подвижной фазой может служить жидкость или газ, протекающие под давлением через слой неподвижной фазы. Неподвижной фазой выступает сорбент, представленный твердым пористым веществом с развитой поверхностью. В процессе хроматографирования вещество поступает в слой сорбента вместе с потоком подвижной фазы. При этом происходит сорбция вещества, после, при контакте со свежими порциями подвижной фазы – десорбируется. Так как перемещение подвижной фазы происходит непрерывно, то сорбция и десорбция вещества тоже происходит непрерывно. При этом какая-то часть вещества находится в неподвижной фазе – в сорбированном состоянии, а часть – в подвижной фазе и, следовательно, перемещается вместе с ней [1].

Преимущества хроматографии перед другими методами состоят в возможности многократного повторения элементарных актов (сорбция, десорбция, осаждение-растворение, испарение-растворение); метод позволяет разделять небольшие количества веществ; отличается от других методов высокой разделяющей способностью.

В зависимости от агрегатного состояния фаз различают газовую хроматографию, где подвижной фазой является газ или пар, и жидкостную, в этом случае подвижной фазой выступает жидкость. У газовой хроматографии имеется ряд преимуществ перед жидкостной: имеет возможность анализа микропроб; высокая скорость процесса; автоматическая запись результатов, если есть соответствующее оборудование; метод имеет возможность выделения компонентов не

только в лаборатории, но и в промышленных масштабах.

И хочется отметить, что газовая хроматография достаточно распространенный метод, например, в Испании за последние годы для определения пищевых добавок в напитках применяется этот метод с ионным и УФ детекторами. Методика позволяет определить подсластители (сахарин, аспартам), консерванты (бензойная и сорбиновая кислоты) и кофеин.

В качестве инструментального метода анализа различных синтетических соединений и природных объектов в мировой практике хорошо себя зарекомендовал высокоэффективный капиллярный электрофорез (ВЭКЭ). Этот универсальный метод количественного анализа ионов и нейтральных молекул основан на их разделении в кварцевом капилляре диаметром менее 0,001 м, длиной 0,4–0,8 м, при наложении электрического поля до 30 киловольт. Сочетание электрофореза и электроосмоса заставляет все компоненты пробы двигаться в одном направлении к концу капилляра, где расположен высокочувствительный детектор [2].

ВЭКЭ сочетает в себе достоинства таких широко известных методов анализа, как капиллярная газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография. Причем надо отметить, что метод ВЭКЭ имеет больше возможностей в отличие от газовой и жидкостной хроматографии, что следует из такого показателя, как число теоретических тарелок на метр длины. В газовой хроматографии этот показатель равен 2–5 тысячам, в жидкостной он составляет 40–100 тысяч, а для капиллярного электрофореза число теоретических тарелок может достигать 10 миллионов и более. Главными достоинствами метода ВЭКЭ можно выделить: малый расход реактивов (микролитры); определение малых концентраций веществ в короткие промежутки времени; простота пробоподготовки (фильтрация и дегазирование); надежная работа

капилляра с экономичными водными буферами; высокая эффективность разделения; практически полное отсутствие поглощения компонентов пробы в ходе анализа, так как функцию разделения компонентов пробы выполняет внутренняя поверхность кварцевого капилляра. В качестве детектора в ВЭКЭ используют ультрафиолетовый детектор, который может быть с фиксированной и переменной длиной волны. Кроме того, по сравнению с жидкостной хроматографией ВЭКЭ не требуется насосов высокого давления и намного меньше расходуется высокочистых растворителей, объемы пробы могут составлять всего лишь 100 мкл.

При оценке подлинности виноградных вин вещества, содержащие непредельные связи и обладающие электропроводимостью, регистрируются компьютером в виде характерного для данного режима анализа вина или виноматериала набора пиков различной интенсивности. Далее полученная в ходе анализа электрофореграмма сравнивается с типовой и по наличию одного и того же набора пиков и соответствующей интенсивности делают вывод об идентичности вина.

Ядерно-магнитно-резонансная спектроскопия также является современным методом, используемым достаточно широко. В статье рассмотрено применение этого метода с использованием H_2 , для определения образования спирта в вине, применение данного метода с использованием C_{13} , для качественного определения и изучения структуры (без предварительного выделения) ряда ингредиентов вина, в частности метанола, этанола, глицерина, органических кислот, сахара, дающего при окислении моносахариды, редких видов сахаров. Данный метод с использованием C_{13} позволяет обнаружить и количественно определить аминокислоты в винах и не только, а также в винных экстрактах, плодово-ягодных соках и, что немаловажно, без предварительной подготовки проб и отделения от

специфических веществ. Этот метод дает возможность определить также и консерванты. Применение метода ядерно-магнитно-резонансной спектроскопии для обнаружения фальсификации вин основывается на возможности установления добавления сахара, синтетических добавок и различных примесей маскирующих веществ [13].

На основе ядерно-магнитно-резонансной спектроскопии разработан надежный метод определения содержания спирта в винах, основанный на разделении на фракции содержащихся в них природных изотопов D, H, ^{13}C , ^{12}C и измерении отношения $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ D/H. Метод дает возможность определить степень разбавления вин водой. Вышеизложенное позволяет говорить о высокой эффективности метода ядерно-магнитно-резонансной спектроскопии, но, являясь очень дорогим, этот метод весьма труднодоступен для массового определения качества.

В своих исследованиях по определению показателей, характеризующих подлинность вин, нами был выбран многопараметрический анализатор вина FTIR BACCHUS 3 с использованием

хеометрических методов. Данный анализатор позволяет определить химические вещества и диапазонные характеристики этих веществ.

Многопараметрический анализатор вина FTIR BACCHUS 3 – это система анализа суслу и вин с использованием хеометрических методов, основанная на получении спектра среднего ИК-диапазона (FTIR). Метод основан на хеометрике, т.е. получении химических данных с помощью математических методов обработки и добычи данных. Он включает в себя модуль отбора проб и контроля температуры, специально разработанный для вин и проб суслу, который также выполняет промывку контура. Анализатор вина FTIR BACCHUS 3 показан на рисунке 1.

Для идентификации образцов вин мы выбрали именно этот метод, так как при его использовании существенно сокращается время анализа, а диапазон определяемых анализатором химических элементов достаточно широкий; для этого оборудования не нужны реагенты, метод не требует предварительной подготовки образцов, также он



Рис. 1. FTIR BACCHUS 3

Fig. 1. FTIR BACCHUS 3

достаточно новый, нераспространенный в России.

Пользовательский интерфейс оборудования основан на программном обеспечении Vacchus Analyze, разработанном специально для лабораторий. Это прикладное программное обеспечение берет на себя одновременное получение спектров и их последующую хемометрическую обработку. Он обрабатывает аналитические результаты в зависимости от рабочего списка и профиля анализа, предварительно настроенного оператором. Система поставляется с полным набором калибровок (прогнозных моделей), который охватывает большинство обычных исследуемых параметров. Кроме того, модульность системы позволяет легко трансформировать и использовать систему для других приложений, например для количественного определения аналитов в твердых или полутвердых образцах с ячейкой ATR в газах или парах с газом. Также возможна качественная оценка веществ (идентификация, дискриминация или классификация). Версия v. MultiSpec (FTIR-UV/Vis), защищенная международным патентом WO 02/063309, описывает систему, разработанную для анализа жидких образцов, которая включает в одну структуру два спектрофотометра, один для ИК-области, другой для УФ-излучения.

Исследуемые аналитические параметры:

- алкоголь, плотность, сухой экстракт;
- сахар;
- титруемая кислотность, pH, летучая кислотность;
- органические кислоты: уксусная, молочная, глюконовая, сорбическая и т.д.;
- общее содержание SO₂, CO₂, этиловый ацетат;
- усваиваемый азот, аммиак, калий, антоцианин, танины;
- интенсивность цвета, измененная интенсивность цвета, тень, оттенок.

При исследовании параметров необходимо соблюдение эталонных требований: влажность 50%, температура 30°C.

Для эффективной работы BACCHUS 3 необходимо соблюдать параметры, от которых зависит надежность результатов, поэтому следующие руководящие принципы нами были соблюдены:

- набор из 10 образцов;
- равномерное распределение образцов по всему диапазону;
- набор корректировок был тщательно проанализирован с помощью справочных методов;
- было известно типичное стандартное отклонение метода эталонного анализа для того, чтобы помочь с выбором наилучшей калибровки;
- образцы корректировки были сохранены в наилучших условиях и проанализированы как можно быстрее с помощью справочного метода и с помощью FTIR.

Программа BACCHUS Analyze. Как было указано выше, пользовательский интерфейс является уникальным для всей системы. Он автоматически контролирует все аппаратные модули. Он связан со спектрометром Nicolet iS10 (FTIR) через служебную программу Omnic. BACCHUS Analyze разработан специально для работы BACCHUS в винных лабораториях, поэтому им легко управлять интуитивно, он согласуется с рабочим процессом лаборатории. BACCHUS Analyze многоязычный. Включает функции контроля качества прибора для оптических столов ИК и электроники автоматизации.

Естественно, в сравнении с теми методами и оборудованием, которые используются на предприятиях Адыгеи, например рефрактометр, спектрофотометр, ареометр и т.п., один анализ на которых занимает половину дня. В сравнении с ними «BACCHUS 3» является достаточно эффективным, сокращает время проведения анализа и т.д.

Таблица 1

Химические вещества вин, определяющие их подлинность

Table 1

Wine chemicals that determine their authenticity

Показатель	Вино (белое и красное)			Вино игристое
Объемная доля этилового спирта	8,5–15,0%			8,5–13,5 %
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Сухие не более 4,0	Полусладкие 18,0–45,0	Сладкие не менее 45,0	40–55
Экстракт, не менее г/дм ³	Белые вина 16,0		Красные вина 18,0	18,0
pH	Белые вина 3,0–3,4		Красные вина 3,3–3,5	3,0–3,10
Титруемая кислотность, г/дм ³	3–8			5,0–8,0
Летучая кислотность, не более г/дм ³	Белые вина 1,10		Красные вина 1,00	1,2
Содержание яблочной кислоты, не более г/дм ³	5			1,5
Содержание молочной кислоты, г/дм ³	1–6			1–6
Содержание глюкозы, г/л	Сухие вина 0,4–0,8		Полусладкие вина более 0,8	Более 0,8
Содержание фруктозы, г/л	Сухие вина 0,2–2,0		Полусладкие вина более 2,0	Более 2,0
Содержание винной кислоты, не более г/дм ³	5			5
Содержание калия, не более мг/100 г	Белые вина 71,0		Красные вина 127,0	127,0
Содержание лимонной кислоты, не более г/дм ³	2,0			2,0
Содержание янтарной кислоты, г/дм ³	0,24–1,5			0,24–1,5
Содержание глицерина, не более г/дм ³	15			15
Содержание сульфатов, мг/дм ³	200–1500			200–1500
Ash-зольность, г/дм ³	1,0–7,08			1,2–7,08
Содержание метанола, мг/л	Белые 40–120		Красные 120–250	170
Содержание катехинов, мг/дм ³	Белые 50–100		Красные 100–250	100–250
Содержание антоцианов, не менее г/дм ³	Белые вина 16,0		Красные вина 187,0	187,0
Содержание общих полифенолов, мг/100 мл вина	Белые 32		Красные 216	216
Содержание CO ₂	0,4–1,2 г/л			Не менее 300
Содержание сорбиновой кислоты, не более мг/дм ³	200			200

Ниже в работе мы рассматриваем результаты идентификации вин с использованием современного оборудования «VACCHUS 3».

Для исследования были отобраны образцы вин на ООО «Вагрус». Они были представлены белыми, красными и игристыми винами: Красное полусладкое вино «Цица», дата отбора 12.06.22; Сухое белое вино «Псий», дата отбора 15.06.22; Белое полусладкое вино «Пшиш», дата отбора 19.06.22; вино игристое «Ламбруско Россо», дата отбора 24.06.22.

Для идентификации отобранных образцов вин нами была составлена база данных по химическим веществам, определяющая их подлинность. Данные приведены в таблице 1.

Для идентификации образцов вин и виноматериалов нами было отобрано по 15 мл каждого образца, поэтапно они были помещены в анализатор. На рисунке представлен процесс проведения анализа (рис. 2).

С помощью программного обеспечения Vacchus Analyze были получены результаты химического анализа, данные приведены ниже.

Результаты анализа вина красного полусладкого «Цица» приведены в таблице 2 и на рисунке 3.

Вино «Цица» красное полусладкое изготавливается из красных сортов винограда Саперави, Каберне, Мерло, Левокумский. Продукция изготовлена в соответствии с требованиями ГОСТа 32030-2013. Объемная доля этилового спирта 10,0–12,0%. Массовая концентрация сахаров 35–45 г/дм³. По результатам исследования этого образца можно сделать вывод, что в вине превышено содержание сорбиновой кислоты, которая, как правило, ухудшает вкусовые качества вин. Со временем сорбиновая кислота медленно распадается с формированием этилового сорбата, который дает тона ананаса и сельдерея. Этот процесс нельзя остановить, так как он происходит благодаря присутствию этилового спирта. В то время как эти ароматы не являются пороками, они будут маскировать другие фруктовые ароматы в вине, что является нежелательным. Еще одним недостатком сорбиновой кислоты является то, что молочнокислые бактерии могут атаковать ее с выработкой химического соединения,



Рис. 2. Анализ вина (забор проб в анализатор)

Fig. 2. Wine analysis (sampling into the analyzer)

Таблица 2

Результаты анализа вина красного полусладкого «Цица» (дата отбора 12.06.22)

Table 2

The results of the analysis of red semi-sweet «Tsitsa» wine (selection date 12.06.22)

Показатель	Фактические данные
Спирт	11,05
Глюкоза + фруктоза ≤15 г/л	41,07
Общий сахар	42
Экстракт	67,91
Плотность	1,01050
Ph	3,44
Титруемая кислотность	5,13
Летучая кислотность	0,41
Яблочная кислота	1,22
Молочная кислота	0,58
Глюкоза	19,15
Фруктоза	19,88
Винная кислота	2,90
Калий (К), мг/л	753
Лимонная кислота	0,44
Янтарная кислота	0,72
Глицерин	7,36
Сульфаты, мг/л	678
Ash-зольность	1,97
Метанол, мг/л	18,15
Кахетины, мг/л	219
Общие полифенолы	3403
CO ₂ (г/л)	0,17
Антоцианы, мг/л	211
Сорбиновая кислота, г/л	110
Цвет нм 420	1,81

дающего сильный тон листьев герани, что считается винным пороком. Необходимо отметить, что сорбиновая кислота при производстве вин используется в качестве консерванта, поэтому, для того чтобы избежать негативных последствий при увеличении ее содержания, можно заменить сорбиновую кислоту на диоксид серы. Также в исследуемом образце наблюдается низкое содержание молочной кислоты, которая помогает

проводить яблочно-молочное брожение. Этот процесс усиливает аромат вина, улучшает микробиологическую стабильность и снижает кислотность вина. При недостаточном количестве молочной кислоты вино становится простым, негармоничным. Учитывая тот факт, что в данном образце отклонение молочной кислоты от нормы небольшое, в вине не появились пороки, полностью ухудшающие вкусовые свойства.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВИНА КР. П/СЛ "ЦИЦА"

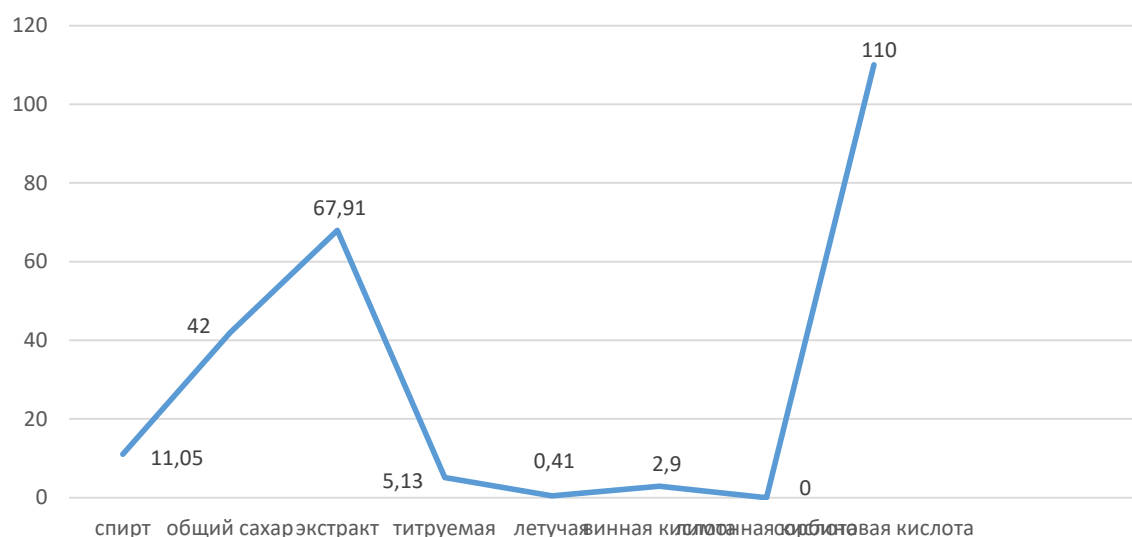


Рис. 3. Концентрации основных химических веществ в вине красном полусладком «Цица»

Fig. 3. Concentrations of the main chemicals in semi-sweet «Tsitsa» wine

Таблица 3

Результаты анализа сухого белого вина «Псий» (дата отбора 15.06.22)

Table 3

The results of the analysis of dry white «Psiy» wine (selection date 15.06.22)

Показатель	Фактические данные
Спирт	11,18
Глюкоза + фруктоза ≤15 г/л	5,84
Общий сахар	4,0
Экстракт	25,09
Плотность	0,09473
pH	3,20
Титруемая кислотность	4,37
Летучая кислотность	0,32
Яблочная кислота	0,41
Молочная кислота	0,37
Глюкоза	0,74
Фруктоза	4,26
Винная кислота	2,77
Калий (К), мг/л	447
Лимонная кислота	0,34
Янтарная кислота	0,57
Глицерин	6,20
Сульфаты, мг/л	619

Продолжение таблицы 3

Ash-зольность	0,95
Метанол, мг/л	33,32
Кахетины, мг/л	30
Общие полифенолы	833
CO ₂ (г/л)	0,14
Антоцианы, мг/л	20
Сорбиновая кислота, г/л	23
Цвет нм 420	0,27

Фактические показатели 2-го образца представлены в таблице 3 и на рисунке 4.

Сухое белое вино Псий произведено из белых сортов винограда Алиготе, Ркацители, Шардоне. Продукция изготовлена в соответствии с требованиями ГОСТа 32030-2013. Объемная доля этилового спирта 11,0–13,0%. В этом образце также наблюдается повышенное содержание сорбиновой кислоты и низкое содержание молочной кислоты, негативные последствия которых рассмотрены выше в работе, а также выявлено низкое содержание катехина, наблюдается незначительное отличие от нормы показателей зольности и фруктозы

(превышение). Низкое содержание катехинов в белом вине дает основание полагать, что цвет вина не насыщенно янтарный, чего можно было бы добиться, используя гребни и кожицу винограда, и продолжительный контакт сусла с твердыми частями ягоды и грозди. Количество золы, как правило, зависит от состава почвы, возраста насаждений, используемых удобрений, использования различных частей растения в сусле. Низкая зольность в образце свидетельствует о непродолжительном контакте сусла и твердых частей растений, следовательно, минеральный состав готового вина недостаточно полный. Касаемо повышенной концентрации фруктозы

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА СУХОГО БЕЛОГО ВИНА "ПСИЙ"

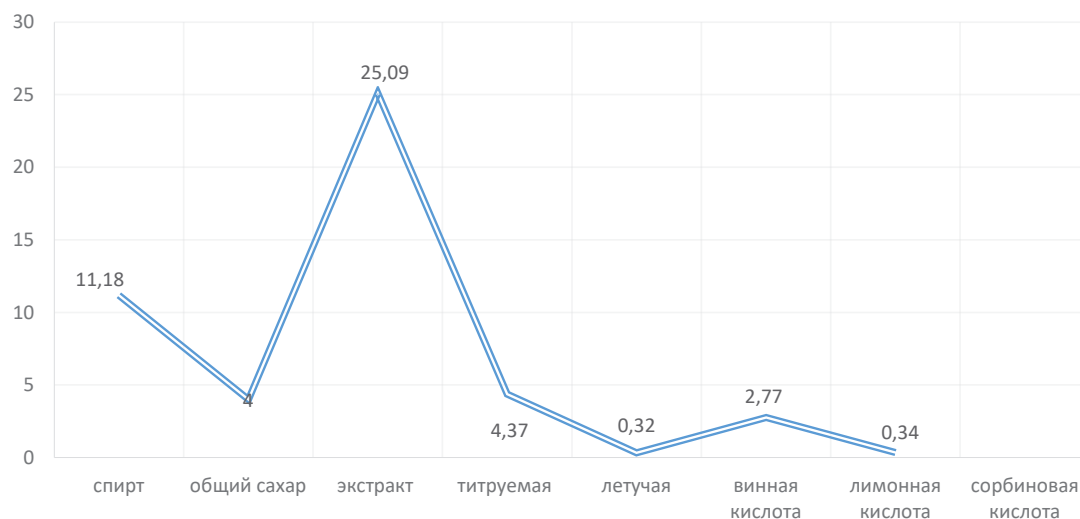


Рис. 4. Концентрации основных химических веществ в белом сухом вине «Псий»

Fig. 4. Concentrations of the main chemicals in dry white «Psiy» wine

Таблица 4

Результаты анализа белого полусладкого вина «Пшиш» (дата отбора 19.06.22)

Table 4

The results of the analysis of white semi-sweet «Pshish» wine (selection date 19.06.22)

Показатель	Фактические данные
Спирт	9,99
Глюкоза + фруктоза ≤ 15 г/л	41,64
Общий сахар	39
Экстракт	64,33
Плотность	1,01043
pH	3,17
Титруемая кислотность	4,96
Летучая кислотность	0,39
Яблочная кислота	0,57
Молочная кислота	0,0
Глюкоза	19,70
Фруктоза	20,47
Винная кислота	3,25
Калий (К), мг/л	268
Лимонная кислота	0,30
Янтарная кислота	0,55
Глицерин	6,13
Сульфаты, мг/л	442
Ash-зольность	0,81
Метанол, мг/л	5,15
Кахетины, мг/л	130
Общие полифенолы	3024
CO ₂ (г/л)	0,13
Антоцианы, мг/л	136
Сорбиновая кислота, г/л	127
Цвет нм 420	0,25

можно отметить, что одной из главных проблем виноделов является остановка брожения, причиной которой служит повышенное содержание фруктозы.

Результаты исследования третьего образца приведены в таблице 4 и на рисунке 5.

Вино «Пшиш» полусладкое белое изготовлено из белых сортов винограда Ркацители, Шардоне, Алиготе, Совиньон. Продукция изготовлена в соответствии с требованиями ГОСТа 32030-2013.

Объемная доля этилового спирта 10,0–12,0%. Массовая концентрация сахаров 35–45 г/дм³.

По результатам исследования данного образца можно сделать вывод, что в вине полусладком «Пшиш» наблюдается повышенное содержание сорбиновой кислоты, а также пониженное содержание молочной кислоты и зольности. Негативные последствия данных отклонений рассмотрены выше в работе.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА БЕЛОГО ПОЛУСЛАДКОГО ВИНА
"ПШИШ"



Рис. 5. Концентрации основных химических веществ в вине белом полусладком «Пишиш»

Fig. 5. Concentrations of main chemicals in white semi-sweet «Pshish» wine

Таблица 5

Результаты анализа вина «Ламбруско Россо» (дата отбора 24.06.22)

Table 5

The results of the analysis of the «Lambrusco Rosso» wine (selection date 24.06.22)

Показатель	Фактические данные
Спирт	8,13
Глюкоза + фруктоза ≤15 г/л	55,6
Общий сахар	54
Экстракт	79,11
Плотность	1,01820
рН	3,11
Титруемая кислотность	4,65
Летучая кислотность	0,15
Яблочная кислота	0,73
Молочная кислота	0,0
Глюкоза	26,13
Фруктоза	29,86
Винная кислота	2,65
Калий (К), мг/л	312
Лимонная кислота	0,46
Янтарная кислота	0,50
Глицерин	5,86
Сульфаты, мг/л	399
Ash-зольность	1,06
Метанол, мг/л	7,02
Кахетины, мг/л	232

Продолжение таблицы 5

Общие полифенолы	4174
CO ₂ (г/л)	0,27
Антоцианы, мг/л	191
Сорбиновая кислота, г/л	133
Цвет нм 420	1,75

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА КРАСНОГО ИГРИСТОГО ВИНА "ЛАМБРУСКО РОССО"

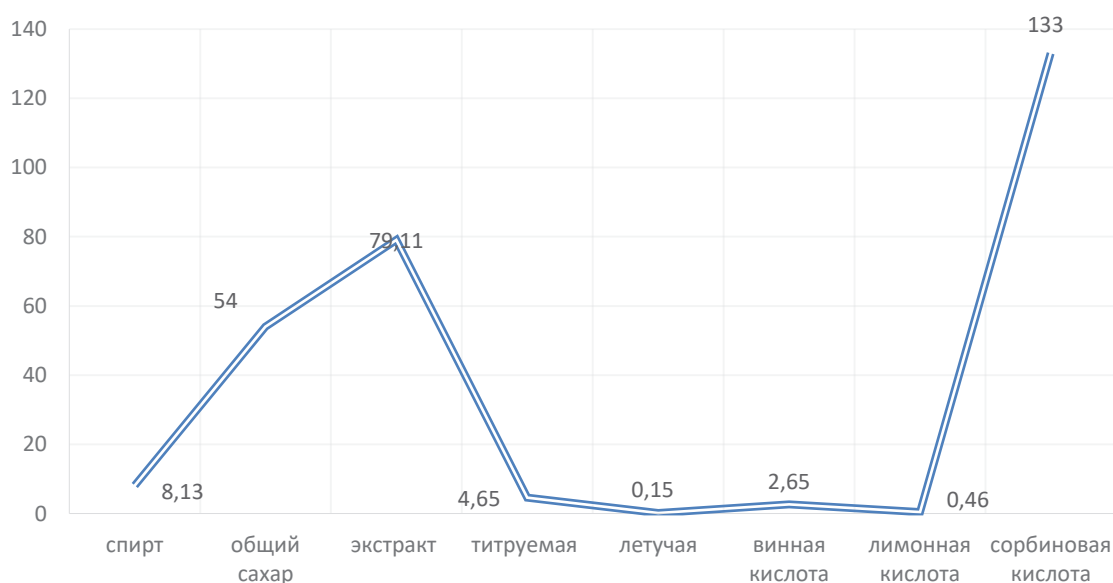


Рис. 6. Концентрации основных химических веществ в красном игристом вине «Ламбруско Россо»

Fig. 6. Concentrations of key chemicals in red «Lambrusco Rosso» sparkling wine

Результаты анализа следующего объекта исследования представлены в таблице 5 и на рисунке 6.

Игристое красное полусладкое вино «Ламбруско Россо» изготовлено из сортов винограда: Каберне, Мерло, Изабелла, Саперави. Объемная доля этилового спирта 7,5–8,5%. Массовая концентрация сахаров 50–60 г/дм³. Результаты анализа данного образца отражают пониженное содержание молочной и титруемой кислоты, повышенное содержание сорбиновой кислоты.

Таким образом, после проведенных исследований химического состава вин с использованием современного аналитического оборудования BACCHUS 3, нами

была создана база данных химического состава, характеризующая подлинность вин, которую можно использовать для идентификации вин разных производителей, кроме того, установлены преимущества данного метода перед традиционными методами идентификации:

Определение за один шаг, в считанные секунды наиболее важных аналитических параметров вина (алкоголь, pH, TA, VA, редуцирующие сахара, яблочная, винная, молочная, глюконовая кислоты, CO₂...) с точностью, равной или превосходящей рекомендации в анализе;

2. Использование неспециализированными операторами;

3. Работа без предварительной подготовки образца: единственное требование – частицы в суспензии должны быть меньше 20 мкм или мутность ниже 100 NTU, необходимы центрифугирование или фильтрация, если цвет необходимо оценить с высокой точностью, или при обработке сула или ферментации вина с высокой мутностью;

4. Необходимость ограниченного количества пробы для анализа: 10 мл;

5. Работа без дополнительных реагентов. Нужен только промыточный раствор, тензиоактивный продукт и дистиллированная вода;

6. Необходимость ограниченного технического обслуживания;

7. Возможность пользователя добавлять новые аналитические параметры. Обычно это возможно, если аналит доступен в концентрации выше 0,1 г/л;

8. Невосприимчивость метода к помехам при условии, что они не изменяют существенно матрицу. Например, можно анализировать образцы с содержанием CO_2 до 1,5 г/л без удаления растворенного газа;

9. Компьютеризированные данные результатов. Исчерпывающая аналитическая информация сохраняется вместе со спектром пробы. Его можно повторно анализировать неограниченное количество раз, в том числе для определения

параметров, для которых калибровка не была доступна во время получения спектров;

10. Из всех подобных систем, доступных на рынке, ВАССНУС 3 наименее чувствителен к матричному эффекту. Это факт, ясно продемонстрированный многочисленными наблюдениями в течение нескольких лет, что прогностические модели, разработанные с выборками из определенного географического региона, могут быть с одинаковой эффективностью использованы в других регионах, расположенных за сотни километров от первого. Доказанная надежность прогнозных моделей делает предварительную сортировку образцов – молодых вин, готовых вин и резервных – бесполезной, за исключением очень редких случаев.

Возможность проведения стольких анализов, такого количества показателей, была возможна с помощью анализатора ВАССНУС 3. После проведения исследований точно можно увидеть преимущества ВАССНУС 3 перед традиционными устаревшими методами.

К минусам использования этого анализатора можно отнести его стоимость – на рынках от производителя она составляет 3,7 млн рублей, заказывать его нужно из Испании и настраивать его должны только производители.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аникина Н.С. Научные основы идентификации подлинности виноградных виноматериалов и вин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.05. Ялта, 2014. 347 с.
2. Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Идентификация и экспертиза виноградных вин и коньяков. Краснодар, 2008. 174 с.
3. Дергунов А.В., Лопин С.А., Ильяшенко О.М. Влияние сортовых особенностей винограда на биохимические составляющие и качество вин // Виноделие и виноградарство. 2014. С. 16-20.
4. Бурьян Н.И. Микробиология виноделия. Ялта: Магарач, 1997. 433 с.
5. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Промышленное производство вина. Ч. 1: учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 90 с.
6. Бурьян Н.И. Справочник для работников лабораторий винзаводов. Москва: Пищевая пром-сть, 1979. 280 с.
7. Валушко Г.Г. Теория виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2001. 624 с.

8. Разработка критериев для определения аутентичности виноградных вин / Лунина Л.В. [и др.] // Партнеры и конкуренты. 2005. № 5. С. 27–29.
9. Товароведная характеристика и экспертиза качества виноградных вин контролируемых наименований: учебное пособие / Вытовтов А.А. [и др.]. СПб.: СПбТЭИ, 2000. 150 с.
10. Ароматобразующие вещества в красных столовых виноматериалах из различных зон выращивания винограда / Гугучкина Т.И. [и др.] // Виноделие и виноградарство. 2007. № 3. С. 28–29.
11. ГОСТ 32030-2013 Вина столовые и виноматериалы столовые [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200103855>.
12. ГОСТ 33336-2015 Вина игристые. Общие технические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/1200123280>.
13. Воробьева Т.Н., Гугучкина Т.И., Сиюхова Н.Т. Экологизированное производство винограда для приготовления высококачественных натуральных сухих красных вин. Краснодар: ГНУ РАСХН СКЗНИИСиВ, 2005. 177 с.

REFERENCES:

1. Anikina N.S. Scientific basis for identifying the authenticity of grape wine materials and wines: dis. ... Doctor of Technical Sciences: 05.18.05. Yalta; 2014. (In Russ.)
2. Ageeva N.M., Guguchkina T.I. Identification and examination of grape wines and cognacs. Krasnodar, 2008. (In Russ.)
3. Dergunov A.V., Lopin S.A., Ilyashenko O.M. Influence of varietal characteristics of grapes on biochemical components and quality of wines. Winemaking and viticulture. 2014: 16–20. (In Russ.)
4. Buryan N.I. Microbiology of winemaking. Yalta: Magarach, 1997. (In Russ.)
5. Balanov P.E., Smotraeva I.V. Industrial production of wine. Part 1: study guide. St. Petersburg: ITMO University, 2016. (In Russ.)
6. Buryan N.I. Handbook for employees of laboratories of wineries. Moscow: Food industry, 1979. (In Russ.)
7. Valuiko G.G. The theory of grape wines. Simferopol: Tavrida, 2001. (In Russ.)
8. Lunina L.V. [et al.] Development of criteria for determining the authenticity of grape wines. Partners and competitors. 2005; 5: 27–29. (In Russ.)
9. Vytovtov A.A. [et al.]. Commodity characteristics and examination of the quality of grape wines of controlled appellations: a study guide. St. Petersburg: SPbTEI, 2000. (In Russ.)
10. Guguchkina T.I. [et al.] Aroma-forming substances in red table wine materials from various grape growing zones. Winemaking and viticulture. 2007; 3: 28–29. (In Russ.)
11. GOST 32030-2013 TABLE WINES AND TABLE WINE MATERIALS [Electronic resource]. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200103855> (In Russ.)
12. GOST 33336-2015 SPARKLING WINES. General specifications [Electronic resource]. Access mode <https://docs.cntd.ru/document/1200123280> (In Russ.)
13. Vorobieva T.N., Guguchkina T.I., Siyukhova N.T. Ecological grape production for the preparation of high quality natural dry red wines. Krasnodar: GNU RAAS SKZNIISiV; 2005. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

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

nsiyukhova@bk.ru

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

zareta.tazova@yandex.ru

Лунина Людмила Викторовна, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы, кандидат технических наук

lunina1000@mail.ru

Блягоз Замира Нурбиевна, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат социологических наук

zamira_blyagoz@mail.ru

Nafset T. Siyukhova, an associate professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Agricultural Sciences

nsiyukhova@bk.ru

Zareta T. Tazova, Head of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Technical Sciences, an associate professor

zareta.tazova@yandex.ru

Lyudmila V. Lunina, an associate professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, Candidate of Technical Sciences

lunina1000@mail.ru

Zamira N. Blyagoz, an associate professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Sociology

zamira_blyagoz@mail.ru

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-95-101>

УДК 634.8:613.292

© 2022

Поступила 10.11.2022

Received 10.11.2022



Принята в печать 23.12.2022

Accepted 23.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАМОРОЖЕННОГО СТОЛОВОГО ВИНОГРАДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Анна В. Тарасенко, Людмила Я. Родионова*

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

Аннотация. Статья посвящена исследованиям в области использования замороженного винограда в производстве продуктов профилактического назначения. Основные задачи: обосновать технологическую значимость замороженного винограда столовых сортов для разработки рецептур функциональных продуктов; исследовать влияние отрицательных температур на изменение качественных показателей сырья.

Объектами исследования являются 5 столовых сортов винограда, выращенных на плантациях крестьянско-фермерского хозяйства Динского района г. Краснодара. На кафедре технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского госагроуниверситета имени И.Т. Трубилина были проведены экспериментальные исследования качественных характеристик свежего винограда с целью изучения и подтверждения перспектив использования замороженного винограда для производства функциональных продуктов. Для выполнения исследований использовали стандартные физико-химические и органолептические методы анализа, общепринятые в пищевой промышленности. Виноградная ягода является источником питательных веществ, необходимых организму для поддержания полноценного и активного образа жизни при употреблении в свежем виде: антоцианов, пектиновых веществ, витаминов и минеральных веществ.

Недостатком восполнения данных нутриентов является короткий период употребления свежего винограда. Для изучения технологических качеств винограда изучены сорта с разными сроками созревания.

Замораживание как метод консервирования позволяет употреблять данную продукцию в течение круглого года.

Методами физико-химического анализа были определены показатели биохимического состава свежих ягод винограда и дефростированного, подтверждающие их биологическую и пищевую ценность. Установлено, что шоковое замораживание ягод винограда с последующей дефростацией позволяет сохранить биологически ценные компоненты химического состава исследуемых объектов, что дает возможность разработки продуктов здорового питания из замороженных ягод столового винограда.

Ключевые слова: функциональные продукты, шоковое замораживание, виноград, ягоды, качество, дефростация, биохимический состав, фенольные соединения, антоцианы, пектиновые вещества

Для цитирования: Тарасенко А.В., Родионова Л.Я. Возможность использования замороженного столового винограда в производстве функциональных продуктов питания // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 95-101. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-95-101>

THE POSSIBILITY OF USING FROZEN TABLE GRAPES IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

Anna V. Tarasenko, Lyudmila Y. Rodionova*

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

Abstract. The article is devoted to the research in the field of the use of frozen grapes in the production of functional products. The main tasks are to substantiate the technological significance of frozen table grapes for the development of recipes for functional products and to investigate the influence of negative temperatures on the change in the quality indicators of raw materials.

The objects of the research are 5 table varieties of grapes grown on plantations of the peasant farm of the Dinskoy district of Krasnodar. At the Department of Technology of Storage and Processing of Crop Products of the Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, experimental studies of the qualitative characteristics of fresh grapes have been carried out in order to study and confirm the prospects for using frozen grapes for the production of functional products. To perform the research, standard physicochemical and organoleptic methods of analysis, generally accepted in the food industry, have been used. The grape berry is a source of nutrients that the body needs to maintain a full and active lifestyle when consumed fresh: anthocyanins, pectins, vitamins and minerals.

The disadvantage of replenishing these nutrients is the short period of consumption of fresh grapes. To study the technological qualities of grapes, varieties with different ripening periods have been studied.

Freezing as a preservation method allows these products to be consumed throughout the year.

The methods of physical and chemical analysis have been used to determine the indicators of the biochemical composition of fresh and defrost grapes, confirming their biological and nutritional value. It has been established that shock freezing of grapes with subsequent defrosting allows preserving biologically valuable components of the chemical composition of the objects under study, which makes it possible to develop healthy food products from frozen table grapes.

Keywords: functional products, shock freezing, grapes, berries, quality, defrosting, biochemical composition, phenolic compounds, anthocyanins, pectin substances

For citation: Tarasenko A.V., Rodionova L.Ya. The possibility of using frozen table grapes in the production of functional food products // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 95-101. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-95-101>

Современные тенденции в области здорового питания являются одной из главных концепций государственной политики, касающейся проблем в области здорового питания населения России.

Таблица 1

Органолептическая оценка объектов исследования

Table 1

Organoleptic evaluation of research objects

Показатели	Столовые сорта винограда				
	Байконур	Виктор	Кишмиш Столетие	Ливия	Памяти учителя
Сроки созревания	<i>раннеспелый</i>	<i>раннеспелый</i>	<i>ранне-средний</i>	<i>сверххранний</i>	<i>очень ранний</i>
Масса ягод	7 – 15 г	16 – 20 г	8 – 12 г	9 – 13 г	10 – 15 г
Цвет	красно-фиолетовый, с синим оттенком	зеленовато-розовый, темно-лиловый	изумрудный	светло-розовый, красно-фиолетовый	розово-бордовый
Форма	яйцевидная	коническая	округло-яйцевидная	яйцевидная	овальная
Мякоть	сочная, мясистая, плотная, хрустящая	плотная и упругая, с высокой сочностью	плотная, хрустящая	сочная, мясистая, хрустящая	сочная, не водянистая, плотная и хрустящая
Вкус	сладкий, с нежными фруктовыми нотками	приятно сладкий с небольшой кислинкой	сладкий, неприторный	приятный сладкий вкус, с мускатными нотками	мускатный с цветочным послевкусием
Косточки	2–3 шт.	2 шт.	без косточек	1–3 шт.	1–2 шт.

Данная проблема является как экономической, так и социально-медицинской, так как несбалансированность рациона приводит к развитию заболеваний и нарушению обменных процессов организма.

Из-за возникающих проблем со здоровьем во всем мире увеличивается производство здоровых продуктов питания, которые можно включать в ежедневный рацион для различных возрастных групп населения.

Благодаря реализации концепции государственной политики во многих регионах нашей страны были открыты центры и учреждения, специализирующиеся на производстве здоровых продуктов питания, оказывающих оздоровительный эффект на организм, защищающих его от вредного воздействия окружающей среды [1, с. 355; 2, с. 8].

Исследования научного патентного поиска показали, что разработка замороженных функциональных продуктов на основе столового винограда еще недостаточно изучена [2, с. 8].

В связи с этим целью исследования явилось изучение качественных характеристик винограда, для подтверждения их технологической значимости в производстве функциональных продуктов питания.

Для изучения качественных характеристик и их изменений в процессе замораживания были взяты столовые сорта винограда, выращенные в Краснодарском крае (Памяти Учителя, Виктор, Байконур, Кишмиш Столетие, Ливия) [5, с. 41].

Органолептическая оценка изучаемых сортов представлена в таблице 1.

Органолептические показатели сырья, как установлено исследованиями,

Таблица 2

Динамика изменения биохимических показателей винограда в свежем виде и после дефростации

Table 2

Dynamics of changes in the biochemical parameters of fresh grapes and grapes after defrosting

№ п/п	Наименование сорта винограда	Показатель качества							
		Массовая доля растворимых сухих веществ, %		Массовая доля сахаров, %		Массовая доля титруемых кислот, %		Витамин С, мг%	
		I	II	I	II	I	II	I	II
1	Ливия	20,8	19,9	4,16	3,98	0,37	0,33	3,97	2,68
2	Кишмиш Столетие	18,1	17,7	3,62	3,54	0,59	0,39	4,28	3,08
3	Байконур	19,7	17,8	3,94	3,56	0,68	0,39	4,59	3,36
4	Виктор	17,2	16,7	3,44	3,38	0,57	0,45	3,91	3,00
5	Памяти учителя	17,9	16,2	3,58	3,40	0,54	0,33	4,13	3,49

Примечание. I – Показатели качества в свежем винограде; II – Показатели качества в дефростированном винограде.

соответствуют требованиям, указанным в ГОСТ 32786-2014. Виноград столовый свежий. Технические условия [3, с. 7].

Поскольку замораживание в настоящее время является перспективным направлением сохранения содержащихся в винограде биополимеров, антиоксидантов, радиопротекторов, актуально исследование данных показателей изучаемых сортов в свежем и дефростированном виде [4, с. 280].

Биохимическая оценка свежего и дефростированного винограда представлена в таблице 2.

Исследованиями химического состава свежих и дефростированных ягод винограда установлено, что наблюдаются изменения в содержании биологически ценных компонентов: пектиновых веществ, органических кислот, сахаров и витамина С, но они не снижают его пищевую и технологическую значимость [8, с. 901; 10, с. 50].

Установлено, что после хранения винограда при низких температурах в течение трех месяцев содержание витамина

С снизилось в среднем по всем сортам на 1,17 мг/%. Преобладающими сахарами в составе винограда являются редуцирующие, и при замораживании их массовая концентрация снизилась на 2,74%.

Незначительное нарастание титруемой кислотности отмечается после дефростации в среднем на 0,1%, в сочетании с сахарами придает гармоничность вкусу. Достаточно высокое содержание сухих веществ от 16,2 до 19,9% в дефростированном винограде указывает на его пищевую ценность.

Ценными компонентами ягод винограда являются фенольные вещества, обладающие антиоксидантными свойствами, то есть препятствуют окислительным процессам в организме человека и способствуют сохранению витамина С [9, с. 435].

Содержание массовой доли фенольных веществ в ягодах винограда до и после дефростации представлено на рисунке 1.

По результатам эксперимента на примере двух образцов установлено, что содержание фенольных веществ у сорта

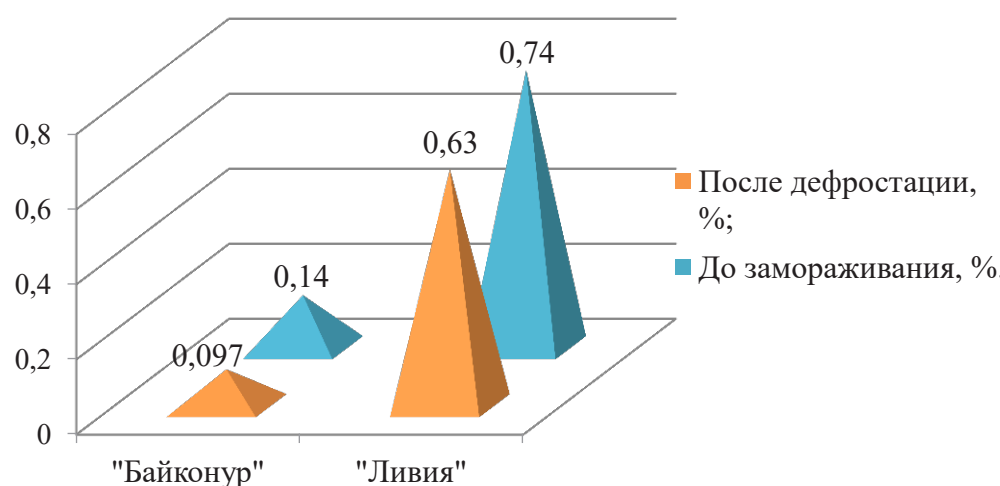


Рис. 1. Содержание фенольных веществ в ягодах винограда до и после дефростации

Fig. 1. The content of phenolic substances in grapes before and after defrosting

«Байконур» составило 0,14%, у сорта «Ливия» – 0,74%. После низкотемпературного хранения с последующей дефростацией ягод, содержание фенольных веществ незначительно снизилось и в среднем составило 0,12...0,15%, это обусловливается тем, что при дефростации осуществляются окислительные реакции под действием ферментов и кислорода, вследствие чего происходит их снижение.

Для изучения потерь антиоксидантов нами были проведены также исследования изучаемых сортов винограда. Данные исследования важны, так как

антоцианы обладают более высоко выраженной, по сравнению с витаминами С и Е, антиоксидантной способностью, что важно при разработке функциональных продуктов [7, с. 415].

Динамика изменения содержания антоцианов в винограде на примере двух сортов представлена на рисунке 2.

Во время длительного хранения в замороженном виде отмечена высокая сохраняемость данной группы флавоноидов.

Одним из важных компонентов в составе винограда являются пектиновые вещества, которые обладают

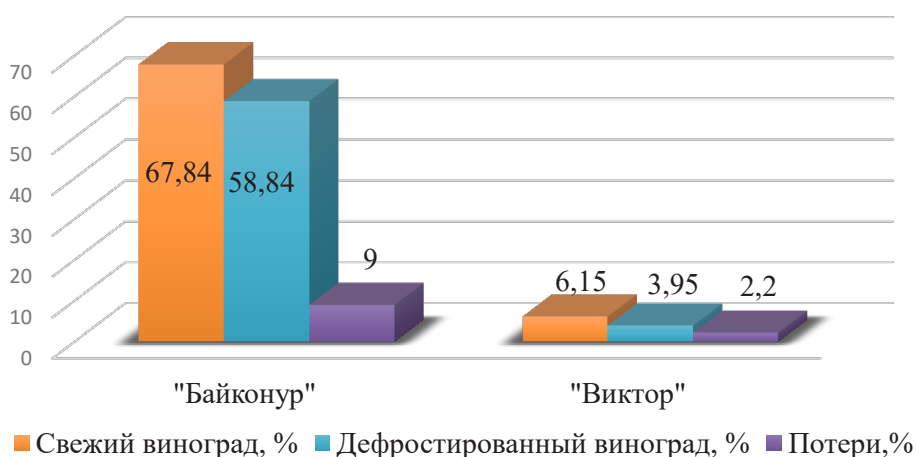


Рис. 2. Динамика изменения содержания антоцианов в винограде

Fig. 2. Dynamics of changes in the content of anthocyanins in grapes

Таблица 3

Изменение содержания пектиновых веществ в винограде

Table 3

Changes in pectin content in grapes

Сорт винограда	Содержание пектиновых веществ, %					
	Свежий виноград			Дефростированный виноград		
	ПВ	РП	ПП	ПВ	РП	ПП
Ливия	1,10	0,40	0,70	2,21	1,27	0,94
Кишмиш Столетие	1,11	0,11	1,00	2,17	1,19	0,98
Байконур	1,61	0,31	1,30	1,40	0,94	0,46
Виктор	1,03	0,17	0,86	1,66	1,06	0,60
Памяти Учителя	1,06	0,23	0,83	1,54	1,04	0,50

комплексообразующей способностью и играют важную роль в разработке новых видов продуктов и питания человека [2, с. 8].

Изменения содержания пектиновых веществ в свежем и дефростированном винограде представлены в таблице 3.

Анализ изменения пектиновых веществ (ПВ) в процессе замораживания показал, что происходит снижение протопектина (ПП) и увеличение растворимого пектина (РП), что положительно сказывается на

комплексообразующей способности винограда после замораживания.

Выводы:

Показана возможность использования замороженного столового винограда в производстве функциональных продуктов питания.

При замораживании винограда не происходит значительных изменений биохимического состава, снижающих его пищевую ценность, что подтверждает технологичность исследуемых сортов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Антонов А.А. Совершенствование производства быстрозамороженных пищевых продуктов с использованием низкотемпературных проточных систем хладоснабжения: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2003. 355 с.
2. Влащик Л.Г. Разработка технологии пектинопродуктов с высокими качественными показателями из выжимок винограда различных сортов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010. № 1. С. 8.
3. ГОСТ 32786-2014 «Виноград столовый свежий. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2015. 20 с.
4. Giovana B.C., Ghanem A., Su-Ling Brooks M. Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. J. Food Reviews International. 2016; 32(3): 280–304.
5. Ждамарова О.Е., Влащик Л.Г. Новая интродуцированная форма винограда для лечебно-профилактических напитков // Виноделие и виноградарство. 2003. № 4. С. 40–42.
6. Новые технологии в производстве продуктов функционального назначения / Н.П. Оботурова [и др.] // Вестник молодого ученого. 2013. С. 43–45.
7. Syamaladevi R.M., Sablani S.S., Tang J. [et al.] Stability of anthocyanins in frozen and freeze-dried raspberries during long-term storage: In relation to glass transition. J. Food Sci. 2011; 76: 414–421.
8. Изучение качественных характеристик винограда в технологии производства продуктов здорового питания / А.В. Тарасенко [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного

комплекса: сборник статей по материалам LXXVII Научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год: в 3-х частях / отв. за вып. А.Г. Кошчаев. Краснодар, 2022. С. 901–903.

9. Cortellino G. Quality and safety of frozen fruits. In Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, 2nd ed.; Sun, D.-W., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, 2012: 435–460.

10. Чиркова Е.С., Поздняковский В.М. Влияние режимов хранения на биохимический состав и товарное качество ягод смородины сибирских сортов // Пищевая промышленность. 2016. № 2. С. 50–51.

REFERENCES:

1. Antonov A.A. Improving the production of quick-frozen food products using low-temperature cold-flow systems: Ph.D. dis. ... Dr. of Tech. Sciences. Moscow, 2003. (In Russ.)

2. Vlaschik L.G. Development of technology for pectin products with high quality indicators from grape pomace of various varieties. Izvestiya of higher educational institutions. Food technology. 2010; 1: 8. (In Russ.)

3. GOST 32786-2014 Fresh table grapes. Specifications. Moscow: Standartinform, 2015. (In Russ.)

4. Giovana B.C., Ghanem A., Su-Ling Brooks M. Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. J. Food Reviews International. 2016; 32(3): 280–304.

5. Zhdamarova O.E., Vlashchik L.G. A new introduced form of grapes for therapeutic and prophylactic drinks. Winemaking and viticulture. 2003; 4:40–42. (In Russ.)

6. Oboturova N.P. [et al.] New technologies in the production of functional products. Bulletin of a young scientist. 2013: 43–45. (In Russ.)

7. Syamaladevi R.M., Sablani S.S., Tang J. [et al.] Stability of anthocyanins in frozen and freeze-dried raspberries during long-term storage: In relation to glass transition. J. Food Sci. 2011; 76:414–421.

8. Tarasenko A.V. [et al.] Study of the qualitative characteristics of grapes in the technology of healthy food production. Scientific support of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the LXXVII Scientific and practical conference of students following the results of research for 2021: in 3 parts / ed. for issue A.G. Koshchaev. Krasnodar, 2022: 901–903. (In Russ.)

9. Cortellino G. Quality and safety of frozen fruits. In Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, 2nd ed.; Sun, D.-W., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, 2012: 435–460.

10. Chirkova E.S., Pozdnyakovsky V.M. Influence of storage regimes on the biochemical composition and commercial quality of Siberian currant berries. Food industry. 2016; 2: 50–51. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Тарасенко Анна Вячеславовна, аспирант факультета пищевых производств и биотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

tarasenko_anya1996@mail.ru

тел.: +7 (908) 683 81 36

Родионова Людмила Яковлевна, профессор кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, доктор технических наук

rodionova-z@mail.ru

тел.: +7 (918) 445 59 63

Anna V. Tarasenko, a postgraduate student of the Faculty of Food Production and Biotechnology of FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

tarasenko_anya1996@mail.ru

tel.: +7 (908) 683 81 36

Lyudmila Ya. Rodionova, a professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Animal Products of FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Doctor of Technical Sciences

rodionova-z@mail.ru

tel.: +7 (918) 445 59 63

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-102-108>

УДК 664.785.8:664.66

© 2022

Поступила 02.11.2022

Received 02.11.2022



Принята в печать 26.12.2022

Accepted 26.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ПРИМЕНЕНИЕ ОВСЯНОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОИЗВОДСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Жанна М. Кунашева, Марина Х. Кодзокова*

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

Аннотация. В современном мире перед пищевой промышленностью стоит основная задача по полному обеспечению населения высококачественными продуктами питания. Применение нетрадиционных видов сырья с целью обогащения продуктов повседневного употребления будет способствовать решению данной задачи. Разработка рецептур и внедрение в производство новых видов хлебобулочных изделий будет способствовать не только расширению ассортимента, но и обеспечению населения полноценным здоровым питанием. В рационе питания разных категорий населения можно отметить присутствие хлебобулочных изделий.

Основной составляющей политики здорового питания в области производства ППРС считается разработка новых рецептур и усовершенствованных технологий продуктов, обогащенных безопасным нетрадиционным сырьем, являющимся источником необходимых питательных веществ. Это актуально для оздоровления всех категорий населения. При этом показатели качества готовых хлебобулочных изделий должны соответствовать существующим требованиям.

Объектом исследования выбрана рецептура хлеба ржано-пшеничного с применением муки овсяной.

Важным направлением деятельности отрасли хлебопекарного производства можно обозначить использование в унифицированных рецептурах готовых изделий нетрадиционных видов сырья, способствующих расширению рынка хлебобулочных изделий.

Одной из важнейших задач, решаемых хлебопекарной промышленностью, является включение в рацион питания различных категорий населения высококачественных и безопасных продуктов повседневного употребления. Решению поставленной задачи будет способствовать использование перспективных видов сырья, характеризующихся разнообразием химического состава и выгодными технологическими свойствами.

Цель исследования – использование нетрадиционного сырья в виде муки овсяной для разработки рецептуры и технологии производства ржано-пшеничного хлеба с улучшенными свойствами и показателями качества.

Главным аспектом исследовательской работы явилось определение влияния овсяной муки на показатели качества полуфабрикатов на густой ржаной закваске, изучение органолептических свойств изделий, выбор дозировок овсяной муки. Выявлена степень влияния разных

количеств овсяной муки на физико-химические показатели ржано-пшеничного хлеба, также в ходе работы установлены сроки хранения образцов изделий с применением овсяной муки.

Ключевые слова: мука овсяная, ржано-пшеничный хлеб, ржано-пшеничная смесь, дозировки, внесение, органолептические и физико-химические показатели качества хлеба, закваска

Для цитирования: Кунашева Ж.М., Кодзокова М.Х. Применение овсяной муки в технологиях производства ржано-пшеничного хлеба // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 102-108. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-102-108>

APPLICATION OF OAT FLOUR IN RYE-WHEAT BREAD PRODUCTION TECHNOLOGIES

Zhanna M. Kunasheva, Marina H. Kodzokova*

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

Abstract. In the modern world the food industry faces the main task of providing the population with high-quality food. The use of non-traditional types of raw materials in order to enrich the category of everyday products will contribute to solving this problem. The development of recipes and the introduction of new types of bakery products into production will contribute not only to expanding the range, but also to providing the population with a healthy diet. The presence of bakery products in relatively large volumes can be noted in the diets of different categories of the population.

The main component of a healthy nutrition policy in the field of PPRS production is the development of new recipes and improved technologies for food products enriched with safe non-traditional raw materials that are carriers of essential nutrients. These issues are relevant for the improvement of all categories of the population. At the same time, the quality indicators of finished bakery products must comply with existing requirements.

The object of the research is the recipe for rye-wheat bread with the use of oat flour.

An important activity of the bakery industry can be identified as the use of non-traditional raw materials in unified recipes for finished products, which contributes to the expansion of the bakery market.

One of the most important tasks solved by the baking industry is the inclusion of high-quality and safe products of everyday use in the diet of different categories of the population. The solution of the task will be facilitated by the use of promising types of raw materials, characterized by a variety of chemical composition and favorable technological properties.

The purpose of the research is the use of non-traditional raw materials in the form of oat flour to develop a recipe and technology for the production of rye-wheat bread with improved properties and quality indicators.

The main aspect of the research work is to determine the effect of oatmeal on the quality indicators of semi-finished products based on thick rye sourdough, the study of the organoleptic properties of products, and the choice of dosages of oatmeal. The degree of influence of different amounts of oatmeal on the physicochemical parameters of rye-wheat bread has been revealed, and the shelf life of product samples using oatmeal established in the course of the research.

Keywords: oat flour, rye-wheat bread, rye-wheat flour blend, dosages, application, organoleptic and physico-chemical indicators of bread quality, sourdough

For citation: Kunasheva Zh.M., Kodzokova M.Kh. Application of oat flour in rye-wheat bread production technologies // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 102-108. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-102-108>

В ассортименте хлебобулочных изделий особое место занимает ржано-пшеничный хлеб. В современном мире отмечается общее снижение количества потребляемой ржаной и ржано-пшеничной хлебобулочной продукции. Следовательно, при производстве хлеба с заданными свойствами и питательной ценностью необходимо внедрять новые технологии и рецептуры.

Политика здорового питания предусматривает необходимость сохранения и укрепления здоровья жителей страны. Включение в рецептуры продуктов повседневного потребления нетрадиционного сырья, богатого легкоусвояемыми белками, микроэлементами, незаменимыми аминокислотами позволяет получить новые изделия высокого качества [1]. Структурные компоненты сырья будут обеспечивать помимо активизации биотехнологического процесса производства и более экономичное использование дорогостоящего сырья, применяемого в производстве хлебобулочной продукции.

Для разработки рецептуры и технологии ржано-пшеничного хлеба с использованием нетрадиционного сырья была изучена степень влияния разных дозровок муки овсяной на свойства и основные показатели качества хлеба из ржаной и пшеничной муки. По результатам исследований подобраны оптимальные дозировки муки овсяной, способствующие получению изделий с определенными органолептическими и физико-химическими показателями [5].

Нетрадиционное сырье растительно-го происхождения богато нутриентами и его использование позволит получить новые виды хлебобулочных изделий. Растительное сырье, применяемое в качестве улучшителя традиционных изделий, должно их обогащать и повышать энергетическую ценность.

Обзор литературы показал, что отдельные виды перспективного сырья, содержащего компоненты, удерживающие влагу, в рецептурах и технологиях

производства хлебопекарной продукции выгодно продлевают их сроки хранения.

Мука овсяная богата аминокислотами в виде холина и тирозина. В ее составе можно выделить углеводы и жиры. Она также богата витаминами группы В, способствующими контролю обменных процессов. Также можно отметить присутствие таких микроэлементов, как железо, цинк, магний. Полезные свойства вышеназванных элементов заключаются в следующем: железо способствует эффективному кроветворению, цинк обладает противовоспалительными свойствами. Магний известен как спазмолитик, кремний воспрепятствует старению организма человека. Молекулы глютена муки овсяной не образуют непрерывную структурную сетку, что актуально в технологиях производства хлебобулочных изделий. В свою очередь данное свойство способствует снижению количества клейковины и изменению структурно-механических свойств теста. Таким образом, использование муки овсяной в технологиях производства диетических изделий, в частности с низким содержанием углеводов и пониженной калорийностью даст положительный технологический эффект.

Понижению уровня сахара в крови способствуют клетчатка быстрорастворимая и бета-глюкан, которые связывают холестерин. Нерастворимая разновидность клетчатки поддерживает кишечную микрофлору и тем самым выводит шлаки из организма.

Результаты анализа состава муки из овса свидетельствуют о целесообразности ее применения в качестве сырья в рецептурах и технологиях производства продуктов диетического и детского питания. Клетчатка муки овсяной специфична тем, что она имеет способность к снижению уровня глюкозы и уменьшению потребности в инсулине.

Литературные данные свидетельствуют о том, что в современном мире в рационе питания населения страны

Таблица 1

Рецептура ржано-пшеничного хлеба

Table 1

Recipe for rye-wheat bread

№	Наименование сырья	Расход сырья, кг
1.	Мука ржаная обойная	60,0
2.	Мука пшеничная обойная	40,0
3.	Соль поваренная	1,5
4.	Дрожжи прессованные	0,06
5.	Масло растительное	0,15
6.	Итого	101,71

и планеты следует отметить круглогодичную всесезонную разновозрастную нехватку белка, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, каротина и многих минеральных веществ в организме людей с разной спецификой профессиональной деятельности. Решение данной проблемы можно осуществить обогащением повседневных составляющих частей рациона питания населения ингредиентами растительного происхождения. Натуральные растительные ингредиенты в составе хлебобулочных изделий повседневного потребления эффективно влияют на баланс питания. Применение вышеперечисленных обогащителей выгодно и в экономическом аспекте снижением себестоимости конечного продукта.

В статье рассмотрены особенности муки овсяной и влияние ее различных дозировок на качество производимой хлебобулочной продукции.

Таким образом, применение муки овсяной в хлебопекарном производстве считается целесообразным и актуальным. В ходе исследований определен и подтвержден технологический эффект разных дозировок муки овсяной для ржано-пшеничных сортов хлеба. Определены ее оптимальные дозировки, существенно обеспечивающие стабилизацию качества ржано-пшеничного хлеба [3].

Контрольный образец изделий готовили по рецептуре и технологии ржано-пшеничного хлеба с использованием

густой ржаной закваски. Муку овсяную использовали в количестве 6, 9, 12% от общей массы пшеничной муки. Тесто из мучной ржано-пшеничной смеси замешивали с использованием муки овсяной по рецептуре на густой ржаной закваске, которая представлена в таблице 1 [6].

Образцы хлеба после полного остывания в течение 24 часов подвергали органолептической оценке качества. Нормировали удельный объем, пористость, влажность и кислотность мякиша. Результаты исследований представлены в таблицах 2, 3, 4.

Органолептические показатели контрольного образца соответствовали требованиям ГОСТ 2077-84. Внешний вид готовых изделий соответствует хлебной форме, на поверхности присутствует глянец; трещины и подрывы отсутствуют. Мякиш у изделий оценивался как влажный на ощупь, принимающий первоначальную форму после сжатия.

В хлебе ржано-пшеничном с использованием овсяной муки в количестве 12% от общей массы пшеничной наблюдается изменение цвета мякиша. В опытных образцах изделий мякиш темнеет, при этом пористость увеличивается, относительно контрольного образца и образцов с содержанием 6 и 9% овсяной муки.

У изделий можно отметить слабый выраженный запах зерновки овса и продуктов его переработки.

Образцы с содержанием 6 и 9 % муки овсяной и контрольный образец обладают запахом, свойственным ржано-пшеничному хлебу.

За исключением образцов, с применением овсяной муки в количестве 6%, варианты исследований не имели отклонений по требованиям ГОСТ 2077-84. Изделия с 6% овсяной муки имели допустимые недостатки по пористости. Изделия 9 и 12% обладают стандартными органолептическими характеристиками. Богатый состав муки овсяной благоприятно влияет не только на вкусовые свойства и питательную ценность, но также улучшает физико-химические показатели качества готовых изделий [4].

В опытных образцах готовых изделий определяли физико-химические показатели качества.

Полученные данные сведены в таблицы 2, 3. Различные дозировки муки из семян овса влияют на физико-химические показатели качества ржано-пшеничного хлеба. Данные, полученные в ходе анализа образцов с заменой основного сырья на овсяную муку, сведены в таблице 2.

В таблице представлена степень влияния различных дозировок муки овсяной на физико-химические показатели готовых изделий.

Удельный объем изделий с применением овсяной муки различных дозировок увеличивается свыше 20%, а пористость возрастает до 13% по сравнению с контрольным образцом.

Использование овсяной муки в рецептурах производства ржано-пшеничного хлеба ведет к понижению кислотности

Таблица 2

Влияние дозировок муки из овса на качество готовых образцов, приготовленных ускоренным способом

Table 2

The effect of dosages of oat flour on the quality of finished samples prepared in an accelerated way

№	Наименование показателя	Контрольный образец	Дозировка муки овсяной, %		
			6,0	9,0	12,0
1.	Влажность мякиша, %	46,4	44,3	46,5	46,9
2.	Кислотность, град Н	8,3	9,0	9,0	9,0
3.	Пористость, %	57,9	63,0	71,5	67,0
4.	Удельный объем, см ³ /100 г	195,0	213,0	240,0	226,0

Таблица 3

Влияние различных дозировок муки овсяной на физико-химические показатели качества хлеба ржано-пшеничного, приготовленного на густой ржаной закваске

Table 3

The effect of different dosages of oat flour on the physical and chemical quality parameters of rye-wheat bread cooked on thick rye sourdough

№	Наименование показателя	Контроль	Дозировка муки овсяной, %		
			6,0	9,0	12,0
1.	Влажность мякиша, %	46,4	47,5	47,7	48,0
2.	Кислотность, град Н	8,0	8,0	8,0	8,0
3.	Пористость, %	57,5	65,0	67,0	65,0
4.	Удельный объем, см ³ /100 г	190,0	223,0	225,0	220,0

Таблица 4

Влияние муки овсяной на степень сохранности хлеба

Table 4

The effect of oat flour on the degree of bread preservation

Образец	Показатели пластичности мякиша, ед.		
	24 ч	48 ч	72 ч
Контроль	66,4	65,5	58,7
+6% овсяной муки	75,9	72,6	71,5
+9% овсяной муки	70,7	68,9	68,9
+12% овсяной муки	70,7	70,6	70,3

и незначительному повышению влажности (0,5%) готовых изделий. Технология производства ржано-пшеничного хлеба с применением овсяной муки в различных дозировках предусматривает ускоренный способ на густой ржаной закваске.

Из данных, приведенных в таблицах, следует, что применение овсяной муки взамен части основного сырья в количестве 19% является наиболее оптимальным, так как удельный объем изделия повышался более чем на 16%, а пористость при этом увеличилась на четверть. Кислотность в изделиях с применением различных дозировок оставалась неизменной. При определении влажности образцов наблюдалось незначительное изменение в сторону повышения. С ростом дозировок овсяной муки при приготовлении ржано-пшеничного хлеба влажность готовых изделий увеличилась на 3%. Оптимальная влажность мякиша изделия формируется при использовании 9% овсяной муки.

Полученный технологический эффект, с применением овсяной муки, обеспечивает сокращение производственного цикла, что является экономически выгодным.

Наряду с физико-химическими и органолептическими показателями определяли устойчивость изделий к хранению по состоянию мякиша хлеба. Свойства мякиша изделий с применением овсяной муки и без нее определяли на

пенетрометре АП-4/2. Результаты анализов отражены в таблице 4. Из табличных данных видно, что овсяная мука обеспечивает пролонгированность сроков хранения за счет хорошей влагоудерживающей способности.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что замена части пшеничной муки в рецептурах и технологиях производства ржано-пшеничных изделий мукой овсяной дает хороший технологический и экономический эффекты. Опытным путем доказано, что применение овсяной муки в рецептурах и технологиях производства ржано-пшеничных хлебобулочных изделий является одним из лучших способов оптимизации их качества.

Государственные и малые хлебопекарные предприятия в целях расширения ассортимента и оздоровления населения страны должны стремиться к улучшению показателей качества, повышению питательной ценности и безопасности продукта «номер один». Разработка рецептур и внедрение в производство новых видов хлебобулочных изделий будет способствовать не только расширению ассортимента, но и обеспечению населения полноценным здоровым питанием. В рационе питания разных категории населения можно отметить присутствие хлебобулочных изделий в относительно немалых объемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. СПб.: Профессия, 2009. 415 с.
2. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. Киев: Урожай, 2008. 148 с.
3. Корячкина С.Я., Матвеева Т.В. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий: учебное пособие. СПб.: ГИОРД, 2013. 528 с.
4. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и хлебобулочных изделий: учебное пособие для вузов / С.Я. Корячкина [и др.]. М.: ДеЛи плюс, 2012. 496 с.
5. Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Логунова Л.В. Технология хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с зерном ржи: монография. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 172 с.

REFERENCES:

1. Auerman L.Ya. Technology of bakery production: a textbook. St. Petersburg: Profession; 2009. (In Russ.)
2. Drobot V.I. The use of non-traditional raw materials in the baking industry. Kiev: Harvest; 2008. (In Russ.)
3. Koryachkina S.Ya., Matveeva T.V. Functional food ingredients and additives for bakery and confectionery products: a tutorial. St. Petersburg: GIORД; 2013. (In Russ.)
4. Quality control of raw materials, semi-finished products and bakery products: a textbook for universities / S.Ya. Koryachkina [et al.]. M.: DeLi plus; 2012. (In Russ.)
5. Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Logunova L.V. Technology of bread from a mixture of rye and wheat flour with rye grain: a monograph. Voronezh: VGUIT; 2015. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Кунашева Жанна Мухамедовна, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», кандидат сельскохозяйственных наук

тел.: + 7 (928) 710 11 44

Кодзокова Марина Хабаловна, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», кандидат сельскохозяйственных наук

тел.: +7 (928) 719 96 86

Zhanna M. Kunasheva, an associate professor of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», Candidate of Agricultural Sciences

tel.: +7 (928) 710 11 44

Marina K. Kodzokova, an associate professor of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», Candidate of Agricultural Sciences

tel.: +7 (928) 719 96 86

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ECONOMIC SCIENCES

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-109-117>

УДК 352.075:332.1

© 2022

Поступила 04.11.2022

Received 04.11.2022



Принята в печать 26.12.2022

Accepted 26.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМА МУНИЦИПАЛЬНО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА (МЧП)

Светлана А. Киржинова*, Марина С. Нахушева

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

Аннотация. Статья посвящена поиску проблемных аспектов реализации практик муниципально-частного партнерства и перспективам его развития. Автор статьи предлагает пересмотр тех сфер, где они могут быть успешно имплементированы, а также расширение их спектра. Обозначены перспективы развития МЧП, обобщены существующие аналитические разработки российских авторов и представлены собственные соображения автора в отношении исследуемого вопроса. Отмечается, что сферой, незаслуженно игнорируемой местными властями в контексте привлечения частных партнеров, является культурно-досуговая. В качестве перспективных в данном контексте выделена также сфера туризма. Идентифицирована проблема высокого уровня бюрократизма и громоздкости процедур муниципально-частного партнерства; определено, что актуальной остается проблема недостатка информированности и квалификации частных партнеров. Перспективным, по мнению автора, является формирование системы подготовки кадров, создание образовательных программ, горячих линий и инфоцентров, каналов связи для коммуникации с представителями коммерческого сектора. Автор статьи приходит к выводу о том, что необходимо реформировать систему финансового регулирования механизмов МЧП посредством активизации практики инвестирования в инфраструктурные облигации и расширения перечня особых экономических зон. Выделена проблема неравенства регионов в отношении исполняемых МЧП-проектов, в связи с чем требуется реструктуризация подходов к их территориальной диффузии. Проблемным аспектом МЧП является, помимо прочих, отсутствие отдельного инструментария и практики мониторинга эффективности партнерства. Авторы отмечают перспективность совместных усилий муниципалитетов и частного бизнеса в области достижения целей устойчивого развития и реализации совместных проектов в сферах переработки отходов, водоочистке и т.п.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, муниципально-частное партнерство, органы местного самоуправления, культурно-досуговая сфера, мониторинг эффективности, экологизация экономики

Для цитирования: Киржинова С.А., Нахушева М.С. Перспективы применения механизма муниципально-частного партнерства (МЧП) // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 109-117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-109-117>

PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE MECHANISM OF MUNICIPAL-PRIVATE PARTNERSHIP (MPP)

Svetlana A. Kirzhinova*, Marina S. Nakhusheva

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

Abstract. The article is devoted to the problematic issues of the implementation of municipal-private partnership practices and the prospects for its development. The author of the article proposes a revision of those areas where MPP can be successfully implemented, and the expansion of their spectrum. It is noted that the area which is undeservedly ignored by local authorities in the context of attracting private partners is cultural and leisure services. The sphere of tourism is also highlighted as promising in this context. The problem of a high level of bureaucracy and the cumbersome procedures of municipal-private partnerships has been identified; it was determined that the problem of lack of awareness and qualification of private partners remains relevant. According to the authors, formation of a training system, creation of educational programs, hotlines and information centers, communication channels for communication with representatives of the commercial sector are promising. The authors of the article have come to the conclusion that it is necessary to reform the system of financial regulation of PPP mechanisms by intensifying the practice of investing in infrastructure bonds and expanding the list of special economic zones. The problem of regional inequality in relation to the ongoing PPP projects has been highlighted, which requires a restructuring of approaches to the territorial diffusion of PPP projects. A problematic aspect of PIL is, among others, the lack of separate tools and practices for monitoring the effectiveness of partnerships. The prospects of joint efforts of municipalities and private business in the field of achieving sustainable development goals and implementing joint projects in the areas of waste processing, water treatment, etc. have been proposed.

Keywords: public-private partnership, municipal-private partnership, local government bodies, cultural and leisure sphere, efficiency monitoring, ecologization of the economy

For citation: Kirzhinova S.A., Nakhusheva M.S., *Prospects for the application of the mechanism of municipal-private partnership (MPP) // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 109-117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-109-117>*

Как правило, под механизмами государственно-частного и муниципально-частного партнерства в контексте отечественных политико-экономических реалий понимается взаимодействие публичного и частного партнеров за счет объединения ресурсов при условии распределения рисков и юридического оформления двусторонних отношений [4, с. 29]. Муниципально-частное партнерство М.В. Тулузакова, помимо прочих, дефинирует как «взаимовыгодное

сотрудничество муниципального образования (сельского поселения, городского поселения, муниципального района, городского округа) с российским или иностранным юридическим или физическим лицом» в контексте реализации значимых инфраструктурных, инвестиционных проектов [13, с. 955].

Муниципально-частное партнерство – относительно новое явление, но, тем не менее, некоторый опыт в данной области уже накоплен, что, в свою очередь,

позволяет представить промежуточные выводы и оценки в его отношении, а также очертить спектр перспективных векторов развития данной практики.

Анализ существующих подходов к практикам муниципально-частного партнерства позволяет разделить их на две условные группы: подходы, акцентирующие экономическую составляющую подобного партнерства, и управленческие подходы, сфокусированные на политико-социальном аспекте взаимодействия частных лиц и муниципалитетов. В рамках экономического подхода муниципально-частное партнерство интерпретируется в качестве передачи государственной собственности в руки частных структур в целях реализации общественно значимых целей, что в некоторой степени сближает подобный тип партнерства с приватизацией. О.В. Маркова с соавт. указывает, что муниципально-частное партнерство имеет место в ситуациях, когда государство не имеет достаточного финансирования для реализации стратегических проектов, и при этом законодатель воспрещает их приватизацию [5, с. 87]. В таком случае органы местной власти инициируют сотрудничество с бизнесом, который, находясь в условиях своеобразного аутсорсинга, обеспечивает бесперебойное функционирование конкретного сегмента хозяйствования. Логика управленческого подхода, в свою очередь, исходит из того, что муниципально-частное партнерство – инструмент реализации государственной политики – прогрессивная форма осуществления обязательств муниципалитета перед общественностью, официально задокументированное стремление муниципальной власти к эффективному и качественному предоставлению публичных благ населению [5, с. 88].

Закон, регулирующий функционирование института муниципально-частного партнерства, был принят относительно недавно – в 2015 г. (ФЗ «О государственно-частном партнерстве

в Российской Федерации и внесении изменения в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 13.07.2015 № 224-ФЗ) [14]. Данный нормативно-правовой акт впервые закрепил в российском правовом массиве категорию «муниципально-частное партнерство», определив ее как сотрудничество, юридически оформленное на определенный срок, предполагающее объединение ресурсов и распределение рисков; сторонами данного сотрудничества выступают публичный партнер (органы местного самоуправления) и частный партнер. Целями муниципально-частного партнерства являются следующие: (1) привлечение в экономику частных инвестиций, (2) обеспечение органами местного самоуправления доступности товаров, работ и услуг и повышения их качества. При этом нельзя сказать, что до момента принятия вышеобозначенного закона практика муниципально-частного партнерства отсутствовала как таковая; напротив, в стране уже имелись и применялись различные формы публично-частного партнерства (концессия, аренда и проч.) [9, с. 147]. На сегодняшний момент наиболее распространены такие формы сотрудничества местной власти и частных лиц, как арендные соглашения, контракты на управление, концессионные соглашения, образование совместных муниципально-частных хозяйствующих субъектов [13, с. 956].

Все чаще в научных кругах, в масс-медиа и в политическом дискурсе высказываются мнения о том, что институт муниципально-частного партнерства (далее – МЧП) может и должен быть модернизирован; более того, сопоставление российского и зарубежного опыта демонстрирует то, что весь потенциал механизма МЧП в нашей стране еще не раскрыт. В данной связи представляется целесообразным обозначить перспективы развития МЧП, обобщив существующие аналитические разработки российских авторов и представив собственные

соображения в отношении исследуемого вопроса.

Первым вектором развития механизмов МЧП является *пересмотр тех сфер, где они могут быть успешно имплементированы, и расширение их спектра*. Следует отметить, что на сегодняшний день МЧП получает распространение в тех областях, которые, во-первых, обеспечивают жизнеобеспечение муниципалитетов и, во-вторых, направлены на реализацию урбанистических проектов по созданию комфортной городской среды. К МЧП органы местной власти прибегают в целях организации электро-, тепло-, водоснабжения и водоотведения, для благоустройства и строительства автомобильных дорог местного значения, благоустройства придомовых территорий, в проектах по озеленению, в сфере транспортного обслуживания, проведение праздников и мероприятий [13, с. 956].

К.М. Мартиросян и Л.Н. Кондратьева указывают, что *сферой, незаслуженно игнорируемой местными властями в контексте привлечения частных партнеров, является культурно-досуговая*. Авторы, анализируя текущий статус функционирования муниципальных учреждений культуры, приходят к выводу о существовании множества проблем, совокупность которых приводит к стагнации этой социально значимой отрасли. С управленческой точки зрения российские учреждения культуры можно условно разделить на три группы: (1) автономные/коммерческие – те, которые самостоятельно обеспечивают свое функционирование (как правило, речь идет о современных частных структурах, предоставляющих культурный продукт, адекватный времени и реалиям); (2) казенные – те, которые сочетают самостоятельное обеспечение и управление с муниципальным управлением; (3) казенные учреждения, находящиеся в полной зависимости от учредителя – органа местной власти [6, с. 171–172].

Суть проблемы заключается в том, что наибольшую долю занимают именно учреждения третьего типа; в подобных организациях типичными являются слабая материальная база, моральное и техническое устаревание имеющихся ресурсов, отсутствие мотивации к организации коммерчески выгодной деятельности, отсутствие прав по распоряжению заработанными средствами; в ряде случаев наблюдается, как указывают К.М. Мартиросян и Л.Н. Кондратьева, заброшенность таких бюджетных учреждений [6, с. 172]. Таким образом, задачей МЧП в данной области становится перевод учреждений, включенных в группу (3) в учреждения группы (2); такая мера позволит обновить досуговую сферу, предоставлять населению более качественные услуги, поднять уровень окупаемости учреждений.

На текущий момент учреждения культуры действуют в рамках централизованных систем, объединяющих районные или городские учреждения культуры, что, в свою очередь, приводит к «неполноценному функционированию филиалов в небольших селах и хуторах» [6, с. 172]. Следовательно, население мелких населенных пунктов де факто оказывается лишенным качественных культурно-рекреационных услуг, а сами учреждения культуры стремительно утрачивают популярность. Экстремально низкий спрос на услуги муниципальных учреждений культуры объясняется, помимо прочего, и тем, что коммерческий сектор оказывается более способным оперативно реагировать на новации, возникающие в досуговой сфере, инвестирует средства в модернизацию развлекательных и спортивных сооружений, в оборудование и квалификацию кадров.

Соответственно, весьма актуальным представляется соединение деятельности муниципальных учреждений культуры с возможностями бизнеса. При этом нельзя сказать, что причиной вышеописанной проблемы является непроработанность

нормативно-правовой базы данного сегмента; напротив, закон постулирует возможность доступа частного капитала к участию в функционировании муниципальных культурных учреждений. Следовательно, можно сделать вывод о том, что истинной причиной слабой динамики сотрудничества в рамках муниципально-частного партнерства в культурных проектах является проблема управленческого характера – «слабое знакомство государственной бюрократии с принципами муниципально-частного партнерства и отсутствие у большинства представителей власти специальных правовых знаний для эффективной разработки и реализации проектов» [6, с. 172].

Расширение сфер применения МЧП не исчерпывается сферами культуры и досуга. В качестве перспективных П.Н. Захаров называет также сферу туризма: реализация проектов МЧП в данной сфере позволит преодолеть проблему неразвитости туристской инфраструктуры и увеличит значимость данной сферы для экономики сельских территорий [3, с. 4].

Описанная выше проблема тесно сопряжена с проблемой **высокого уровня бюрократизма и громоздкостью процедур муниципально-частного партнерства**. Процедура согласования проекта муниципально-частного партнерства с органом власти субъекта занимает, как правило, не менее полугода; в данной связи абсолютное большинство частных партнеров прибегают к концессии как наиболее ускоренному алгоритму инициации сотрудничества. В.Д. Романенко с соавт. говорит о том, что решением данной проблемы является дифференцирование процедур МЧП согласно масштабам проекта и упрощение процедуры согласования проектов [9, с. 149]. Данные меры, безусловно, позволят ускорить динамику распространения МЧП и расширить пути взаимодействия власти и бизнеса.

Выделим, помимо прочих, **проблему недостатка информированности и**

квалификации частных партнеров. На сегодняшний день наблюдается ситуация, когда частные компании, потенциально имеющие возможность и ресурсы для участия в схемах МЧП, не владеют сведениями о МЧП-инструментарии и в данной связи не иницируют проекты по участию в инфраструктурных и иных проектах. Некоторые шаги в данной области уже были предприняты; к примеру, в целях развития института МЧП в России был создан информационный портал РОСИНФРА, на базе которого производится классификация и учет проектов МЧП, кроме того, портал направлен на информирование потенциальных частных партнеров и представление данных о будущих проектах. Отметим, помимо прочего, деятельность агентства АНО «Центр государственно-частного партнерства», взаимодействующее с негосударственным сектором [9, с. 149]. Перспективным, на наш взгляд, является формирование системы подготовки кадров, создание образовательных программ, горячих линий и инфоцентров, каналов связи для коммуникации с представителями коммерческого сектора.

Исследователи отмечают также **недостаток компетенции представителей местной власти к привлечению частных инвесторов**. Д.И. Симак указывает, что некачественная проработка конкурсной и технической документации зачастую приводят к отказу частными компаниями подписывать итоговое соглашение (по подсчетам исследователя, более трети конкурсов на региональном и муниципальном уровнях признаются несостоявшимися [11, с. 178]). Соответственно, повышение квалификации чиновников также является актуальной мерой, которая положительно скажется на интенсификации практик МЧП.

Еще одним перспективным направлением развития МЧП является **реформирование финансового регулирования механизмов МЧП**. Речь идет, помимо прочего, об активизации практики

инвестирования в инфраструктурные облигации. Как показывает анализ зарубежной и российской практики оборота инфраструктурных облигаций, данная мера способна ощутимо увеличить объемы финансовых потоков. Важной мерой по развитию МЧП выступает также расширение количества особых экономических зон. Экономические зоны рассматриваются российским законодателем в качестве важных территорий, обладающих инновационным потенциалом; это территории, наделенные особым юридическим статусом, формирующим льготные экономические условия для бизнес-деятельности [5, с. 95].

Вектором развития системы МЧП в стране можно назвать *реструктуризацию подходов к территориальной диффузии МЧП-проектов*. Сегодня очевидной стала проблема неравенства регионов в отношении исполняемых МЧП-проектов, что усугубляется превалярованием и доминированием механизмов государственно-частного партнерства над МЧП. О.В. Тарасова в данной связи справедливо отмечает: «охват и значимость реализуемых на муниципальном уровне проектов гораздо ниже», при этом нельзя сказать, что федеральные проекты являются более значимыми для благополучия населения. Именно муниципальные проекты, в конечном итоге, улучшают качество жизни местного населения. Налицо дисбаланс между проектами федерального уровня и реализацией проектов МЧП. Регионы России демонстрируют существенные различия в капиталоемкости реализуемых проектов; существуют регионы-лидеры по объему МЧП-инвестиций и регионы, в которых данный тип инвестирования крайне неразвит. Соответственно, в задачи управления федерального уровня должно входить равномерное распределение выполняемых проектов и акцентирование развития периферийных территорий. Подобную ситуацию исследователь именует «пространственной дилеммой»:

проекты МЧП крайне неравномерно распределены по территории страны, что не позволяет равномерно развивать все территории [12, с. 131].

Проблемным аспектом МЧП на современном этапе является *отсутствие отдельного инструментария и практики мониторинга эффективности партнерства*. Задачей подобного мониторинга может стать выявление проблемных мест административно-правового регулирования, контрактного оформления, исполнения, идентификации коррупционных рисков МЧП-механизмов на региональном уровне. Исследователи все чаще говорят о необходимости усиления полномочий органов местного самоуправления в части принятия решений заключения соглашений о муниципально-частном партнерстве [1, 7 и проч.] и последующего закрепления за ними обязанности по проведению мониторинга и составлению соответствующей отчетности [2, с. 295].

Если рассмотреть зарубежную практику сотрудничества местных властей и частных компаний и сопоставить ее с отечественной, можно отметить, что *в странах Запада ключевым направлением сотрудничества является экологическое*. Представители органов власти и частный бизнес прилагают совместные усилия в области достижения целей устойчивого развития и реализуют совместные проекты в сферах переработки отходов, водоочистке и т.п. Мотивацией местной власти в данном случае выступает стремление к созданию благоприятной среды для проживания населения, а частный бизнес заинтересован в таком сотрудничестве по причине прибыльности проектов подобного рода, а также в предоставлении ряда налоговых и иных льгот. В России данное направление МЧП, к сожалению, пока не развито. Согласимся с М.Н. Салдаевой: экономическое развитие с минимальным воздействием на окружающую среду – это «новая реальность и непреложный закон» [10, с. 97]. При этом подобный

тип развития невозможен без массового вовлечения хозяйствующих субъектов в процессы экологизации экономики.

Безусловно, экологическую обстановку во многих регионах России можно считать неблагоприятной, и причиной данных экологических проблем выступает ущерб, аккумулированный «от прошлой агрессивной производственно-хозяйственной деятельности и с чрезвычайно высокой антропогенной нагрузкой» [10, с. 98]. Ситуация усугубляется и тем, что *ответственность за состояние экологической обстановки между государством, бизнесом и социумом распределена не эффективно и не вполне четко*. При этом уровень природоохранных затрат весьма значителен, и местная или федеральная власть не способны покрыть все издержки, возникающие в сфере природоохраны. Следовательно, вывод о необходимости кооперации местной власти и частного бизнеса в решения экологических проблем вполне оправдан. Данный аспект был официально зафиксирован еще в 2012 г., при утверждении программы «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» [8]. Одним из механизмов решения экологических проблем Программа называла государственно-частное партнерство, направленное на «оздоровление» территорий, ликвидации

нанесенного ущерба и принятие превентивных мер [10, с. 98]. Однако в реальной практике МЧП в природоохранной сфере практически не получило распространения (за исключением, пожалуй, сбора отходов). Вполне вероятно, что ключевой причиной этого является то, что организационно-институциональные условия не мотивируют бизнес к участию в экологических инвестиционных проектах. Данный сектор отличается низкой инвестиционной привлекательностью, частные партнеры, наблюдая прошлый опыт МЧП в данной сфере, осознают, что капитальные затраты, скорее всего, не приведут к росту доходов.

Таким образом, отечественный институт муниципально-частного партнерства далек от совершенства, однако он является довольно перспективным и может стать одним из основных рычагов улучшения качества жизни населения и повышения эффективности управленческих практик. На текущем этапе развития концепция муниципально-частного партнерства характеризуется разнообразием форм и моделей сотрудничества власти и бизнеса. Как показывает проведенный анализ, проблемы и барьеры, препятствующие развитию партнерства органов местной власти и частных партнеров, вполне решаемы, что позволяет оптимистично подходить к прогнозу развития МЧП в стране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Акбердина В.В., Трынов А.В. Муниципально-частное партнерство в городах большого Урала: тенденции и перспективы развития // Вестник Академии знаний. 2021. № 5 (46). С. 32–42.
2. Гапонов П.В. Особенности государственной политики в области муниципально-частного партнерства в современной России: перспективные направления развития // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2020. № 1. С. 291–296.
3. Захаров П.Н. Специфика и перспективы развития государственно-частного партнерства в регионе // Journal of Monetary Economics and Management. 2020. № 1. С. 3–5.
4. Кайль Я.Я., Ламзин Р.М., Епинина В.С. GR-менеджмент в России: основные тенденции и проблемы развития в условиях непредсказуемости вызовов внешней среды // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2021. № 3. С. 27–34.
5. Интеграция бизнеса и власти в форме реализации государственно-частного партнерства / О.В. Маркова [и др.] // Вестник МФЮА. 2022. № 1. С. 87–97.

6. Мартиросян К.М., Кондратьева Л.Н. Модель организации частного партнерства в сфере культуры на муниципальном уровне // Вестник Академии знаний. 2022. № 1 (48). С. 170–180.
7. Моисеева И.В. Муниципально-частное партнерство: необходимость и перспективы развития // Контентус. 2015. № 10 (39). С. 92–105.
8. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Президентом РФ 30.04.2012) [Электронный ресурс] // Консультант. 2022. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117/. Дата доступа: 11.11.2022.
9. Анализ проблем развития муниципально-частного партнерства в России / В.Д. Романенко [и др.] // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. № 4–1. С. 146–149.
10. Салдаева М.Н. Экологический аспект государственно-частного партнерства // Государственно-частное партнерство как путь инновационного развития экономики России. М.: Перо, 2016. 213 с.
11. Симак Р. С., Васильев Д.И. Преимущества и недостатки государственно-частного партнерства в развитии транспортной инфраструктуры // Вестник СибАДИ. 2017. № 3 (55). С. 175–181.
12. Тарасова О.В. Пространственная диалектика государственно-частного партнерства в России // Проблемы прогнозирования. 2021. № 2 (185). С. 130–141.
13. Тулузакова М.В. Муниципально-частное партнерство: проблемы и перспективы в контексте социально-экономического развития муниципальных образований // Россия: тенденции и перспективы развития. 2021. № 16–2. С. 955–958.
14. О государственно-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменения в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 13.07.2015 № 224-ФЗ // Консультант. 2022. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/. Дата доступа: 11.11.2022.

REFERENCES:

1. Akberdina V.V., Trynov A.V. Municipal-private partnership in the cities of the Greater Urals: trends and development prospects. Bulletin of the Academy of Knowledge. 2021; 5(46): 32–42. (In Russ.)
2. Gaponov P.V. Features of state policy in the field of municipal-private partnership in modern Russia: promising development direction. State and municipal management. Scientific notes. 2020; 1: 291–296. (In Russ.)
3. Zakharov P.N. Specifics and prospects for the development of public-private partnerships in the region. Journal of Monetary Economics and Management. 2020; 1: 3–5. (In Russ.)
4. Kayl Ya.Ya., Lamzin R.M., Epina V.S. GR-management in Russia: main trends and problems of development in the face of unpredictable environmental challenges. State and municipal management. Scientific notes. 2021; 3: 27–34. (In Russ.)
5. Markova O.V. [et al.] Integration of business and government in the form of public-private partnership. Vestnik of MFandLA. 2022; 1: 87–97. (In Russ.)
6. Martirosyan K.M., Kondratieva L.N. Model of the organization of private partnership in the field of culture at the municipal level. Bulletin of the Academy of Knowledge. 2022; 1(48): 170–180. (In Russ.)
7. Moiseeva I.V. Municipal-Private Partnership: Necessity and Development Prospects. Contentus. 2015; 10(39): 92–105. (In Russ.)
8. Fundamentals of state policy in the field of environmental development of the Russian Federation for the period up to 2030 (approved by the President of the Russian Federation on April 30,

2012) [Electronic resource]. Consultant. 2022. Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129117/. Access date: 11/11/2022.

9. Romanenko V.D. [et al.] Analysis of the problems of development of municipal-private partnership in Russia. Humanitarian, socio-economic and social sciences. 2021; 4(1): 146–149. (In Russ.)

10. Saldaeva M.N. Ecological aspect of public-private partnership. Public-private partnership as a way of innovative development of the Russian economy. M.: Pero; 2016. (In Russ.)

11. Simak R.S., Vasiliev D.I. Advantages and disadvantages of public-private partnership in the development of transport infrastructure. Bulletin of SibADI. 2017; 3(55): 175–181. (In Russ.)

12. Tarasova O.V. Spatial Dialectics of Public-Private Partnerships in Russia. Problems of Forecasting. 2021; 2(185): 130–141. (In Russ.)

13. Tuluzakova M.V. Municipal-private partnership: problems and prospects in the context of socio-economic development of municipalities. Russia: trends and development prospects. 2021; 16–2: 955–958. (In Russ.)

14. On public-private partnership in the Russian Federation and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation [Electronic resource]: Federal Law of July 13, 2015 No. 224-FZ. Consultant. 2022. Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/. Access date: 11/11/2022.

Информация об авторах / Information about the authors

Киржинова Светлана Аслановна, доцент кафедры конституционного строительства и государственного и муниципального управления ФБГОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат филологических наук

kirzhinova.svetlana@yandex.ru

Нахушева Марина Сафербиевна, доцент кафедры конституционного строительства и государственного и муниципального управления ФБГОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат философских наук

nahusheva.marina@yandex.ru

Svetlana A. Kirzhinova, an associate professor of the Department of Constitutional Construction and State and Municipal Administration of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Philology

kirzhinova.svetlana@yandex.ru

Marina S. Nakhushcheva, an associate professor of the Department of Constitutional Construction and State and Municipal Administration of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Philosophy

nahusheva.marina@yandex.ru

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRICULTURAL SCIENCES

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-118-127>

УДК 634.5:631.527

© 2022

Поступила 02.11.2022

Received 02.11.2022



Принята в печать 23.12.2022

Accepted 23.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ОБЪЕМ ВЫБОРКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ОРЕХОВ У СОРТОВ ФУНДУКА

Светлана Г. Биганова^{1*}, Юрий И. Сухоруких¹,
Эдуард К. Пчихачев², Наталья А. Трушева¹

¹ ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

² Адыгейский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»;
ул. Школьная 2А, пос. Цветочный, Майкопский район, Республика Адыгея,
385778, Российская Федерация

Аннотация. Планирование работ по изучению орехов лещины (фундука) требует установления объема выборки с учетом величины ошибки и значимости результатов. В отношении сортов растения, с учетом современных требований, таких исследований в полном объеме не проводилось. Целью данной работы является определение численности выборки для вычисления значения селекционных признаков орехов у сортов фундука с различной величиной погрешности и уровня значимости. Для этого у 8 сортов изучалось 12 основных хозяйственно ценных селекционных признаков орехов – вкус, масса, неразрушаемость, выход ядра, наличие на нем шелухи, крепость и цвет скорлупы, масса ореха, одномерность плодов по величине и форме, общая балльная оценка. Известным методом вычислен объем выборки для оценки каждого показателя при различных относительных и абсолютных ошибках для разных уровней значимости. Наибольший вклад в общую максимальную оценку, равную 59 баллам, вносят показатели ядра: вкус – 25,42%, масса – 22,29%, неразрушаемость – 16,9%, выход – 11,31%. Доля остальных признаков оценивается в пределах 2,25–6,78%. Для принятой в биологии относительной оценки в 5% при уровне значимости $\alpha = 0,05$ / $\alpha = 0,1$, расчетный объем выборки составил для весовых показателей: массы ореха 30/21, массы ядра – 43/30 орехов; балльных показателей: цвет скорлупы – 18/13, крепость скорлупы – 22/16, наличие шелухи на ядре – 137/95,

неразрушаемость ядра – 27/19, вкус ядра – 25/17, общий балл селекционной категории – 11/7 орехов. Для показателей, выражающихся в процентах для $\alpha = 0,05$: выход ядра с ошибкой в 1% – 98, поврежденных болезнями, вредителями с ошибкой в 10% – 62, одномерных по величине с ошибкой 10% – 57, одномерных по форме – с ошибкой 10% – 54 плода фундука.

Ключевые слова: фундук, сорт, селекция, орехи, объем выборки, уровень значимости, погрешность измерения, количественные показатели, качественные показатели, физические величины, балльная оценка

Для цитирования: Объем выборки для оценки селекционных признаков орехов у сортов фундука / Биганова С.Г. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 118-127. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-118-127>

SAMPLE SIZE FOR THE EVALUATION OF SELECTION TRAITS OF NUTS IN HAZELNUT VARIETIES

Svetlana G. Biganova^{1*}, Yuri I. Sukhorukih¹,
Eduard K. Pchikhachev², Natalia A. Trusheva¹

¹ FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

² The Adygh branch of the Federal State Budgetary Institution of Science
«The Federal Research Center «Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»;
2 A Shkolnaya str., Tsvetochny settl., the Maikop district,
the Republic of Adygea, 385778, the Russian Federation.

Abstract. Planning works on the study of coblnut (hazelnut) requires establishing the sample size, taking into account the magnitude of the error and the significance of the results. Such studies have not been carried out in full with regard to plant varieties, taking into account modern requirements. The purpose of the research is to determine the sample size for calculating the value of selection traits of nuts in hazelnut varieties with different error rates and significance levels. For this purpose 12 main economically valuable breeding traits of nuts have been studied in 8 varieties – taste, weight, indestructibility, kernel yield, the presence of husks on it, strength and color of the shell, nut weight, one-dimensionality of fruits in size and shape, overall score. A well-known method has been used to calculate the sample size for evaluating each indicator with different relative and absolute errors for different levels of significance. The largest contribution to the overall maximum score of 59 points is made by the core indicators: taste – 25.42%, weight – 22.29%, indestructibility – 16.9%, yield – 11.31%. The share of other features is estimated at 2.25 – 6.78%. For a relative estimate of 5% accepted in Biology the estimated sample size for weight indicators was at a significance level of $\alpha = 0.05$ / $\alpha = 0.1$: walnut weight 30/21, kernel weight – 43/30 nuts; scoring indicators: shell color – 18/13, shell strength – 22/16, presence of husks on the kernel – 137/95, indestructibility of the kernel – 27/19, taste of the kernel – 25/17, total score of the selection category – 11/7 nuts. For indicators expressed as a percentage for $\alpha = 0.05$: kernel yield with an error of 1% – 98, damaged by diseases, pests with an error of 10% – 62, one-dimensional in size with an error of 10% – 57, one-dimensional in shape – with 10%, error – 54 hazelnuts.

Keywords: hazelnuts, variety, selection, nuts, sample size, significance level, measurement error, quantitative indicators, qualitative indicators, physical quantities, scoring

For citation: Sample size for the evaluation of selection traits of nuts in hazelnut varieties / Biganova S.G. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 118-127. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-118-127>

Введение

Культурные сорта лещины получили название фундук [4]. Эти растения представляют большую ценность для человека как пищевое и лесохозяйственное растение. Они дают ценные питательные плоды и выполняют важную роль в лесных и защитных насаждениях [4; 7; 9]. Для пищевого использования требуются сорта с высокой урожайностью плодов определенного качества [3; 7; 8; 10]. При их выведении для оценки орехов применяются соответствующие методики. С учетом последних работ принято считать, что в качестве хозяйственно значимых признаков плодов следует учитывать количественные и качественные показатели – массу и выход ядра, вкус ядра, неразрушаемость ядра, крепость скорлупы, массу ореха, наличие шелухи на ядре, цвет скорлупы, одномерность орехов по величине и форме, повреждаемость плодов болезнями и вредителями и общую балльную оценку. Эти показатели определяются в физических и балльных значениях. Для балльных применяются соответствующие модели, обеспечивающие больший генетический прогресс по сравнению со шкальной оценкой признаков [4].

Для оценки рекомендуется осуществлять измерения у 100 плодов [2]. При этом данный объем выборки предназначен для всех показателей без учета ошибки и уровня значимости.

Изучение характеристик орехов выявило, что в зависимости от значимости и величины ошибки объем выборки может быть как больше, так и меньше рекомендуемой численности. С учетом этого выполнены соответствующие исследования по оптимизации размера выборок для отдельных особей и популяций [1; 5]. В отношении сортов, с учетом современных требований, таких исследований не проводилось, тогда как данный вопрос по определению объема выборки у них имеет основополагающее значение для селекционных исследований и требует

своего разрешения. Целью данной работы является определение численности выборки для вычисления значения селекционных признаков орехов у сортов фундука с различной величиной погрешности и уровня значимости.

Методика и объем работ

Изучение основных хозяйственно ценных селекционных признаков орехов фундука (вкуса, массы, выхода, неразрушаемости ядра и наличия на нем шелухи, массы, одномерности по величине и форме, повреждаемости плодов, крепости и цвета скорлупы, общей балльной оценки орехов) осуществляли на выборках урожая сортов Тамбовский ранний, Футкурами, Зоринский, Панахесский, Кавказ, Первенец, Черкесский, Хостинский. Растения произрастают на коллекционном участке в лесной зоне Северо-Западного Кавказа (550 м над ур. м.). Оценку показателей производили по известным методикам в воздушно-сухом состоянии орехов, которые отбирали случайным образом [2; 4]. В выборке было 95–100 орехов.

Расчеты для определения показателей с учетом ошибки и значимости производили по известным моделям для собственно-случайной бесповторной выборки [6]. Генеральная совокупность принята в 70 000 орехов. Критериальные показатели плодов для новых сортов фундука соотнесены с соответствующей современной программой [3]. Максимальная балльная оценка для плодов высшей селекционной категории принята в 59 баллов согласно методике [4]. В работе использовался универсальный статистический пакет Stadia 8.0 prof для Windows.

Результаты

Вкус ядра занимает центральное место в оценке новых сортов. Какими бы крупными и привлекательными не были орехи, но если их вкус некачественный, они бракуются или имеют крайне ограниченное использование для пищевых целей. В то же время особо вкусные ядра орехов, независимо от их величины, хотя

Таблица 1

Объем выборки для определения качества орехов сортов фундука с различной величиной погрешности и уровня значимости

Table 1

Sample size for determining the quality of nuts of hazelnut varieties with different margins of error and significance level

Величина погрешности	Объем выборки при значимости для		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
Вкус ядра, балл			
0,5	56	34	24
1,0	14	9	6
Масса ядра, г			
0,10	19	11	8
0,15	9	5	4
Неразрушаемость ядра, балл			
0,3	123	68	47
0,4	69	38	27
Крепость скорлупы, определяемая ручным орехоколом, балл			
0,25	20	11	8
0,5	5	3	2
Наличие шелухи на ядре, балл			
0,3	39	22	15
0,4	22	13	9
Масса ореха, г			
0,1	72	40	28
0,2	18	10	7
Выход ядра, %			
1,0	177	98	68
2,0	45	25	17
Повреждаемость плодов болезнями, вредителями, %			
10	106	62	44
20	27	16	11
Одномерность плодов по величине, %			
10	99	57	40
20	25	15	10
Одномерность плодов по форме, %			
10	91	54	38
20	24	14	10

Цвет скорлупы, балл			
0,10	5	3	2
0,12	4	2	2
Общая балльная оценка, балл			
1,0	86	48	33
2,0	22	12	9

она и значима в оценке и для реализации, находят повышенный сбыт. Этот показатель имеет наибольший вес и при оценке орехов, на его долю приходится от 5,08 до 25,42%. Требованиями для современных сортов предусматривается близкая к наивысшему значению дегустационной оценки показателя. Размер образцов для его вычисления при относительных и абсолютных ошибках и различных уровнях значимости приведен в таблицах 1, 2. Из данных следует, что численность выборки при обычной ошибке в 0,5 балла и $\alpha = 0,05$ равна 34, $\alpha = 0,1$ – 24 плодов фундука. Для относительной ошибки в 5% она составляет 25 и 17 орехов соответственно.

Масса ядра играет значительную роль в оценке качества орехов и оценивается от 2,67 до 13,33 баллов по соответствующей модели. От максимальной оценки это составляет 4,53–22,29%. Целевым значением показателя для новых сортов являются ядра массой 1,52–2 г и более.

Объемы выборок для абсолютной погрешности в 0,1 до 0,15 г и относительной в 5 и 10% при уровнях значимости α представлены в таблицах 1, 2. Обычно показатель определяется с погрешностью 0,1 г. В этом случае при $\alpha = 0,05$ изучается 11 орехов. При относительной погрешности в 5% и той же значимости взвешиваются ядра 43 орехов. При рекогносцировочных обследованиях $\alpha = 0,1$ и той же погрешности в граммах изучается 8 ядер. При относительной погрешности в 5% и $\alpha = 0,1$ требуется взвешивание не менее 30 ядер.

Неразрушаемость ядра является важным показателем для его реализации

в цельном виде, что существенно повышает стоимость продукции. Этот признак зависит от извлекаемости из скорлупы. Критерий предусматривает характеристику на уровне хорошей. Его доля в общей оценке занимает 1,69–16,9%. Данные по численности выборок для ошибок и уровней значимости приведены в соответствующих таблицах 1, 2. При абсолютной ошибке в 0,3 балла и $\alpha = 0,05$ изучается 68, $\alpha = 0,1$ – 47 орехов. Для относительной ошибки в 5% при уровне значимости $\alpha = 0,05$ выборка составляет 27, $\alpha = 0,1$ – 19 орехов фундука.

Выход ядра. Критериальным признаком для новых сортов фундука является значение показателя не менее 45–48%. У плодов высшего качества на долю признака в балльном выражении приходится 2,25–11,31%. Обычно в селекционных работах с растением определяемое значение выхода ядра производится с погрешностью до 1–2%. Рассчитанный объем выборки для погрешности 1–2% для различных уровней значимости представлен в таблице 1.

Как следует из полученных данных, для вычисления показателя при погрешности в 1% и уровне значимости $\alpha = 0,05$ необходимо изучить не менее 98, а при 2% – 25 орехов фундука. Для рекогносцировочных обследований при $\alpha = 0,1$ изучается 68 и 17 плодов соответственно.

Крепость скорлупы, определяемая ручным орехоколом влияет на технологические показатели плодов при извлечении ядра. Толстая скорлупа затрудняет этот процесс, а также снижает выход пищевой части орехов.

Таблица 2

Объем выборки для определения качества орехов сортов лещины (фундука) с различной величиной относительной погрешности и уровня значимости

Table 2

Sample size for determining the quality of cobnut (hazelnut) with different values of relative error and significance level

Относительная погрешность, %	Объем выборки при значимости для		
	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,1$
Вкус ядра			
5	45	25	17
10	12	7	5
Масса ядра			
5	78	43	30
10	20	11	8
Неразрушаемость ядра			
5	48	27	19
10	12	7	5
Крепость скорлупы, определяемая ручным орехоколом			
5	40	22	16
10	10	6	4
Наличие шелухи на ядре			
5	247	137	95
10	62	35	24
Масса ореха			
5	54	30	21
10	14	8	6
Цвет скорлупы			
5	22	18	13
10	6	5	4
Общая балльная оценка			
5	18	11	7
10	5	4	2

Оценивается показатель в баллах при раскалывании ручным орехоколом. Обычно он влияет на 1,7–6,78% общей оценки у лучших селекционных форм.

Объемы выборки для значений ошибок и уровней значимости приведены в таблицах 1, 2. Данные указывают, что

при ошибке в 0,25 балла и $\alpha = 0,05$ исследуется – 11, $\alpha = 0,1$ – 8 орехов. Для относительной ошибки в 5% и значимости $\alpha = 0,05$ исследуется 22 и $\alpha = 0,1$ – 16 плодов фундука.

Наличие шелухи на ядре. Ядро ореха для пищевого использования

освобождается от шелухи, которая может ухудшать вкус продукции и является нежелательной примесью.

Критериями к новым сортам предусматривается практическое отсутствие шелухи на ядре. В балльной оценке на долю показателя приходится 0,37–5,64%.

Объемы выборок для его определения в абсолютных и относительных ошибках приведены в таблицах 1, 2. При ошибке в 0,3 балла и $\alpha = 0,05$ изучается не менее 22, $\alpha = 0,1$ – 15 орехов. Для относительной ошибки в 5% и соответствующих уровнях значимости объем выборки больше – 137 и 95 орехов.

Масса ореха. Данный весовой показатель играет определенную роль в оценке качества плодов фундука. Его величина оценивается от максимального значения орехов высшего качества, в 0,39–2,27%. Такая невысокая значимость обусловлена тем, что важна не сама по себе значительная масса ореха, критериальный признак товарности которой изменяется от 2,5 до 4 г, а величина его ядра. При этом значительная масса ореха может быть обусловлена не только его размерами, но и толстой скорлупой, что нежелательно при выращивании культуры.

Объем выборки для определения показателя в граммах в зависимости от величины погрешности и значимости представлен в таблице 1, а в относительных показателях в таблице 2. Данные показывают, что для оценки показателя при погрешности в 0,1 г и обычно используемого в научных исследованиях $\alpha = 0,05$ требуется провести взвешивание не менее 40, а при рекогносцировочных обследованиях $\alpha = 0,1$ не менее 28 орехов. При относительной ошибке в 5% и $\alpha = 0,05$ необходимо взвешивание не менее 30, при $\alpha = 0,1$ – 21 плода.

Повреждаемость плодов болезнями, вредителями. Повреждаемость орехов различными вредителями и болезнями приводит к снижению количества и качества урожая. Определяется она по соотношению числа поврежденных

к общей численности плодов в выборке. На этой основе по соответствующей модели устанавливается балльная оценка показателя. Его значимость в общей оценке лучших форм изменяется от 0,37 до 2,25%. Критерии для лучших сортов предусматривают поражаемость плодов болезнями и вредителями в пределах до 2 баллов, что соответствует повреждаемости до 10 %. Тогда как следует из данных таблицы 1, для подобной ошибки при $\alpha = 0,05$ необходимо изучить выборку численностью 62, при $\alpha = 0,1$ из 44 орехов.

Одномерность плодов по величине. Одномерность плодов по величине желательна как для технологических целей – калибровки и выделения ядра, так и для товарных целей при продаже орехов в скорлупе. Критериями предусматривается «привлекательный внешний вид». Показатель определяется по соотношению неоднородных плодов к общей численности орехов в выборке в процентах. Он вносит в оценочный балл от 0,97 до 2,25 %. Объем выборки для его установления при различных ошибках и уровнях значимости представлен в таблице 1. Как следует из полученных данных, при практическом значении доли неоднородных плодов в 10% и $\alpha = 0,05$ изучается 57, при $\alpha = 0,1$ – 40 орехов.

Одномерность плодов по форме влияет на товарные качества орехов. Она устанавливается на основе значений коэффициента формы плода. Одномерными считаются орехи, величина коэффициента у которых отличается от среднего значения не более чем на 10%. Доля их устанавливается в процентах из соотношения неоднородных плодов к общей численности орехов в выборке. В селекционной балльной оценке на признак приходится 0,37–2,25%. Объем выборки для определения показателя при разных ошибках и уровнях значимости приведен в таблице 1. Данные указывают, что для установления практической значимости доли неоднородных плодов в пределах 10% при

$\alpha = 0,05$ исследуется 54, а при $\alpha = 0,1$ – 38 плодов.

Цвет скорлупы относится к показателям, влияющим на товарные качества орехов при реализации в скорлупе. Критерием для новых сортов являются светло-коричневые окраски плодов. На долю признака приходится 0,37–2,25%. Объемы выборки для различного рода ошибок при разной значимости приведены в таблице 1, 2. По применяемой четырехбалльной шкале при визуальной оценке и практически значимой относительной ошибке в 10%, как следует из таблицы 2, достаточно изучить при $\alpha = 0,05$ – 5 и $\alpha = 0,1$ – 4 ореха. При ошибке в 0,1 балла и вышеприведенных уровней значимости соответственно изучается 3 и 2 плода (таблица 1.).

Общая балльная оценка. Селекционная категория сортов по общей ценности плодов устанавливается на основе суммирования балльной оценки всех основных показателей качества орехов лещины, и наивысшая оценка ограничена 59 баллами. Ее возможно определять как по средним значениям показателей, оцениваемым отдельно, так и по средним значениям оценки каждого плода по всем показателям. Второй способ ведет к уменьшению объема выборки и соответственно повышению производительности данных работ. Объем выборки для оценки показателя при различных уровнях значимости и ошибках представлен в таблицах 1, 2. При оценке по второму способу для ошибки в 1 балл и $\alpha = 0,05$ изучается 48, $\alpha = 0,1$ – 33 ореха. Для относительной ошибки в 5% и $\alpha = 0,05$ исследуется 11, $\alpha = 0,1$ – 7 орехов.

Заключение

При оценке хозяйственно ценных показателей качества орехов лещины

(фундука) по отдельности требуется их различное количество в выборке. Максимальный вклад в общую оценку качества орехов, равную 59 баллам, составляют показатели ядра: вкус – 25,42%, масса – 22,29%, неразрушаемость – 16,9%, выход – 11,31%, наличие шелухи – 5,64%. На долю массы плодов приходится 2,27%, повреждаемости вредителями и болезнями, одномерности по форме и величине по 2,25%, крепости скорлупы – 6,68%, цвету – 2,25%. Для оценки признаков в абсолютных показателях при наиболее часто применяемых значениях ошибок и значимости $\alpha = 0,05/0,1$ расчетная численность выборок составила: вкус ядра при ошибке 0,5 балла – 34/24, масса ядра при ошибке 0,1 г – 11/8, неразрушаемость ядра при ошибке в 0,3 балла – 68/47, крепость скорлупы при ошибке в 0,25 балла – 11/8, наличие шелухи на ядре при ошибке 0,3 – 22/15, масса ореха при погрешности в 0,1 г – 40/28, цвет скорлупы при ошибке в 0,1 балла – 3/2, общая балльная оценка для ошибки в 1 балл – 48/33 ореха. Для принятой в биологии относительной оценки в 5% при уровне значимости $\alpha = 0,05 / \alpha = 0,1$, объем выборки составит для весовых показателей: массы ореха – 30/21, массы ядра – 43/30 орехов, балльных показателей: цвет скорлупы – 18/13, крепость скорлупы – 22/16, наличие шелухи на ядре – 137/95, неразрушаемости ядра – 27/19, вкуса ядра – 25/17, общей балльной оценки (при оценке каждого плода по всем показателям) – 11/7 орехов. Для определения показателей, выражающихся в процентах ($\alpha = 0,05$): выхода ядра с ошибкой в 1% – 98, поврежденных болезнями, вредителями с ошибкой в 10% – 62, одномерных по величине с ошибкой 10% – 57, одномерных по форме – с ошибкой 10% – 54 плода фундука.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И. Объем выборки при оценке качественных показателей орехов лещины // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 83–90.

2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.
3. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.
4. Лесные плодовые виды Северо-Западного Кавказа / Сухоруких Ю.И. [и др.]. Майкоп: Качество, 2010. 192 с.
5. Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г., Пчихачев Э.К. Объем выборки при оценке количественных показателей качества плодов лещины // Новые технологии. 2018. Вып. 2. С. 143–150.
6. Теория статистики: учебник / Р.А. Шмойлова [и др.]. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с.
7. Aydoğan M., Demiryürek K., Abacı N.İ. World Hazelnut Trade Networks. *Acta Horticulturae*. 2018; 1226: 429–436.
8. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a Potential New Crop for the Northeast: An Update on the Rutgers University Breeding Program. *Fruit Notes*. 2014; 79(4): 1–3.
9. Pourbabaie H., Adel M.N. Plant Ecological Groups and Soil Properties of Common Hazel (*Corylus avellana* L.) Stand in Safagashteh Forest, North of Iran. *Folia Forestalia Polonica, Series A*. 2015; 57(4): 245–250.
10. Song X.J., Sun X.J., Peng X.X. [et al.] Italian Chinese Cooperation for a Fruitful Management and Utilization of Hazelnut (*Corylus* spp.) Genetic Resources. *Acta Horticulturae*. 2018; 1226: 109–114.

REFERENCES:

1. Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I. Sampling size in assessing the quality indicators of hazelnuts. *News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education*. 2018; 1(49): 83–90. (In Russ.)
2. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops / ed. by E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova. Eagle: VNIISPK; 1999. (In Russ.)
3. The program of the North Caucasus Center for the selection of fruit, berry, flower and ornamental crops and grapes for the period up to 2030. *Krasnodar: GNU SKZNIISiV*; 2013. (In Russ.)
4. Sukhorukikh Yu.I. [et al.] Forest fruit species of the Northwestern Caucasus. *Maikop: Kachestvo*; 2010. (In Russ.)
5. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G., Pchikhachev E.K. Sampling in assessing the quantitative indicators of the quality of hazel fruits. *New technologies*. 2018; 2: 143-150. (In Russ.)
6. Theory of statistics: a textbook / R.A. Shmoylova [et al.]. 4th ed., rev. and add. *Moscow: Finance and statistics*; 2004. (In Russ.)
7. Aydoğan M., Demiryurek K., Abacı N.İ. World Hazelnut Trade Networks. *Acta Horticulturae*. 2018; 1226:429–436.
8. Muehlbauer M., Molnar Th. Hazelnuts, a Potential New Crop for the Northeast: An Update on the Rutgers University Breeding Program. *fruit note*. 2014; 79(4): 1–3.
9. Pourbabaie H., Adel M.N. Plant Ecological Groups and Soil Properties of Common Hazel (*Corylus avellana* L.) Stand in Safagashteh Forest, North of Iran. *Folia Forestalia Polonica, Series A*. 2015; 57(4): 245–250.
10. Song X.J., Sun X.J., Peng X.X. [et al.] Italian Chinese Cooperation for a Fruitful Management and Utilization of Hazelnut (*Corylus* spp.) Genetic Resources. *Acta Horticulturae*. 2018; 1226:109–114.

Информация об авторах / Information about the authors

Биганова Светлана Герсановна, доцент кафедры информационной безопасности и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

svetlanabiganowa@yandex.ru

Сухоруких Юрий Иванович, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

drsuchor@rambler.ru

Пчихачев Эдуард Кимович, директор Адыгейского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр "Субтропический научный центр Российской академии наук"», кандидат сельскохозяйственных наук

adygchay@rambler.ru

Трушева Наталья Алексеевна, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры и лесного дела ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

na_ta_li_a@mail.ru

Svetlana G. Biganova, an associate professor of the Department of Information Security and Applied Informatics of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Agricultural Sciences, an assistant professor

svetlanabiganowa@yandex.ru

Yury I. Sukhorukikh, a leading researcher of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, a professor

drsuchor@rambler.ru

Eduard K. Pchikhachev, a director of the Adygh branch of the Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center "Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"», Candidate of Agricultural Sciences

adygchay@rambler.ru

Natalya A. Trusheva, head of the Department of Landscape Architecture and Forestry of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor

na_ta_li_a@mail.ru

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-128-138>

УДК 634.51:631.52

© 2022

Поступила 02.11.2022

Received 02.11.2022



Принята в печать 23.12.2022

Accepted 23.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И ОЦЕНКА МИРОВОГО СОРТОФОНДА ОРЕХА ГРЕЦКОГО ПО КАЧЕСТВУ ПЛОДОВ

Светлана Г. Биганова¹, Юрий И. Сухоруких¹,
Алексей П. Глинушкин², Эдуард К. Пчихачев³

¹ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»;
ул. Институт, владение 5, р.п. Большие Вяземы, Одинцовский район,
Московская область, 143050, Российская Федерация

³Адыгейский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Федеральный исследовательский центр
"Субтропический научный центр Российской академии наук»;
ул. Школьная 2А, пос. Цветочный, Майкопский район, Республика Адыгея,
385778, Российская Федерация

Аннотация. Орех грецкий (*Juglans regia* L.) по совокупности полезных свойств является особо значимым растением для человека, и в Российской Федерации его можно отнести к самым ценным интродуцентам для лесного хозяйства и садоводства. Он выращивается во многих странах мира, и ареал его возделывания постоянно расширяется. Разведение вида для пищевых целей требует селекционной оценки качества его плодов. Для этого в разное время разрабатывались соответствующие методики и осуществлялась оценка имеющегося генофонда культуры. К настоящему времени выведены и приведены в известность новые сорта и формы, которые также необходимо оценить для рационального использования в научных и практических целях. В описаниях сортов и форм ореха грецкого нередко содержится недостаточно сведений обо всех селективируемых признаках, что требует разработки новых моделей для оценки сортофонда по неполным данным. Цель работы – разработать недостающие модели селекционной оценки по неполным данным и оценить мировой сортофонд ореха грецкого по качеству плодов, выделить сорта и формы высшей категории качества. Для оценки применялась известная методика и новые модели. При разработке моделей оценки по неполным данным использовалась база из 50 сортов, оцененным по всем показателям. Методом исключения отдельных показателей на ее основе рассчитывали соответствующие модели множественной

регрессии, учитывающие различное сочетание признаков. В работе использовались лицензионные программы Stadia 8.0, Microsoft Excel. Предложенные модели обеспечивают оценку со средней ошибкой $\pm 0,48 - 3,72$ балла при $R^2 = 0,63 - 0,99$. Оценен перспективный генофонд ореха из 23 стран, выделено 69 представителей с плодами селекционной категории высшего качества и составлен их перечень. Из 512 родоначальников селекционную категорию плодов высшего качества имели – 19,73%, качественные – 62,88%, рядовые – 16,80%, низкокачественные – 0,59% сортов и форм.

Ключевые слова: орех грецкий, качество плодов, оценка, неполные данные, модели, множественная регрессия, коэффициент детерминации, стандартная ошибка, мировой сортофонд, селекционные категории

Для цитирования: Разработка моделей и оценка мирового сортофонда ореха грецкого по качеству плодов / Биганова С.Г. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 128-138. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-128-138>

DEVELOPMENT OF MODELS AND ASSESSMENT OF THE WORLD WALNUT VARIETY FUND BY FRUIT QUALITY

Svetlana G. Biganova¹, Yuri I. Sukhorukikh¹,
Alexey P. Glinushkin², Eduard K. Pchikhachev³

¹ FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

² Federal State Budgetary Scientific Institution
«All-Russian Research Institute of Phytopathology»;
Institute str., possession 5, r.p. Bolshiye Vyazemy, the Odintsovsky district,
the Moscow region, 143050, the Russian Federation

³ The Adygh branch of the Federal State Budgetary Institution of Science
«The Federal Research Center "Subtropical Scientific
Center of the Russian Academy of Sciences"»;
2 A Shkolnaya str., Tsvetochny settl., the Maikop district, the Republic of Adygea,
385778, the Russian Federation.

Abstract. Walnut (*Juglans regia* L.) is a particularly significant plant for humans in terms of its useful properties and in the Russian Federation it can be attributed to the most valuable introducers for forestry and horticulture. It is grown in many countries of the world and the area of its cultivation is constantly expanding. Breeding species for food purposes requires a selection assessment of the quality of its fruits. For this, at different times, appropriate methods were developed and the existing gene pool of the culture was assessed. By now, new varieties and forms have been bred and brought, which also need to be evaluated for rational use for scientific and practical purposes. The descriptions of varieties and forms of walnut often contain insufficient information about all selected traits, which requires the development of new models to assess the variety fund using incomplete data. The purpose of the research is to develop the missing models of selection evaluation using incomplete data and evaluate the world walnut variety fund in terms of fruit quality, to identify varieties and forms of the highest quality category. The well-known methodology and new models have been used for the evaluation. When developing evaluation models for incomplete data, a database of 50 varieties evaluated for all indicators has been used. Using the method of excluding individual indicators, the

corresponding multiple regression models have been calculated on its basis, taking into account a different combination of features. The licensed programs Stadia 8.0, Microsoft Excel have been used in the research. The proposed models provide an estimate with an average error of $\pm 0.48 - 3.72$ points at $R^2 = 0.63 - 0.99$. A promising walnut gene pool from 23 countries has been assessed, 69 representatives with fruits of the breeding category of the highest quality identified, and a list of them compiled. Of the 512 ancestors, 19.73% had the selection category of fruits of the highest quality, 62.88% of high-quality fruits, 16.80% of ordinary fruits, and 0.59% of varieties and forms of low-quality fruits.

Keywords: walnut, fruit quality, assessment, incomplete data, models, multiple regression, coefficient of determination, standard error, world variety fund, breeding categories

For citation: *Development of models and assessment of the world walnut variety fund by fruit quality/ Biganova S.G. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 128-138. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-128-138>*

Введение

Одним из наиболее ценных видов растений для человека является орех грецкий (*Juglans Regia* L.). Ядра содержат 55–75% жиров, 10–20% белка, 5–15% углеводов, витамины А, В, С, Е, К, Р, незаменимые аминокислоты и другие биологически активные вещества. В листьях и незрелых плодах имеется много аскорбиновой кислоты, витамины А, В, Е, Р, галловая кислота, эфирные масла, югландин [1–4]. Скорлупа используется для производства активированного угля. Ореховая древесина намного дороже дубовой. Вид обладает высокой декоративностью, используется в защитном и массивном лесоразведении [25]. Эта культура выращивается во многих странах мира, и ареал ее возделывания постоянно расширяется [1–3, 6–22, 25].

По совокупности полезных свойств в Российской Федерации его можно отнести к самым ценным интродуcentам для лесного хозяйства и садоводства. В стране усилиями исследователей и садоводов-любителей орех существенно расширил ареал своего произрастания и успешно продвинулся на север [6–8].

Разведение вида для пищевых целей требует селекционной оценки качества его плодов. Для этого разработаны соответствующие методики, которые уточнялись и совершенствовались [1; 9; 23]. На их основе в разное время осуществлена оценка части генофонда вида [2; 24].

В Российской Федерации из применяемых наибольший селекционный эффект обеспечивает методика, изложенная в программных документах [1; 23]. В соответствии с ней разработаны отдельные модели и произведена оценка части мирового сортофонда вида [24]. К настоящему времени выведены и приведены в известность другие сорта и формы. В их описаниях не всегда содержатся сведения обо всех селективируемых признаках, что требует разработки новых моделей для оценки по неполным данным.

Цель работы – разработать недостающие модели оценки по неполным данным, выделить по ним сорта и формы ореха грецкого с плодами селекционной категории высшего качества.

Методика и объем работ

Для разработки моделей составлялась база из 50 сортов и форм, оцененным по всем показателям согласно методике [23]. Методом исключения отдельных показателей рассчитывали соответствующие модели. По ним и известным [23; 24] оценивали описанные в различных источниках 239 родоначальников из России, Украины, Белоруссии, Молдовы, Армении, Азербайджана, Киргизии, Казахстана, Таджикистана, Узбекистана, США, Китая, Турции, Венгрии, Индии, Ирана, Франции, Италии, Сербии, Великобритании, Канады, Польши, Чехии [2, 14–22, 25]. На основе литературных данных и оценки определено соотношение селекционных категорий генофонда

Таблица 1

Мировой сортофонд ореха грецкого с плодами высшего качества

Table 1

The world walnut variety fund with fruits of the highest quality

№	Сорт, форма	Селекционная ценность, балл	Страна
$Y=1,38A+0,28B+1,03C+0,97H+0,93I+0,2M+1,41P+1,63Z-5,85$ $(R^2 = 0,99; \text{ошибка} \pm 0,48) (1) \text{ по моделям [24]}$			
1	Подарок Валентины	59,00	Россия
2	Giants	59,00	Англия
3	Бостандыкский	58,25	Казахстан
4	ИТВ	58,06	Украина
5	Пурпуровый	57,94	Россия
6	Гвардейский	57,65	Узбекистан
7	Бричанский	57,19	Молдова
8	Родина	56,18	Россия
9	Ovata	55,19	Молдова
10	Иван багряный	54,46	Украина
11	Аврора	53,98	Россия
12	Каларашский	53,49	Молдова
$Y=1,47A+0,15M+0,27B+0,95I+0,99H+1,05C+1,94Z-4,36$ $(R^2 = 0,99; \text{ошибка} \pm 0,49) (2) \text{ по моделям [24]}$			
13	Vasion	59,00	США
$Y=1,15A+0,27M+0,26B+1,01I+1,06H+1,11C-3,86$ $(R^2 = 0,99; \text{ошибка} \pm 0,66) (3) \text{ по моделям [24]}$			
14	Крым	55,87	Россия
15	Клишковский	54,20	Молдова
16	Десертный 3-Д	53,77	Киргизия
$Y=0,94A+0,37M+0,35B+0,96I+1,1H+2,13P+1,82Z-7,93$ $(R^2 = 0,98; \text{ошибка} \pm 0,94) (4) \text{ по моделям [24]}$			
17	Пурпуровый	56,87	Россия
$Y=2,09A+0,22M+0,3B+0,98H+4,11P+1,12C+2,56Z-2,62$ $(R^2 = 0,94; \text{ошибка} \pm 1,58) (5) \text{ по моделям [24]}$			
18	CITH Worex 9	59,00	Индия
19	CITH Worex 10	59,00	Индия
20	T-1 и T-2	59,00	Украина

Продолжение таблицы 1

21	Крымский крупный	58,62	Россия
22	Yalova	57,11	Турция
23	Durham 2016 г	56,75	США
24	Bilecik	56,15	Турция
25	Kaman	54,44	Турция
26	Solano	54,15	Италия
$Y=2,41A+0,06M+0,25B+1,04H+1,16C+3,56Z+2$ $(R^2 = 0,93; \text{ошибка} \pm 1,61) (6) \text{ по моделям [24]}$			
27	CITH Worex-1	59,00	Индия
28	Криулянский	56,46	Украина
$Y=1,62A+0,45M+0,33B+0,98H+1,41P-4,81$ $(R^2 = 0,93; \text{ошибка} \pm 1,65) (7)$			
29	Форма 11 А	59,00	Казахстан
30	Forde	57,38	США
31	Sexton	54,15	США
32	Степной великан	54,08	Украина
33	Профессор С.Я. Соколов	53,13	Украина
$Y=0,62A+0,7M+0,53B+0,94I+1,57C+5,82P+2,52Z-15,1$ $(R^2 = 0,93; \text{ошибка} \pm 1,69) (8)$			
34	Великан	59,00	Россия
35	Песчанский	57,98	Молдова
$Y=1,92A+0,29M+0,24B+1,29C+1,19H+3,82$ $(R^2 = 0,91; \text{ошибка} \pm 1,8) (9) \text{ по моделям [24]}$			
36	CITH Worex-2	59,00	Индия
37	1.Т.1.	57,32	Украина
38	2.Т.2.	55,54	Украина
39	Буковинский 1	53,7	Украина
40	Таджикский-17	53,25	Таджикистан
$Y=0,17A+0,85M+0,5B+1,16I+1,92C-9,11$ $(R^2 = 0,89; \text{ошибка} \pm 1,99) (10) \text{ по моделям [24]}$			
41	CITH Worex-4	59,00	Индия
$Y=0,28B+0,7C+1,19H+1,63I-1,2P+0,85Z-2,78$ $(R^2 = 0,89, \text{ошибка} \pm 2,06) (11)$			
42	Качинский	55,23	Украина

Продолжение таблицы 1

$Y = -0,26A + 1,08M + 0,68B + 0,98I + 7,9P + 3,01Z - 20,42$ $(R^2 = 0,88, \text{ ошибка } \pm 2,09) \text{ (12) по моделям [8]}$			
43	Аника	59,00	Молдова
$Y = 0,29B + 1,27H + 1,62I - 0,73P + 1,07Z - 2,78$ $(R^2 = 0,88, \text{ ошибка } \pm 2,10) \text{ (13)}$			
44	Lateral lui Trifan	53,11	Франция
$Y = 1,34A + 0,72M + 0,55B + 1,65C + 8,56P + 3,47Z - 11,9$ $(R^2 = 0,87, \text{ ошибка } \pm 2,25) \text{ (14)}$			
45	CITH Worex-8	59,00	Индия
$Y = 0,65A + 1,06M + 0,6B + 12,63P + 1,73C - 15,37$ $(R^2 = 0,85; \text{ ошибка } \pm 2,33) \text{ (15) по моделям [24]}$			
46	Байсунский урожайный	58,26	Узбекистан
47	Араз	54,95	Азербайджан
48	Разноплодный внутри	53,03	Украина
$Y = 0,43M + 1,36I + 1,49H + 1,01C + 4,01$ $(R^2 = 0,85; \text{ ошибка } \pm 2,36) \text{ (16)}$			
49	Canadian chandler	57,02	США
50	Витязь	54,21	Россия
$Y = 1,92A + 0,44M + 0,47B + 1,84C + 5,82Z - 2,9$ $(R^2 = 0,85, \text{ ошибка } \pm 2,38) \text{ (17) по моделям [24]}$			
51	Mire	56,19	Сербия
$Y = -1,08A + 1,37M + 0,68B + 1,29I - 13,29$ $(R^2 = 0,83, \text{ ошибка } \pm 2,50) \text{ (18) по моделям [24]}$			
52	CITH Worex-3	53,68	Индия
$Y = 0,44A + 1,12M + 0,71B + 10,88P + 4,03Z - 17,4$ $(R^2 = 0,82, \text{ ошибка } \pm 2,58) \text{ (19) по моделям [24]}$			
53	Kaplan	58,05	Турция
54	Ivanhoe	57,24	США
55	Backa	55,66	Сербия
$Y = 0,95A + 0,95M + 0,5B + 2,24C - 0,87$ $(R^2 = 0,79, \text{ ошибка } \pm 2,74) \text{ (20) по моделям [24]}$			
56	Галиб	59,00	Азербайджан
57	Вазборский – 13	57,03	Таджикистан

Продолжение таблицы 1

58	Tisa	56,90	Сербия
59	Юбилейный	55,93	Таджикистан
$Y=0,37B+1,49H+3,42P+2,47Z+6,44$ $(R^2 = 0,63, \text{ ошибка } \pm 3,70) (21)$			
60	Реченский	54,08	Молдова
$Y=0,36B+1,43H+0,54C+3,08P+2,31Z+6,48$ $(R^2 = 0,63, \text{ ошибка } \pm 3,72) (22)$			
61	Фалештский	53,18	Молдова
$Y=0,45M+1,73I+2,43C+2,64P-2,7Z + 10,80$ $(R^2 = 0,64; \text{ ошибка } \pm 3,65) (23)$			
62	Рудаковский	55,52	Россия
$Y=-0,46A+1,58M+0,72B - 4,75$ $(R^2 = 0,7, \text{ ошибка } \pm 3,26) (24) \text{ по моделям [24]}$			
63	Новраст	59,00	Азербайджан
64	Устужи	58,65	Азербайджан
65	Ордубари	57,86	Азербайджан
66	Samrion	55,40	Сербия
67	Акпери	55,08	Азербайджан
68	3	54,04	Иран
69	Булганак	53,43	Россия

512 представителей. В работе использовались лицензионные программы Stadia 8.0 и Microsoft Excel.

Результаты

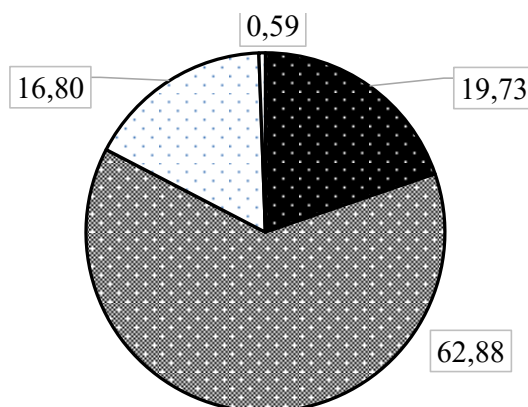
В соответствии с методикой [23] оценка качества плодов сортофонда ореха грецкого при наличии описания всех селекционно значимых показателей производится по модели (1)

$$O_{\Sigma} = A + B + H + C + I + M + F + E + P + Z + D \quad (1)$$

где O_{Σ} – общая балльная оценка; A – масса ядра, балл; B – выход ядра, балл; H – легкость, характер выделения ядра, балл; C – крепость скорлупы, балл; I – вкус ядра, балл; M – масса ореха, балл;

F – одномерность по величине, балл; E – одномерность по форме, балл; P – характер поверхности скорлупы, балл; Z – цвет скорлупы, балл; D – повреждаемость плодов болезнями, вредителями, число голаядерных, балл.

По величине общего балла сорта и формы делятся на селекционные категории. К категории высшего качества относятся орехи со значением общего балла от 53 до 59, к качественным – от 52,99 до 43, к рядовым – от 32 до 42,99, низкокачественным – 32,9–23, некачественным – менее 22,9 баллов. При ограниченном числе данных оценка



■ Высшего качества ■ Качественные □ Рядовые □ Низкокачественные

Рис. 1. Распределение мирового сортофонда грецкого (512 представителей, 23 страны) по селекционным категориям качества плодов

Fig. 1. Distribution of the world walnut variety fund (512 representatives, 23 countries) by selection categories of fruit quality

может быть произведена на основе уравнений множественной регрессии [2; 9; 23; 24]. С учетом отсутствующих в описаниях данных вычислены соответствующие модели (7; 8; 11; 13; 14; 16; 21; 22; 23) с определением значения R^2 и стандартной ошибки (табл. 1). По ним и известным [23] произведена оценка генофонда из основных 23 орехопроизводящих стран. Родоначальники с плодами селекционной категории плодов высшего качества представлены в таблице 1.

Примечание. «По моделям [24]» указывает на использование известных моделей, приведенных в литературе.

Данные таблицы указывают, что генофонд с орехами высшей селекционной категории качества выявлен в 15 из 23 стран. Он распределен следующим образом: Россия, Украина – 11, Молдова – 8, Индия – 7, Азербайджан, США – 6, Сербия, Турция – 4, Таджикистан – 3, Казахстан, Узбекистан – 2, Англия, Иран, Италия, Киргизия, Франция – по 1 представителю.

На основе известных оценочных данных [24] и вновь оцененного сортофонда

по качеству плодов он распределен следующим образом (рисунок 1).

Как следует из рисунка, наибольшую долю, около 2/3, в изученном сортофонде представляют родоначальники с селекционной категорией плодов – качественные. Генофонд с наиболее ценными плодами высшего качества составляет 19,73%. Менее ценные в селекционном отношении – рядовые и низкокачественные сорта и формы представляют 17,39% от изучаемой совокупности.

Закключение

Разработаны новые модели селекционной оценки сортофонда ореха грецкого по качеству плодов по неполным данным в описании. Они обеспечивают оценку со средней ошибкой $\pm 0,48 - 3,72$ балла при $R^2 = 0,63 - 0,99$.

Оценен перспективный генофонд ореха из 23 стран и выделено 69 представителей с плодами селекционной категории высшего качества.

В изученном сортофонде родоначальники с селекционной категорией плодов высшего качества составляют 19,73%, качественные – 62,88%, рядовые – 16,80%, низкокачественные – 0,59%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. Краснодар, 2013.
2. Сухоруких Ю.И. Избранные труды. Т. 2. Орехоплодные. Майкоп: Качество, 2008. 396 с.
3. Ertürk U., Şisman T., Yerlikaya C. [et al.] Chemical composition and nutritive value of selected walnuts (*Juglans Regia* L.) from Turkey. *Acta Hort.* 2014; 1050: 231–234.
4. Ozcan A., Sutyemez M., Attar S.H. [et al.] Fatty acid composition, phenolic compound content and antioxidant activity of unique walnut genotypes with red seed coat. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2020; 59(4): 352–360.
5. Иванов А.Л., Кулик К.Н. Агролесомелиорация / под ред. 5-е изд. перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. 746 с.
6. Особенности выращивания грецкого ореха в условиях правобережной зоны Саратовской области / Панфилов А.В. [и др.] // Вавиловские чтения – 2020. Саратов, 2020. С. 198–200.
7. Ряднова Т.С., Славский В.А. Селекция ореха грецкого в Белгородской области // Актуальные направления научных исследований XXI в.: теория и практика. 2020. № 3. С. 403–408.
8. Старшинов Д.С., Корнилова В.А. Изучение условий произрастания районированных грецких орехов в городе Самара. Самара, 2020. С. 146–147.
9. Сухоруких Ю.И. Рекомендации по оценке, описанию и районированию ореха грецкого. Майкоп: МГТУ, 1997. 39 с.
10. Ertürk U., Mert C., Soylu A. [et al.] Evaluation of some domestic and foreign walnut cultivars in the conditions of Bursa, Turkey. *Acta Hort.* 1050, 123–129.
11. Iannamico L. Technologic problems to face when establishing walnut in new cold areas: the experience in the southern hemisphere. *Acta hort.* 2014; 1050: 395–398.
12. Leslie C.A., McGranahan G.H. The California walnut improvement program: scion breeding and rootstock development. *Acta hort.* 2014; 1050: 81–88.
13. Sluite I.R.K., McKenzie L., Mitchell J.R. Walnut rootstock selection for calcareous soils in Southeastern Australia and the potential for expanding the walnut industry in the region. *Acta Hort.* 2014; 1050: 105–111.
14. <https://orehovod.com/articles/55-rossiiskie-sorta-greckogo-oreha.html> 2022 [обновлено 15 июля 2015; процитировано 12 февраля 2022]. Доступно: <https://orehovod.com>.
15. <https://kubansad.ru/content/sorta/orhoplodnye> 2021 [обновлено 2021; процитировано 17 февраля 2022]. Доступно: <https://kubansad.ru>
16. <https://sultansad.by/product/sazhency-greckogo-oreha-samohvalovicheskij-2> 2022 [обновлено 2022; процитировано 19 февраля 2022]. Доступно: <https://sultansad.by>
17. <https://krim-pitomnik.ru/orch-greckij-orch-ot-kiktenko-n-f/702-kostyuzhanskiy> [обновлено 2022; процитировано 21 февраля 2022]. Доступно: <https://krim-pitomnik.ru>
18. <http://rasteniy10.ru/internet-magazin/product/orch-greckij-vityaz-juglans-regia-l-cultivar-hero-orehovye-juglandaceae-lindl> [обновлено 2022; процитировано 1 марта 2022]. Доступно: <http://rasteniy10.ru>
19. <https://vivaizanzi.it/en/product-category/walnut/> 2022 [обновлено 2017; процитировано 9 марта 2022]. Доступно: <https://vivaizanzi.it>
20. www.pepiniere-payre.fr 2022 [обновлено 2018; процитировано 13 марта 2022]. Доступно: www.pepiniere-payre.fr
21. <https://agroc corp.com.ua/> 2022 [обновлено 13.02.2021; процитировано 13 марта 2022]. Доступно: <https://agroc corp.com.ua/>
22. <https://www.coulie.com/catalogue-noyer/> 2020 [обновлено 2020; процитировано 15 марта 2022]. Доступно: <https://www.coulie.com>.

23. Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп: Качество, 2007. 57 с.
24. Сухоруких Ю.И., Биганова С.Г. Оптимизация оценки качества плодов ореха грецкого. Майкоп: Качество, 2003. 80 с.
25. Щепотьев Ф.Л., Рихтер А.А., Павленко Ф.А. Орехоплодные лесные и садовые культуры. М.: Агропромиздат, 1985. 224 с.

REFERENCES:

1. The program of the North Caucasus Center for the selection of fruit, berry, flower and ornamental crops and grapes for the period up to 2030. Krasnodar, 2013. (In Russ.)
2. Sukhorukikh Yu.I. Selected works. V. 2. Walnut. Maikop: Quality, 2008. (In Russ.)
3. Ertürk U., Şisman T., Yerlikaya C. [et al.] Chemical composition and nutritive value of selected walnuts (*Juglans Regia* L.) from Turkey. *Acta Hort.* 2014; 1050:231–234.
4. Ozcan A., Sutyemez M., Attar S.H. [et al.] Fatty acid composition, phenolic compound content and antioxidant activity of unique walnut genotypes with red seed coa. *Journal of Food and Nutrition Research*. 2020; 59(4): 352–360.
5. Ivanov A.L., Kulik K.N. Agroforestry. 5th ed. revised and add. Volgograd: VNIALMI, 2006. (In Russ.)
6. Panfilov A.V. [et al.] Features of growing walnuts in the conditions of the Right-bank zone of the Saratov region. *Vavilov Readings – 2020*. Saratov; 2020: 198-200. (In Russ.)
7. Ryadnova T.S., Slavsky V.A. Selection of walnut in the Belgorod region. Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2020; 3: 403-408. (In Russ.)
8. Starshinov D.S., Kornilova V.A. Study of the growing conditions of zoned walnuts in the city of Samara. Samara; 2020: 146–147. (In Russ.)
9. Sukhorukikh Yu.I. Recommendations for the assessment, description and zoning of the walnut. Maikop: MSTU, 1997. (In Russ.)
10. Ertürk U., Mert C., Soylu A. [et al.] Evaluation of some domestic and foreign walnut cultivars in the conditions of Bursa, Turkey. *Acta Hort.* 1050, 123–129.
11. Iannamico L. Technologic problems to face when establishing walnut in new cold areas: the experience in the southern hemisphere. *Actahortic*. 2014; 1050: 395–398.
12. Leslie C.A., McGranahan G.H. The California walnut improvement program: scion breeding and rootstock development. *Actahortic*. 2014; 1050:81–88.
13. Sluite I.R.K., McKenzie L., Mitchell J.R. Walnut rootstock selection for calcareous soils in Southeastern Australia and the potential for expanding the walnut industry in the region. *Acta Hort.* 2014; 1050:105–111.
14. <https://orehovod.com/articles/55-rossiiskie-sorta-greckogo-oreha.html> 2022 [updated 15 July 2015; cited 12 February 2022]. Available: <https://orehovod.com>.
15. <https://kubansad.ru/content/sorta/orehoplodnye> 2021 [updated 2021; cited 17 February 2022]. Available: <https://kubansad.ru>
16. <https://sultansad.by/product/sazhency-greckogo-oreha-samohvalovicheskij-2> 2022 [updated 2022; cited 19 February 2022]. Available: <https://sultansad.by>
17. <https://krim-pitomnik.ru/oreh-greckiy-oreh-ot-kiktenko-n-f/702-kostyuzhanskiy> [updated 2022; cited 21 February 2022]. Available: <https://krim-pitomnik.ru>
18. <http://rasteniy10.ru/internet-magazin/product/oreh-greckij-vityaz-juglans-regia-l-cultivar-hero-orehovye-juglandaceae-lindl> [updated 2022; cited 1 March 2022]. Available: <http://rasteniy10.ru>
19. <https://vivaizanzi.it/en/product-category/walnut/> 2022 [updated 2017; cited 9 March 2022]. Available: <https://vivaizanzi.it>
20. www.pepiniere-payre.fr 2022 [updated 2018; cited 13 March 2022]. Available: www.pepiniere-payre.fr

21. <https://agrocorp.com.ua/> 2022 [updated 02/13/2021; cited 13 March 2022]. Available: <https://agrocorp.com.ua>
22. <https://www.coulie.com/catalogue-noyer/> 2020 [updated 2020; cited 15 March 2022]. Available: <https://www.coulie.com>
23. Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P., Biganova S.G. The program and methodology of walnut breeding. Maykop: Kachestvo, 2007. (In Russ.)
24. Sukhorukikh Yu.I., Biganova S.G. Optimization of the evaluation of the quality of walnut fruits. Maykop: Kachestvo, 2003. (In Russ.)
25. Schepotiev F.L., Richter A.A., Pavlenko F.A. Walnut forest and horticultural crops. Moscow: Agropromizdat; 1985. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Биганова Светлана Герсановна, доцент кафедры информационной безопасности и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

svetlanabiganowa@yandex.ru

Сухоруких Юрий Иванович, ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

drsuchor@rambler.ru

Глинушкин Алексей Павлович, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, академик РАН

vniif@vniif.ru

Пчихачев Эдуард Кимович, директор Адыгейского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»», кандидат сельскохозяйственных наук

adygchay@rambler.ru

Svetlana G. Biganova, an associate professor of the Department of Information Security and Applied Informatics of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Agricultural Sciences, an assistant professor

svetlanabiganowa@yandex.ru

Yury I. Sukhorukikh, a leading researcher of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, a professor

drsuchor@rambler.ru

Alexey P. Glinushkin, a director of the Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Phytopathology», Doctor of Agricultural Sciences, a professor of the Russian Academy of Sciences, an academician of the Russian Academy of Sciences.

vniif@vniif.ru

Eduard K. Pchikhachev, a director of the Adygh branch of the Federal State Budgetary Institution of Science «The Federal Research Center “Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”», Candidate of Agricultural Sciences

adygchay@rambler.ru

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-139-149>

УДК 633.72:631.527

© 2022

Поступила 31.10.2022

Received 31.10.2022



Принята в печать 20.12.2022

Accepted 20.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ ЧАЯ К СТАТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Любовь В. Вавилова^{1*}, Борис В. Корзун²

¹ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный
исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук»»;
ул. Яна Фабрициуса 2/28, г. Сочи, 354002, Российская Федерация

Б л а г о д а р н о с т ь

Исследования выполнены в рамках Государственного задания ФИЦ СНЦ РАН,
тема № FGRW-2021-0009.

Аннотация. В статье приводятся результаты многолетней оценки адаптивного потенциала селекционных форм чайных растений, возделываемых в природно-климатических условиях Северо-Западного Кавказа (Республика Адыгея) с целью отбора из имеющегося генофонда наиболее перспективных образцов и их использования для выведения местных высокоадаптивных сортов. В ходе изучения адаптивности используются общепринятые методики, в том числе «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», 1999 и «Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях», 2002. В статье подробно анализируются метеорологические и климатические особенности района возделывания чая, сопоставляются погодные условия с биоритмами интродуцированных растений, отмечается их влияние на состояние и продуктивность чая. Характеризуются корреляционные взаимосвязи между температурным фактором и сроком наступления фазы развития растений чая. В результате получены данные о зимостойкости исследуемых форм по различным компонентам, устойчивости к избытку и недостатку тепла, проанализированы особенности роста и развития чайных растений в различных погодных условиях и на фоне различных регенерационных процессов. Для ускоренного установления жизнеспособности проводящей системы авторы провели отращивание поврежденных побегов в условиях комнатной температуры и привели в статье результаты наблюдений, позволившие увидеть скрытые локальные повреждения тканей и охарактеризовать их типы. Наиболее адаптивными формами отмечены АФ-3 и АФ-5, которые проявляют

наилучшую устойчивость к действию повреждающих факторов окружающей среды, обладают высокой регенерационной способностью и могут обеспечить хороший урожай зеленого чайного листа для устойчивого развития чаеводства Адыгеи.

Ключевые слова: чай, селекционная форма, гибрид, устойчивость, зимостойкость, морозоустойчивость, адаптивность, потенциал устойчивости, стресс-фактор, рост и развитие, габитус, продуктивность

Для цитирования: Вавилова Л.В., Корзун Б.В. Изучение адаптивности перспективных селекционных форм чая к статическим факторам среды // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 139-149. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-139-149>

STUDYING THE ADAPTABILITY OF PROMISING BREEDING FORMS OF TEA TO STATIC ENVIRONMENTAL FACTORS

Lyubov V. Vavilova^{1*}, Boris V. Korzun²

¹ FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

² Federal State Budgetary Institution of Science «Federal Research Center
“Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”»;
2/28 Yan Fabricius str., Sochi, 354002, the Russian Federation

Acknowledgments

The research was carried out within the framework of the State Assignment of the FRC SNC RAS, topic No. FGRW-2021-0009.

Abstract. The article presents the results of a long-term assessment of the adaptive potential of breeding forms of tea plants cultivated in the natural and climatic conditions of the North-Western Caucasus (the Republic of Adygea) in order to select the most promising samples from the existing gene pool and use them to breed local highly adaptive varieties. In the course of studying adaptability, generally accepted methods have been used, including the «Program and Methodology for the Study of Fruit, Berry and Nut Crops», 1999 and «Determining the Resistance of Fruit and Berry Crops to Cold Season Stressors in Field and Controlled Conditions», 2002. Meteorological and climatic features of the tea growing area have been analyzed, weather conditions compared with the biorhythms of introduced plants, their influence on the state and productivity of tea noted. Correlation relationships between the temperature factor and the onset of the development phase of tea plants have been characterized. As a result, data have been obtained on the winter hardiness of the studied forms for various components, resistance to excess and lack of heat, and the characteristics of the growth and development of tea plants in various weather conditions and against the background of various regeneration processes have been analyzed. To accelerate the determination of the viability of the conducting system, the authors carried out the growth of damaged shoots at room temperature and presented in the article the results of observations that made it possible to see hidden local tissue damage and characterize their types. The most adaptive forms are AF-3 and AF-5, which show the best resistance to damaging environmental factors, have a high regenerative capacity and can provide a good harvest of green tea leaves for the sustainable development of tea growing in Adygea.

Keywords: tea, breeding form, hybrid, resistance, winter hardiness, frost resistance, adaptability, resistance potential, stress factor, growth and development, habitus, productivity

For citation: Vavilova L.V., Korzun B.V. Studying the adaptability of promising breeding forms of tea to static environmental factors // *New technologies*. 2022. V. 18, No. 4. P. 139-149. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-139-149>

Введение

Чай китайский (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) в условия климата Республики Адыгея (Майкопский район) был завезен в 1938 году [7]. С тех пор в разные годы закладывались чайные участки с различными генотипами чайного растения и была сформирована сравнительная характеристика различных сортов грузинской селекции ('Грузинский' №№ 7, 8, 9, 10), сортов и гибридов отечественной селекции ФИЦСНЦ РАН (прежнее название ВНИИЦ и СК; 'Сочи', 'Адыгейский') [1; 7], в том числе по показателям устойчивости к неблагоприятным условиям среды: зимостойкость и морозоустойчивость, засухоустойчивость. Более ранние исследования физиологии чайного растения в Адыгее проведены на сорт-популяции Кимынь [2; 5]. Однако все полученные результаты констатировали наличие устойчивости, выраженной в различной степени, на первоначальном этапе интродукции и испытания растений указанных сортов и гибридов. Более поздняя инвентаризация сохранившегося генофонда показала, что в процессе адаптации на популяционном уровне в условиях воздействия экологического стресса (температуры воздуха в середине зимы ниже -25°C на фоне отсутствия устойчивого снежного покрова, поздневесенние заморозки ниже -7°C , оледенения в начале вегетации) погибли те индивидуумы, генетическая норма реакции которых на экстремальный фактор ограничена узкими пределами, но при этом общий уровень устойчивости в популяциях к настоящему времени возрос, и семенное потомство образуют генетически более устойчивые растения.

Подобные временные изменения в популяциях интродуцированных растений чая диктуют необходимость изучения механизмов адаптации на организменном

уровне с целью более качественного отбора перспективного геноматериала для селекции местных сортов. Учитывая, что наследственное закрепление устойчивости осуществляется лишь при длительном действии неблагоприятного фактора как в процессе филогенеза, так и онтогенеза, нам представляется значимым определение адаптивности селекционных форм чая к климатически обусловленным статическим факторам среды. Данные результаты важны для дальнейшей оценки внутрипопуляционной вариативности уровня устойчивости к стрессору и проверки константности признака зимостойкости у следующих поколений.

Методы и объекты исследований

Оценка состояния и адаптивные реакции растений на стресс-факторы среды оцениваются с использованием общепринятых методик Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Орел, 1999) [6, с. 38–96] и Методических указаний «Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях» (Мичуринск, 2002) [8, с. 6–78]. Применяемая методика оценки адаптивного потенциала селекционных форм чая дает возможность установить зимостойкость по следующим компонентам: I компонент – устойчивость к ранним осенним заморозкам; II компонент – устойчивость к абсолютным минимумам температуры воздуха в середине зимы; III компонент – устойчивость к повторным морозам после оттепели; IV компонент – устойчивость к возвратным весенним заморозкам; V компонент – способность восстанавливаться в вегетационный период после зимних повреждений [4]. Анализ полученных результатов наблюдений за растениями и сопряженного наблюдения за

погодой позволяет определить устойчивость к недостатку или избытку тепла [8, с. 77].

При проведении учетов и наблюдений используются методики, разработанные для культуры чая К.Е. Бахтадзе [1].

Объектами исследований на протяжении трех годовых циклов развития (2019–2022) являются различные растения чая, представляющие собой гибридное поколение, выращенное из семян на плантациях Адыгеи. Селекционные формы, отобранные как перспективные, на период госсортоиспытания получили условные номера: АФ-1, АФ-2, АФ-3, АФ-4, АФ-5.

В качестве климатически обусловленных статических факторов среды нами выбраны параметры температурного режима: среднемесячная температура воздуха, среднесуточная температура воздуха, суточная амплитуда температуры воздуха, абсолютный минимум и абсолютный максимум температуры воздуха, выраженные в °С. Значения метеорологических факторов взяты из открытых баз данных «Расписание погоды» на официальном сайте: https://gr5.ru/Архив_погоды_в_Шунтуке, содержащем информацию о фактической погоде, предоставляемой с сервера данных международного обмена, NOAA, США, а также с сайта <https://www.gismeteo.ru/>.

Результаты и их обсуждение

При оценке зимостойкости селекционных форм по различным компонентам полевым методом учитывались основные метеорологические показатели в соответствующие периоды. Степень повреждения тканей листьев, побегов и генеративных органов оценивалась по 5-балльной шкале [6, с. 9–21]. В описываемый период проведения исследований удалось зафиксировать все компоненты зимостойкости, результаты оценки устойчивости приведены в таблице 1.

Анализ метеоданных из баз данных показывает, что в целом метеословия различных лет могут отличаться

от среднемноголетних. Но неизменной остается динамика изменения метеофакторов, свойственная по своим точкам экстремумов и амплитудам умеренному типу климата. Также следует отметить некоторое смещение сезонов года, проявляющееся в наступлении самого теплого и самого холодного месяцев, что оказывает влияние на сезонные ритмы растений и на продолжительность вегетации. Особенностью последних лет является то, что абсолютные минимумы и максимумы стали менее выражены по сравнению со среднелиматическими нормами, что смягчает климат и провоцирует ростовые процессы растений в холодный период года. Но при этом вероятными остаются резкие снижения температуры воздуха и их негативные влияния на теплолюбивые растения чая [2]. Так, зима 2021–2022 гг. была холодной, снежная в январе и затяжная. Однако на чайных участках в этот период был устойчивый и продолжительный снежный покров (высота 47 см в среднем), что защитило растения. В период зимы отмечались и резкие повышения дневных температур воздуха. Амплитуда суточной температуры воздуха увеличивалась к окончанию зимы и достигала в декабре 9,4°C, в январе – 19,1°C, в феврале – 25,2°C. Это создавало крайне неблагоприятные условия для перезимовывания вечнозеленого растения чая, находящегося в состоянии вынужденного покоя и теряющего потенциал зимостойкости с каждым последующим чередованием оттепели и морозного периода. В результате последующие морозные периоды обеспечили существенные зимние повреждения растений. Минимумы температуры воздуха отмечали в феврале и в марте 2022 г., соответственно –6,4°C и –9,2°C. Следует отметить, что мартовский минимум наблюдался практически на фоне отсутствия снежного покрова (до 4 см), а продолжительность периода была 14 дней (7–21.03.2022).

Весна в первой половине была холодная и засушливая, во второй

Таблица 1

Зимостойкость селекционных форм чая по компонентам, балл

Table 1

Winter hardiness of selection forms of tea by the components, score

Селекционная форма	Степень повреждений после воздействия t _{min} °С, балл												Коэффициент вариации общей степени повреждений, 2019–2022 гг., %			
	I компонент 17.11.2021 (–7,2°С)		II компонент 24.12.2021 (–13,3°С)		II компонент 21.01.2022 (–10,6°С)		III компонент 14.02.2022 (–6,4°С)		III компонент 17.03.2022 (–9,2°С)		IV компонент 29.03.2022 (–4,4°С)				Общая	
Π*	Л**	Π	Л	Π	Л	Π	Л	Π	Л	Π	Л	Π	Л	Π	Л	
АФ–1	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	2,2	3,5	2,2	3,5	44,7	67,1	
АФ–2	0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	1,5	1,5	2,0	1,5	2,2	38,9	57,5	
АФ–3	0	0	0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	1,5	1,5	2,0	1,5	2,0	45,2	55,4	
АФ–4	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	44,0	52,2	
АФ–5	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	1,5	1,5	2,2	1,5	2,0	42,3	49,3	
$\overline{\text{X}}$	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	1,7	2,4	1,1	1,5	1,7	–	–	
σ	0,00	0,05	0,04	0,04	0,10	0,11	0,05	0,11	0,34	0,63	0,22	0,29	0,34	–	–	

Доля изменчивости: 12,1% – для фактора «Селекционная форма» F_φ>F₀₅=23,7
36,5% – для фактора «Год» F_φ>F_{α5}=10,2

Доля изменчивости: 12,1% – для фактора «Селекционная форма» $F_{\phi} > F_{0,05} = 23,7$
 36,5% – для фактора «Год» $F_{\phi} > F_{0,05} = 10,2$

* П – побеги, ** Л – листья

половине – умеренно теплая с низким количеством выпадающих осадков. Самый поздний заморозок $-4,4^{\circ}\text{C}$ зафиксировали 29.03.2022 г., после чего произошел переход среднесуточной температуры через 10°C и изучаемые растения стали испытывать недостаток атмосферной и почвенной влаги. Таким образом, условия перезимовки в 2021–2022 гг. были крайне неблагоприятны для культуры чая, вызвали значительные повреждения по III–IV компонентам зимостойкости основных насаждений и частичные повреждения селекционных растений, что отразилось на его состоянии в последующей вегетации.

В таких неблагоприятных метеоусловиях 2022 г. были получены новые результаты роста и развития селекционных растений чая, проведена в полевых условиях наиболее достоверная оценка зимостойкости и регенерационного потенциала. Анализ обобщенных данных по оценке зимостойкости селекционных форм показывает, что повреждения были незначительны по I–II компонентам зимостойкости.

В феврале оценили адаптивную реакцию растений на снижение температуры после оттепели (III компонент зимостойкости), отметив высокую устойчивость к последующим морозам в конце зимы всех селекционных форм.

Однако в начале весны на фоне адаптации холода и снижения температуры до $-9,2^{\circ}\text{C}$ повреждения проводящей системы побегов и скелетных ветвей составили от 1,5 до 2,2 баллов, а листьев – до 3,5 баллов. Эти повреждения привели к усыханию части скелетных ветвей и осыпанию практически всех листьев. Листовой аппарат сохранился только на участках кроны, укрытых снегом или на хорошо развитых взрослых ветвях в нижней части кроны.

Для оценки зимостойкости по IV компоненту использовали не почерневшие ранее ветви, чтоб можно было оценить вклад в состояние растений

именно этого поздневесеннего стрессора. Результат показал, что повреждения не превысили 1,1–1,5 баллов у всех форм.

Чайные растения в зимний период находятся в состоянии вынужденного покоя, и при переносе их в благоприятные условия почки трогаются в рост, а через 2–5 дней можно наблюдать развитие побегов, на которых хорошо различимы локальные повреждения морозом. Чаще всего эти повреждения проявляются на цветоножках и черешках листовых пластинок.

Такие повреждения нарушают трофику вегетативных и генеративных органов чайного растения и приводят к усыханию бутонов, почек и зачатков листьев, а также к деформации развивающихся листовых пластинок [10]. Степень повреждений напрямую зависит от экспозиции воздействия температурного стресса [2; 4].

Период начала вегетации и регенерация поврежденных растений также может протекать на фоне неблагоприятных погодных условий, что и наблюдали в 2022 г. Лимитирующими факторами в этот период были высокие среднесуточные температуры и недостаток влаги. Причем осадков во все месяцы периода вегетации выпало ниже осредненных многолетних значений, а за год сумма осадков составила 574,7 мм, что на 200 мм ниже климатической нормы и не удовлетворяет биологические потребности чая. В сложившихся условиях важно было провести оценку общего состояния растений в динамике за вегетацию и оценить регенерационный потенциал селекционных форм чая. Результаты представлены в таблице 2.

Наблюдения за восстановлением растений после зимне-весенних повреждений показали, что различия между формами возникли главным образом из-за числа поврежденных скелетных ветвей и длины поврежденных

Таблица 2

Оценка регенерационной способности селекционных форм чая

Table 2

Assessment of the regenerative capacity of selection forms of tea

Селекционная форма	Оценка общего состояния растений, балл		Урожай зеленого листа, балл*
	26.05.2022	14.09.2022	
АФ-1	2,2	4,0	3,5
АФ-2	3,2	4,3	3,5
АФ-3	3,5	4,5	3,8
АФ-4	2,5	4,0	3,5
АФ-5	4,0	4,5	4,0
Сорт-популяция Кимынь (St)	1,7	4,0	3,0

* шкала глазомерной комплексной оценки, где 0 – урожая нет, 5 – урожай высокий

ветвей, у всех пострадавших ветвей листовой аппарат был сухим и опадал. Несмотря на существенные повреждения селекционных форм, их состояние оценивалось лучше по сравнению с сортом-популяцией Кимынь, произрастающим в типичных микроклиматических условиях (рис. 1). Последующая оценка регенерационного потенциала выявила формы АФ-5 и АФ-3 как наиболее способные к быстрой регенерации. И несмотря на то что урожай по всем растениям был ниже, можно отметить, что указанные формы смогли

обеспечить сбор листа на уровне «выше среднего».

Дальнейшее побегообразование и формирование габитуса возобновилось за счет неповрежденных пазушных почек. Регенерация также возможна за счет спящих почек, закладывающихся ниже или на уровне корневой шейки [1].

Такая биологическая особенность чайного куста позволяет восстанавливать ассимиляционный аппарат после сборов листа и технологических обрезок, является видовым преимуществом в ходе регенерации от зимних повреждений.



Рис. 1. Восстановление растений чая сорта-популяции Кимынь (а) и селекционной формы АФ-1 (б) в июне

Fig. 1. Restoration of tea plants of the Kimyn variety-population (a) and the breeding form AF-1 (b) in June

Поэтому чайную культуру можно считать весьма пластичной в экологическом отношении [9]. Для ускоренного установления жизнеспособности проводящей системы ветвей провели отращивание поврежденных побегов в условиях комнатной температуры.

Фенологические наблюдения позволяют оценить соответствие биоритмов растений экологическим условиям среды и характеризуют адаптивность растений к этим условиям (табл. 3). Результаты определения корреляционных взаимосвязей между температурным фактором (влияние активной температуры 10 °С) и сроком наступления фазы развития растений чая показали, что от накопленных активных температур зависят фазы начала

вегетации, бутонизации и окончания роста; связь начала цветения, видимо, в большей степени зависит от других факторов среды, возможно, от дозы УФ-излучения и продолжительности солнечного освещения.

Развитие растений чая во многом определяется их состоянием после зимовки, потенциалом регенерационной способности, а также условиями погоды. Было установлено, что средний показатель высоты куста между формами существенно варьируется в пределах от 60 до 110 см ($C_v = 23,93\%$). Ширина куста у растений также изменялась в значительных пределах 54–95 см, а коэффициент вариации прироста между изучаемыми формами составил 22,69% (признак сильно изменчив).

Таблица 3

Фенология растений чая, 2019–2022 гг.

Table 3

Tea plant phenology, 2019–2022

Фенологическая фаза	Наиболее ранние и поздние даты наступления фазы	Корреляционная связь признаков: число дней периода от даты перехода через 10°C до наступления фазы – $\sum t > 10^\circ\text{C}$
Начало вегетации	03.04–12.04	$r = 0,67$ $t_r = 4,6$ $t_{05} = 2,16$ Связь прямая сильная существенная
Подход к сбору побегов I-го порядка	29.05–10.06	—
Подход к сбору побегов II-го порядка	07.07–18.07	—
Подход к сбору побегов III-го порядка	05.08–12.08	—
Бутонизация	18.08–28.08	$r = 0,7$ $t_r = 2,5$ $t_{05} = 2,16$ Связь прямая средняя существенная
Начало массового цветения	20.10–28.11	$r = 0,3$ $t_r = 1,2$ $t_{05} = 2,16$ Связь несущественная
Окончание активного роста	17.10–28.10	$r = 0,65$ $t_r = 5,5$ $t_{05} = 2,16$ Связь прямая сильная существенная
Созревание семян	С 28.10	—

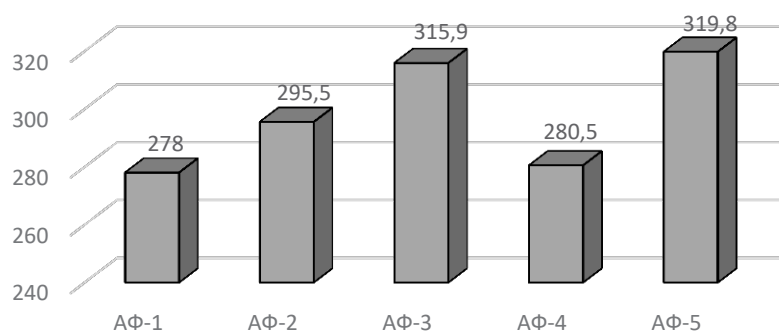


Рис. 2. Урожай зеленого листа различных селекционных форм, в г с 1 растения (в среднем за 2020–2022 гг.)

Fig. 2. Harvest of green leaf of various breeding forms, in g per 1 plant (average for 2020–2022)

Реализация потенциала продуктивности сортоформ чая взаимосвязана с зимостойкостью растений, с их особенностями роста и развития в течение вегетации, что в свою очередь определяется устойчивостью к неблагоприятным условиям периода активной вегетации. Рисунок 2 иллюстрирует различия селекционных форм по показателю урожая флешей. В частности, можно отметить, что за сезон чайного листа собрано больше с более адаптивных селекционных форм АФ-5 и АФ-3 – соответственно 319,8 и 315,9 г с 1 растения, при этом все различия

между формами статистически значимы ($HCP_{05}=14,3$, $F_{ф} > F_{05}$).

Любой адаптированный сорт или селекционная форма должны иметь не только высокую устойчивость к повреждающим факторам зимнего периода, но и к неблагоприятным условиям теплого времени года. В том числе к избытку либо недостатку тепла, укороченной вегетации, недостатку солнечной радиации [6]. С этой точки зрения важно было сравнить реакцию растений чая на различные проявления данных факторов. Для этого были отобраны метеопараметры и составлена таблица 4.

Таблица 4

Изменчивость основных агроклиматических характеристик в предгорной зоне Майкопского района Адыгеи

Table 4

Variability of the main agro-climatic characteristics in the foothill zone of the Maikop region of Adygea

Год	Сумма температур за период, °С		Продолжительность периода перехода температур, кол-во дней		Безморозный период, кол-во дней
	>5°C	>15°C	через 5°C	через 15°C	
2019	3713	3117	247	136	275
2020	3815	3119	248	149	271
2021	3890	3324	247	160	212
2022	3519	3110	245	139	222
Среднее многолетнее	3805	2686	247	138	186

Было установлено, что отклонения от среднеклиматической нормы отмечались не только по среднемесячным показателям, но и по датам перехода через 5°, 10° и 15°C, а также суммам положительных температур (таблица 4), что отражалось на сроках наступления фенологических фаз растений и продолжительности периодов индивидуального развития в определенные годы.

Такие аномалии в трендах (как положительные, так и отрицательные) наблюдались не только локально в нашем анализе метеоусловий, но и подтверждаются данными опубликованного НИУ Росгидрометом Доклада об особенностях климата на территории Юга России за 2021 г. [3]. Обобщение полученных данных свидетельствует о потеплении климатической системы, позволяющей в настоящее время активнее продвигать культуру чая в более северные границы. Так, значения сумм активных и эффективных температур воздуха в период вегетации несколько выше биологической потребности культуры чая (3000°), что дает возможность исключить недостаток тепла в районе чайных плантаций и утверждать о благоприятных условиях для формирования высококачественного урожая, своевременном вызревании

однолетнего прироста и формировании потенциала зимостойкости на следующий зимний период. Существенного превышения суммы тепла также не наблюдается, следовательно, ограничивать развитие растений чая будет недостаток влаги в летний период.

Выводы

На основании проведенных наблюдений и полученных результатов оценки адаптивности селекционных форм чая в условиях самых северных из допустимых географических широт для культуры чая можно отметить, что урожай чайного листа определяется совокупностью многих факторов, в том числе, устойчивостью к неблагоприятным температурным условиям на протяжении зимнего периода, степенью адаптивности селекционной формы к изменчивости погодных условий в период вегетации. Оценка адаптационного потенциала изученных форм показала перспективность вовлечения выделенного генофонда в селекцию по направлению высокозимостойкости и урожайности. В то же время требуется выведение наиболее адаптивных сортов/гибридов для условий местного климата, особенно по показателю устойчивости к возвратным заморозкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бахтадзе К.Е. Биологические основы культуры чая. Тбилиси: Мицниереба, 1971.
2. Вавилова Л.В., Корзун Б.В. Влияние абиотических факторов на состояние *Camellia sinensis* (L.) Kuntze в условиях предгорий Северо-Западного Кавказа // Современное состояние и перспективы сохранения биоресурсов: глобальные и региональные процессы: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Майкоп: Магарин О.Г., 2021.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. [Электронный ресурс]. Москва, 2022. [обновлено 19 октября 2022; процитировано 10 ноября 2022]. URL: <http://climatechange.igce.ru/>
4. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Рязанова Л.Г. Адаптивный потенциал плодовых растений Юга России: монография. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010.
5. Пчихачев Э.К., Корзун Б.В., Вавилова Л.В. Перспективы использования биоресурсного потенциала Адыгейского филиала // Субтропическое и декоративное садоводство. 2020. Вып. 73. С. 16–23.
6. Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИ СПК, 1999.
7. Современное состояние и перспективы развития садоводства и культуры чая в Республике Адыгея – 2008: материалы научно-практической конференции (1–3 окт. 2008 г.). Майкоп: Адыг. республик. книжн. изд-во, 2008.

8. Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях: методические указания / Тюрина М.М. [и др.]. Мичуринск: ВСТИСП, 2002.
9. Belous O., Platonova N. Content of antioxidants in Tea *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze Grown in the Russian Subtropics. *Acta Horticulturae*, 2021; 1324.
10. Belous O., Vasileyko M., Lagoshina A. [et al.] E3S Web of Conferences. Сер. «International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations», FARBA 2021», 2021.

REFERENCES:

1. Bakhtadze K.E. Biological basis of tea culture. Tbilisi: Mitsniereba, 1971. (In Russ.)
2. Vavilova L.V., Korzun B.V. Influence of abiotic factors on the state of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze in the foothills of the Northwestern Caucasus. Current state and prospects for the conservation of bioresources: global and regional processes: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. Maikop: Magarin O.G., 2021. (In Russ.)
3. Report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2021[Electronic resource]. Moscow, 2022. [updated October 19, 2022; cited 10 November 2022]. Available: <http://climatechange.igce.ru/>
4. Doroshenko T.N., Zakharchuk N.V., Ryazanova L.G. Adaptive potential of fruit plants in the south of Russia: a monograph. Krasnodar: Enlightenment-South; 2010. (In Russ.)
5. Pchikhachev E.K., Korzun B.V., Vavilova L.V. Prospects for the use of the bioresource potential of the Adygh branch. *Subtropical and ornamental gardening*. 2020; 73: 16–23. (In Russ.)
6. Sedov E.N., Ogoltsova T.P. Program and methodology for the study of fruit, berry and nut crops. Orel: VNII SPK, 1999. (In Russ.)
7. The current state and prospects for the development of horticulture and tea culture in the Republic of Adygea – 2008: materials of the scientific-practical conference (October 1–3, 2008). Maikop: Adygh Republican book publishing house, 2008. (In Russ.)
8. Tyurina M.M. [et al.] Determination of the resistance of fruit and berry crops to stressors of the cold season in field and controlled conditions: guidelines. Michurinsk: VSTISP? 2002. (In Russ.)
9. Belous O., Platonova N. Content of antioxidants in Tea *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze Grown in the Russian Subtropics. *Acta Horticulturae*, 2021; 1324. (In Russ.)
10. Belous O., Vasileyko M., Lagoshina A. [et al.] E3S Web of Conferences. Series «International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations», FARBA 2021», 2021. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Любовь Владимировна Вавилова, доцент кафедры экологии и защиты окружающей среды ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат биологических наук
vavilova_01@mail.ru
тел.: +7 (928) 471 43 33

Борис Васильевич Корзун, старший научный сотрудник, ученый секретарь ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
тел.: +7 (928) 204 78 88

Lyubov V. Vavilova, an associate professor of the Department of Ecology and Environmental Protection of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Biology
vavilova_01@mail.ru
tel.: +7 (928) 471 43 33

Boris V. Korzun, a senior researcher, a scientific secretary of the Federal State Budgetary Educational Institution «Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor
tel.: +7 (928) 471 43 33

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-150-160>

УДК 633.16»324»:633.2

© 2022

Поступила 25.10.2022

Received 25.10.2022



Принята в печать 20.12.2022

Accepted 20.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ОБЪЕМИСТЫХ КОРМОВ

Наталья И. Девтерова

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Ленина, д. 48, п. Подгорный, г. Майкоп, 385064, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены результаты экономической и биоэнергетической оценки приемов возделывания ячменя озимого для заготовки объемистых кормов. В краткосрочном опыте изучали влияние пяти уровней минерального питания на двух способах обработки почвы в звене севооборота: соя – ячмень озимый на черноземах слитых выщелоченных южно-предгорной зоны Адыгеи. Применяли разноглубинные способы обработки почвы на 20–22 см (вспашка) и 12–16 см (поверхностная обработка). В качестве фона в вариантах использовали основные удобрения аммофос и аммиачную селитру в виде подкормок ($N_{30}; N_{45}; N_{60}$). Выявлено, что применение поверхностной обработки снижало урожайность зеленой массы ячменя озимого на 21–41%. Средняя урожайность варьировала от 8,8 по поверхностной обработке до 12,8 т/га по вспашке. Наиболее высокий уровень урожайности 19,2 т/га по вспашке и 12,0 т/га по поверхностной обработке. Выявлено, что зеленая масса исследуемых сортов ячменя озимого в 1 кг натурального корма содержит в среднем от 0,42 до 0,605 ЭКЕ (энергетических кормовых единиц). Анализ питательной ценности полученной зеленой массы показал в 1 кг сухого вещества корма по вспашке: сырого протеина 10,1%, обменной энергии 11,72 МДж, кормовых единиц (Ке) 1,12; по поверхностной обработке – 8,8%, 11,72 МДж, 1,13 (Ке). Наибольшая урожайность сформирована по приему возделывания с внесением 60 кг д.в. N по фону ($N_{24} P_{104}$) – по вспашке. Наиболее рентабелен вариант по вспашке: Фон + N_{60} (сорт Романс), при урожайности 19,2 т/га прибыль от реализации 10603,8 тыс. рублей, уровень рентабельности 58,3%. Биоэнергетическая оценка приемов возделывания показала, что на каждую единицу энергии, вложенную в производство зеленой массы ячменя озимого в лучших вариантах получено от 2,75 до 2,92 единиц энергии.

Ключевые слова: ячмень озимый, звено севооборота, зеленая масса, обработка почвы, удобрения, приемы возделывания, урожайность, питательная ценность, объемистые корма, экономическая и биоэнергетическая эффективность, рентабельность

Для цитирования: Девтерова Н.И. Эффективность приемов возделывания ячменя озимого на зеленую массу для заготовки объемистых кормов // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 150–160. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-150-160>

EFFICIENCY OF WINTER BARLEY CULTIVATION METHODS FOR HERBAGE FOR BULK FEED CONSERVATION

Natalia I. Devterova

*The Research Institute of Agriculture of FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
48 Lenin str., Podgorny settl., Maikop, 385064, the Russian Federation*

Abstract. The article presents the results of the economic and bioenergetic assessment of winter barley cultivation methods for harvesting bulky fodder. In a short-term experiment the effect of five levels of mineral nutrition on two methods of tillage in the crop rotation link soybean – winter barley, on fused leached chernozems of the southern foothill zone of Adygea has been studied. Different-depth methods of tillage have been used for 20–22 cm (plowing) and 12–16 cm (surface tillage). As a background on the variants, the main fertilizer ammophos and ammonium nitrate have been used as top dressings (N30; N45; N60). It has been revealed that the use of surface treatment reduces the yield of winter barley green mass by 21–41%. The average yield varied from 8.8 for surface tillage to 12.8 t/ha for plowing. The highest level of productivity is 19.2 for plowing and 12.0 t/ha for surface treatment. It has been revealed that the green mass of the studied varieties of winter barley in 1 kg of natural feed contains, on average, from 0.42 to 0.605 EFU (energy feed units). Analysis of the nutritional value of the obtained green mass has shown: in 1 kg of dry matter of feed for plowing: crude protein 10.1%, exchange energy 11.72 MJ, feed units (Ke) 1.12; for surface treatment – 8.8%, 11.72 MJ, 1.13 (Ke). The highest yield has been formed according to the cultivation method, with the introduction of 60 kg of a.i. N by background (N24 P104) – by plowing. The most profitable plowing option is: Background + N60 (Romans variety), with a yield of 19.2 t / ha, the profit from the sale is 10603.8 thousand rubles, the profitability level is 58.3%. Bioenergetic assessment of cultivation methods has shown that for each unit of energy invested in the production of winter barley green mass, on the best options, from 2.75 to 2.92 units of energy have been obtained.

Keywords: winter barley, crop rotation link, green mass, tillage, fertilizers, cultivation methods, productivity, nutritional value, bulky feed, economic and bioenergetic efficiency, profitability

For citation: Devterova N.I. Efficiency of winter barley cultivation methods for herbage for bulk feed conservation // *New technologies*. 2022. V. 18, No. 4. P. 150–160. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-150-160>

Обеспечение высоких темпов сельскохозяйственного производства на основе интенсификации сопровождается постоянным ростом энергетических затрат, однако затраты энергоресурсов не безграничны. Этим определяется все большая актуальность создания энергосберегающих технологий в сельском хозяйстве, позволяющих повысить эффективность: капитальных затрат (горюче-смазочных материалов, удобрений и других средств химизации), использования основного средства производства – земли, техники. В этой связи, наряду с традиционными

методами оценки производства сельскохозяйственных продуктов посредством денежных показателей, используется метод энергетической оценки приемов возделывания, основанный на определении соотношения энергии, полученной в урожае и расходуемой на производство соответствующего вида сельскохозяйственной продукции [1].

Цель исследований. Оценка экономической и биоэнергетической эффективности возделывания ячменя озимого на зеленый корм для производства объемистых кормов на основе различных

способов обработки почвы и норм удобрений.

Методика исследований. Исследования проводили на выщелоченном слитом черноземе южно-предгорной зоны Адыгеи. В звене севооборота: соя – ячмень озимый изучали отдельные приемы возделывания: в двухфакторном опыте два разноглубинных способа обработки почвы применяли на пяти фонах питания, с возрастающими дозами азотных удобрений. Опыт заложен по рекомендуемой методике полевого опыта в октябре 2018 г. [2].

Для возделывания ячменя использовали рекомендованные способы обработки почвы с оборотом пласта (на 20–22 см) и без оборота пласта (на 12–16 см) со следующими вариантами внесения удобрений:

1. Без внесения удобрений.
2. Фон $N_{24}P_{104}$ – контроль (аммофос 200 кг/га).
3. Фон + N_{30} .
4. Фон + N_{45} .
5. Фон + N_{60} .

После уборки предшественника – сои – проводили дискование в первой декаде августа. По мере отрастания сорняков – в третьей декаде августа второе дискование. В других вариантах, в третьей декаде августа, применяли вспашку на 20–22 см. Культивация сплошная в третьей декаде сентября.

В качестве основного минерального удобрения использовали аммофос $N_{12}P_{52}$ в дозе 200 кг/га в физическом весе ($N_{24}P_{104}$) [3].

Предпосевную культивацию с боронованием проводили перед посевом.

Таблица 1

Урожайность, энергетическая и белковая продуктивность зеленой массы сорта ячменя озимого Романс (средняя за 2018–2020 гг.)

Table 1

Productivity, energetic and protein productivity of herbage of Romans winter barley variety (average for 2018–2020)

Фон удобрений Фактор В, кг/га д.в.	Урожайность Фактор А, т/га	Сбор с 1 га		
		Кормовые единицы, т	Обменная энергия, ГДж	Сырой протеин, т
Вспашка на 20–22 см				
Без удобрений	6,40	3,1	32,1	25,9
Фон N ₂₄ P ₁₀₄	12,8	6,1	64,2	51,8
Фон + N ₃₀	14,3	6,9	71,8	57,9
Фон + N ₄₅	16,8	8,1	84,3	68,0
Фон + N ₆₀	19,2	9,2	96,4	77,8
средняя	13,9			
Поверхностная обработка на 12–16 см				
Без удобрений	3,00	1,4	15,0	11,6
Фон N ₂₄ P ₁₀₄	7,05	3,4	35,2	27,4
Фон + N ₃₀	8,95	4,3	44,7	34,7
Фон + N ₄₅	10,2	4,9	50,9	39,6
Фон + N ₆₀	11,5	5,5	57,4	44,6
средняя	8,2			
НСР ₀₅ т/га	+2,42			

Таблица 2

Урожайность, энергетическая и белковая продуктивность зеленой массы сорта ячменя озимого Добрыня (средняя за 2018–2020 гг.)

Table 2

Productivity, energetic and protein productivity of herbage of Dobrynya winter barley variety (average for 2018–2020)

Фон удобрений Фактор В, кг/га д.в.	Урожайность Фактор А, т/га	Сбор с 1 га		
		Кормовые единицы, т	Обменная энергия ГДж	Сырой протеин, т
Вспашка на 20–22 см				
Без удобрений	7,5	3,45	35,6	35,25
Фон N ₂₄ P ₁₀₄	12,0	5,5	57,0	56,4
Фон + N ₃₀	13,3	6,1	63,2	62,5
Фон + N ₄₅	15,8	7,3	75,0	74,3
Фон + N ₆₀	17,7	8,1	84,1	83,2
средняя	13,3			
Поверхностная обработка на 12–16 см				
Без удобрений	4,9	2,5	19,8	20,8
Фон N ₂₄ P ₁₀₄	8,1	4,1	32,8	34,3
Фон + N ₃₀	9,5	4,8	38,5	40,3
Фон + N ₄₅	10,7	5,5	43,3	45,4
Фон + N ₆₀	11,6	5,9	47,0	49,2
средняя	9,0			
НСР ₀₅ т/га	+2,29			

Сев 200 кг/га (4,0–4,5 млн шт. семян на га). Обработка гербицидом Аксиал (0,7 л/га). Возможно применение гербицидов широкого спектра действия: Примадонна (0,7 л/га), Гранстар (15 г/га).

Подкормка растений ячменя озимого азотными удобрениями (аммиачная селитра) в фазу весеннего кущения в вариантах: в дозах N₃₀; N₄₅; N₆₀ [4]. Уборку зеленой массы проводили в фазу молочной – начала восковой спелости растений ячменя озимого.

Результаты исследований. Результаты учета урожайности, полученные по разным способам обработки почвы, показывают, что использование поверхностной обработки, в сравнении со вспашкой, ведет к снижению урожайности, в среднем по сорту Романс на 5,7; Добрыня на

4,3; Кондрат на 2,4 т/га или на 41–31–21% соответственно (табл. 1, 2, 3).

Средняя урожайность варьировала от 8,8 по поверхностной обработке до 12,8 т/га. Наиболее высокий уровень урожайности по вспашке – 19,2; по поверхностной обработке – 12,0 т/га.

В лучших вариантах по вспашке сбор с 1 га составил: сырого протеина 60,3–83,2 т; кормовых единиц 8,0–9,2 т; обменной энергии 83,0–96,4 ГДж.

В 1 кг натурального корма ячменя озимого, в среднем по сортам, содержится по вспашке: сырого протеина 4,2%, обменной энергии (ОЭ) 4,95 МДж, кормовых единиц 0,48 Ке/кг, энергетических кормовых единиц 0,5 ЭКе/кг. Зеленая масса, полученная по поверхностной обработке, имеет меньшую питательность

Таблица 3

Урожайность, энергетическая и белковая продуктивность сорта ячменя озимого Кондрат (средняя за 2018–2020 гг.)

Table 3

Productivity, energetic and protein productivity of herbage of Kondrat winter barley variety (average for 2018–2020)

Фон удобрений Фактор В, кг/га д.в.	Урожайность, Фактор А, т/га	Сбор с 1 га		
		Кормовые единицы, т	Обменная энергия, ГДж	Сырой протеин т
Вспашка на 20–22 см				
Без удобрений	5,0	2,4	25,4	18,5
Фон N ₂₄ P ₁₀₄	10,5	5,1	53,4	38,8
Фон + N ₃₀	11,9	5,8	60,6	44,0
Фон + N ₄₅	14,4	7,1	73,3	53,3
Фон + N ₆₀	16,3	8,0	83,0	60,3
средняя	11,6			
Поверхностная обработка на 12–16 см				
Без удобрений	4,4	2,2	22,0	13,8
Фон N ₂₄ P ₁₀₄	8,6	4,2	43,1	27,2
Фон + N ₃₀	9,9	4,9	49,6	31,3
Фон + N ₄₅	11,2	5,5	56,1	35,4
Фон + N ₆₀	12,0	5,9	60,1	37,9
средняя	9,2			
НСР ₀₅ т/га	+2,17			

Таблица 4

Питательная и энергетическая ценность зеленой массы сортов ячменя озимого и содержание питательных веществ в 1 кг натурального корма

Table 4

Nutritional and energetic value of herbage of winter barley varieties and nutrient content in 1 kg of natural feed

Показатели	Единицы измерения	Сорт Романс		Сорт Кондрат		Сорт Добрыня		Среднее	
		В	П	В	П	В	П	В	П
Сырой протеин	%	4,05	3,88	3,70	3,16	4,70	4,24	4,20	3,76
Кормовые единицы	Ке/кг	0,48	0,48	0,49	0,49	0,46	0,51	0,48	0,49
Энергети- ческие кормо- вые единицы	ЭКе/кг	0,603	0,582	0,583	0,603	0,584	0,626	0,59	0,60
Обменная энергия	МДж	5,02	4,99	5,09	5,01	4,75	4,05	4,95	4,68

Примечание: В – по вспашке, П – по поверхностной обработке.

Таблица 5

Экономическая оценка возделывания ячменя озимого на зеленый корм в лучшем варианте

Table 5

Economic assessment of the cultivation of winter barley for green fodder according to the best options

Показатель	Единицы измерения	Варианты	
		Фон + N ₆₀ по вспашке	фон + N ₄₅ по вспашке
Сорт Романс			
Урожайность в опыте	т/га	19,2	16,8
Цена реализации продукции	руб./т	1500	1500
Стоимость продукции	тыс. руб./га	28800	25200
Производственные затраты	тыс. руб./га	18196,2	17578,6
Прибыль от реализации продукции (условно чистый доход)	тыс. руб./га	10603,8	7621,4
Уровень рентабельности	%	58,3	43,4
Сорт Добрыня			
Показатель	Единицы измерения	Варианты	
		Фон + N ₆₀ по вспашке	фон + N ₄₅ по вспашке
Урожайность в опыте	т/га	17,7	15,8
Цена реализации продукции	руб./т	1500	1500
Стоимость продукции	тыс. руб./га	26550	23700
Производственные затраты	тыс. руб./га	18196,2	17578,6
Прибыль от реализации продукции (условно чистый доход)	тыс. руб./га	8353,8	6121,4
Уровень рентабельности	%	45,9	34,8
Сорт Кондрат			
Показатель	Единицы измерения	Варианты	
		Фон + N ₆₀ по вспашке	фон + N ₄₅ по вспашке
Урожайность в опыте	т/га	16,3	14,4
Цена реализации продукции	руб./т	1500	1500
Стоимость продукции	тыс. руб./га	24450	21600
Производственные затраты	тыс. руб./га	18196,2	17578,6
Прибыль от реализации продукции (условно чистый доход)	тыс. руб./га	6253,8	4021,4
Уровень рентабельности	%	34,4	22,9

и энергетическую ценность: сырого протеина – 0,5%, обменной энергии – 0,3 МДж, кормовых единиц – 0,49 Ке/кг и энергетических кормовых единиц – 0,6 ЭКе/га, приблизительно одинаково

в сравнении со вспашкой (табл. 4). В 1 кг сухого вещества корма содержится: обменной энергии, кормовых единиц, белка – по вспашке 11,72 МДж; 1,12 Ке; 10,1%; по поверхностной обработке –

11,72 МДж; 1,13 Ке; 8,8% (данные ФГБУ «ЦАС «Адыгейский»).

Зеленая масса для приготовления качественных объемистых кормов должна иметь среднюю энергетическую питательность не менее 10 МДж ОЭ на 1 кг сухого вещества при содержании 12–14% и выше сырого протеина [5].

В исследованиях проведен экономический анализ и оценена экономическая эффективность приемов возделывания ячменя озимого. Определяли условно чистый доход по затратам и стоимости произведенной продукции. Затраты на возделывание культур определяли исходя из стоимости ГСМ, семян, удобрений, гербицидов и заработной платы с начислениями.

Экономическая эффективность влияния изучаемых приемов возделывания рассчитывалась по следующим показателям: величине урожайности, затратам денежно-материальных средств на 1 га посева, цену реализации продукции и рентабельность [6; 7].

Все виды затрат на производство и выход продукции оценивали в денежных единицах по средним ценам реализации по Краснодарскому краю и Республике Адыгея в 2020 г.

Экономическая оценка возделывания ячменя озимого на зеленый корм показала: лучший прием возделывания – это вариант по вспашке, с внесением по фону дозы азота 60 кг д.в. на га. Высокий уровень урожайности отмечен также и в вариантах с внесением дозы азота 45 кг д.в. на га. В таких же вариантах внесения удобрений при использовании поверхностной обработки получены следующие показатели урожайности: 11,5; 11,6; 12,0 и 10,2; 10,7; 11,2 т/га соответственно (табл. 1, 2, 3). Наиболее высокий уровень урожайности по поверхностной обработке на варианте фон + N_{60} – 12,0, на варианте фон + N_{45} – 11,2 т/га. Производственные затраты, выручка от реализации продукции, условно чистый доход и рентабельность: по поверхностной обработке составили в

варианте по фону + N_{60} – 16248,1; 18000,0; 1751,9 тыс. руб./га, 10,8% и варианте по фону + N_{45} – 15630,6; 16800,0; 1169,4 тыс. руб./га, 7,5% (табл. 5). Эти данные свидетельствуют о том, что существенные различия в затратах приходится на использование различных способов обработки почвы. Способы обработки оказывают влияние на величину прямых затрат на производство продукции. Затраты на обработку 1 га площади при использовании вспашки в сравнении с двукратным дискованием повышаются на 1948,0 руб.

Прямые затраты на производство продукции в лучших вариантах Фон + N_{60} , Фон + N_{45} возрастают в сравнении с контролем с 15725,6 до 17578,6–18196,2 тыс. руб./га (табл. 7). Однако за счет высокого уровня урожайности – 19,2 т/га (сорт Романс) – прибыль от реализации продукции в этих вариантах увеличивается до 10603,8–7621,4 тыс. руб./га, в сравнении с контролем (3474,4 тыс. руб./га). Таким образом, использование более высокой дозы удобрений оказало положительное влияние на величину условно чистого дохода по всем исследуемым сортам на 2982,4; 2232,2; 2232,2 тыс. руб./га (табл. 5). Уровень рентабельности 58,3 и 43,4%, контроль 22,1%.

По сортам Добрыня и Кондрат при урожайности 17,7–16,3 т/га рентабельность 45,9–34,4% соответственно (варианты с внесением N_{60}). В вариантах с внесением N_{45} урожайность ниже: сорт Добрыня – 15,8 т/га, рентабельность – 34,9%, сорт Кондрат – урожайность 14,4 т/га, рентабельность – 22,9%.

Применение вспашки в качестве основного способа обработки способствовало увеличению урожайности, повышению затрат совокупной энергии с 15,7 до 30,4 ГДж в вариантах опыта. При использовании поверхностной обработки наблюдалось снижение энергетических затрат на производство продукции в целом и по уровням питания. В среднем затраты в энергетическом выражении снизились на 2,2 ГДж/га.

Таблица 6

Суммарные затраты совокупной энергии по приемам возделывания ячменя озимого

Table 6

The total cost of cumulative energy for the methods of cultivation of winter barley

Фон минерального питания	Суммарные затраты совокупной энергии, ГДж		Увеличение затрат совокупной энергии, ГДж
	по вспашке	по поверхностной обработке	
Без удобрений	15,7	13,5	
Фон	18,7	16,5	
Фон + N ₃₀	21,3	19,1	+2,6
Фон + N ₄₅	25,2	23,0	+3,9
Фон + N ₆₀	30,4	28,2	+5,2

Таблица 7

Экономическая и биоэнергетическая оценка возделывания ячменя озимого сорта Романс на зеленый корм в лучших вариантах

Table 7

Economic and bioenergetic assessment of the cultivation of Romans winter barley variety for herbage according to the best options

Показатель	Единицы измерения	Варианты, по вспашке		
		Фон + N ₆₀	Фон + N ₄₅	Фон – N ₂₄ P ₁₀₄ -контроль
Урожайность в опыте	т/га	19,2	16,8	12,8
Цена реализации продукции	Руб./т	1500	1500	1500
Стоимость продукции	тыс. руб./га	28800	25200	19200
Производственные затраты	тыс. руб./га	18196,2	17578,6	15725,6
Прибыль от реализации продукции (условно чистый доход)	тыс. руб./га	10603,8	7621,4	3474,4
Уровень рентабельности	%	58,3	43,4	22,1
Суммарные затраты совокупной энергии	ГДж/га	30,4	28,2	16,5
Количество энергии аккумулированной в товарной части урожая	ГДж/га	88,7	77,6	59,1
Прирост биоэнергии	ГДж/га	+58,3	+49,4	+42,6
Коэффициент биоэнергетической эффективности γ		2,92	2,75	3,6

Оценена также и энергетическая эффективность использования различных доз удобрений.

Различные уровни минерального питания растений оказали влияние на энергетическую эффективность. Повышение уровня питания растений привело к увеличению затрат совокупной

энергии на производство зеленого корма: (N₃₀ – на 2,6; (30x86,8 МДж/га – энергетический эквивалент азотных удобрений); N₄₅ – на 3,9; N₆₀ – на 5,2 ГДж/га) (табл. 6) и способствовало увеличению количества энергии, аккумулированной в урожае, т.е. в данном случае, увеличение энергозатрат сопровождалось

увеличением энергии в урожае и приростом биоэнергии. Так, с увеличением дозы подкормки энергозатраты выросли с 28,2 до 30,4 ГДж/га, в сравнении с контрольным вариантом (16,5 ГДж/га), а количество энергии, аккумулированной в урожае, увеличилось с 77,6 до 88,7 ГДж/га (контроль 59,1 ГДж/га), прирост биоэнергии: + 58,3; + 49,4; + 42,6 ГДж/га на контроле (табл. 7). Энергетическая эффективность приемов возделывания оценена коэффициентом биоэнергетической эффективности (отношение энергии, накопленной в урожае, к энергетическим затратам на его выращивание) [8; 9; 10]. Повышение норм удобрений приводит к снижению коэффициента биоэнергетической эффективности с 3,6 до 2,92–2,75, вследствие более высоких затрат на производство. Величины коэффициентов биоэнергетической эффективности показывают, что на единицу энергии, вложенную в производство ячменя озимого на зеленый корм, в лучших вариантах получено от 2,75–2,92–3,6 единиц биоэнергии в полученном урожае.

Выводы. Проведена энергетическая и экономическая оценка приемов возделывания ячменя озимого на зеленую массу. На основании полученных результатов сделаны следующие заключения:

1. Применение поверхностной обработки способствовало снижению затрат на производство, энергетических затрат и урожайности.

2. Выявлен наиболее эффективный прием возделывания: внесение 60 кг д.в. N + фон – по вспашке. Использование этого приема позволило получить наиболее высокий уровень урожайности по всем исследуемым сортам.

Анализ расчетов экономической эффективности возделывания ячменя озимого на зеленый корм показал, что наиболее рентабельным является вариант по вспашке: Фон + N₆₀ (сорт Романс), при урожайности 19,2 т/га прибыль от реализации 10603,8 тыс. рублей, уровень рентабельности 58,3%.

Применение вспашки в качестве основного способа обработки способствовало повышению затрат совокупной энергии с 15,7 до 30,4 ГДж по вариантам опыта.

Энергетическая эффективность приемов возделывания оценена отношением энергии, накопленной в урожае, к энергетическим затратам на его выращивание (коэффициент биоэнергетической эффективности). Повышение норм удобрений в наших исследованиях приводило к снижению коэффициента биоэнергетической эффективности. Величины коэффициентов биоэнергетической эффективности показывают, что количество энергии, аккумулированной в урожае, в лучших вариантах в 2,75–2,92–3,6 раза выше, чем затраты совокупной энергии, вложенной в производство ячменя озимого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Методика и нормативная база экономической оценки агротехнических мероприятий и их комплексов. М.: ВНИИЗХ, 1986. 91 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. Агрохимические основы применения удобрений. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2013. 90 с.
4. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Ячмень. Майкоп: Аякс, 2010. С. 8–9.
5. Ригер А.Н., Пицыков И.С., Чернышов В.Н. Эффективность злаково-бобовых смесей на Кубани // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса Юга России: сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (14–16 окт. 2015 г.). Майкоп: Магарин О.Г., 2015. С. 228–231.

6. Девтерова Н.И., Мамсиров Н.И., Золотарева Ю.О. Усовершенствованная технология комплексного использования средств химизации при возделывании озимого ячменя на сли-
тых черноземах Адыгеи: результаты исследований. Майкоп: Магарин О.Г., 2011. С. 30–33.
7. Биоэнергетическая и экономическая эффективность возделывания гороха в зависимо-
сти от доз удобрений в северной зоне Краснодарского края / Васюков П.П. [и др.] // Эволюция
научных технологий в растениеводстве: сборник научных трудов, в честь 90-летия КНИИСХ
им. П.П. Лукьяненко: в 4-х т. Т. 4. Механизация. Земледелие. Защита растений. Экономика.
Краснодар, 2004. С. 290–297.
8. Девтерова Н.И. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания
овса ярового в условиях южно-предгорной зоны Адыгеи // Инновационные технологии воз-
делывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье: сборник докладов Всероссийской
научно-практической конференции (Суздаль, 2–4 мая 2013 г.). Суздаль, 2013. 370 с.
9. Девтерова Н.И. Применение удобрений при возделывании овса ярового на фоне раз-
личных способов обработки почвы // Новые технологии. 2016. Вып. 3. С. 99–104.
10. Татошин И.Ф., Начесова Н.А. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания
сельскохозяйственных культур // Сборник научных трудов. Вып. IV. Майкоп: Качество, 2001.
С. 122–128.

REFERENCES:

1. Methodology and regulatory framework for the economic assessment of agrotechnical mea-
sures and their complexes. Moscow: VNIIZH; 1986. (In Russ.)
2. Dospekhov B.A. Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985. (In Russ.)
3. Sheudzhn A.Kh., Bondareva T.N., Kizinek S.V. Agrochemical bases for the use of fertilizers.
Maikop: Polygraph-Yug, 2013. (In Russ.)
4. Sheudzhn A.Kh. Nutrition and fertilizer of grain crops. Barley. Maikop: Ajax, 2010: 8–9.
(In Russ.)
5. Riger A.N., Pitsykov I.S., Chernyshov V.N. The effectiveness of cereal-bean mixtures in the
Kuban // Actual problems of the agro-industrial complex of the South of Russia: a collection of re-
ports based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference (October 14–16,
2015). Maikop: Magarin O.G., 2015: 228–231. (In Russ.)
6. Devterova N.I., Mamsirov N.I., Zolotareva Yu.O. Improved technology for the integrated use
of chemicals in the cultivation of winter barley on the drained chernozems of Adygea: the research
results. Maikop: Magarin O.G., 2011: 30–33. (In Russ.)
7. Vasyukov P.P. [et al.] Bioenergy and economic efficiency of pea cultivation depending on
the doses of fertilizers in the northern zone of the Krasnodar Territory. Evolution of scientific
technologies in crop production: a collection of scientific papers, in honor of the 90th anniversary
of the KNIISH name after P.P. Lukyanenko: in 4 volumes. V. 4. Mechanization. Agriculture. Plant
protection. Economy. Krasnodar; 2004: 290–297. (In Russ.)
8. Devterova N.I. Economic and bioenergetic efficiency of spring oat cultivation in the conditions
of the southern foothill zone of Adygea. Innovative technologies for the cultivation of agricultural
crops in the Non-Chernozem region: a collection of reports of the All-Russian Scientific and Practical
Conference (Suzdal, May 2–4, 2013). Suzdal, 2013. (In Russ.)
9. Devterova N.I. The use of fertilizers in the cultivation of spring oats against the background
of various methods of tillage. New technologies. 2016; 3: 99–104.
10. Tatoshin I.F., Nacheva N.A. Bioenergetic assessment of technologies for cultivation of agri-
cultural crops. Collection of scientific papers. Iss. IV. Maikop: Kachestvo, 2001: 122–128. (In Russ.)

Информация об авторе / Information about the author

Девтерова Наталья Ильинична,
старший научный сотрудник отдела зем-
леделия Научно-исследовательского ин-
ститута сельского хозяйства ФГБОУ ВО
«Майкопский государственный техноло-
гический университет»
devterova55@mail.ru
тел.: +7 (908) 228 18 11

Natalya I. Devterova, a senior research-
er of the Department of Agriculture, the Re-
search Institute of Agriculture of FSBEI HE
«Maikop State Technological University»
devterova55@mail.ru
tel.: +7 (908) 228 18 11

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-161-171>

УДК 633.152:631.4

© 2022

Поступила 18.11.2022

Received 18.11.2022



Принята в печать 22.12.2022

Accepted 22.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ КУКУРУЗЫ

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

¹ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»;

пр. Университетский, д. 26, г. Волгоград, 400002, Российская Федерация

² Федеральный научный центр «Агроэкология, комплексная мелиорация, и защитное лесоразведение»; пр. Университетский, д. 97, г. Волгоград, 400002, Российская Федерация

Аннотация. Количество почвенных микроорганизмов оказывает влияние на плодородие почвы, процессы, происходящие в почвенной микрофлоре. Актуальной проблемой исследования является обоснование применения интенсивных технологий возделывания сахарной кукурузы с использованием прогрессивных приемов получения высокопродуктивного урожая, базирующегося на принципах ресурсосбережения, биологизации и экологизации. Цель исследования: исследование токсичности и биологической активности почвы после посева сахарной кукурузы. Задачи: определить биологическую активность и токсичность почвы; сравнительное влияние агротехнических приемов при исследовании токсичности почвы. Опыт двухфакторный в четырехкратной повторности. Опыты проводились в КФХ Попова С.А. Черногоярского района Астраханской области. Период проведения исследований 2009...2015 гг. Определение биологической активности и токсичности проводили в начале исследования в 2009 г. и 2015 г. Согласно оценке интенсивности разрушения целлюлозы по шкале Пряженниковой О.Е. биологическую активность характеризовали как сильную. Отмечена тесная корреляционная зависимость по факторам опыта, связь между признаками высокая и прямая. При определении токсичности почвы пришли к выводу, что в начале исследования благоприятные условия развития изучаемой культуры складывались на почвах, обработанных по отвальной обработке. По нулевой обработке наблюдали повышение токсичности почвы, что выражалось в снижении всхожести семян, массе проростков. При повторном исследовании в 2015 г. токсичность почвы по нулевой обработке снижалась по всем вариантам, всхожесть семян выросла в среднем на 5...8%. В результате накопления растительных остатков на поверхности почвы образуется верхний перегнойный слой, приводящий к постоянному проникновению воздуха в почву.

Ключевые слова: биологическая активность почвы, токсичность почвы, сахарная кукуруза, целлюлозоразрушающие микроорганизмы, льняная ткань, нулевая обработка почвы, аккумуляция, растительные остатки, коэффициент корреляции, анаэробное дыхание

Для цитирования: Ефремова Е.Н., Беляев А.И., Петров Н.Ю. Изменение биологической активности и токсичности почвы в посевах сахарной кукурузы // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 161-171. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-161-171>

CHANGES IN SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY AND TOXICITY IN SUGAR CORN CROPS

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

¹ FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»;

26 Universitetsky Ave., Volgograd, 400002, the Russian Federation

² Federal Research Center «Agroecology, integrated reclamation, and protective afforestation»;

97 Universitetsky Ave., Volgograd 400002, the Russian Federation

Abstract. The number of soil microorganisms affect the fertility of the soil and the processes occurring in the soil microflora. An urgent research problem is the rationale for the use of intensive technologies for the cultivation of sweet corn using progressive methods for obtaining a highly productive crop based on the principles of resource conservation, biologization and ecologization. The purpose of the research is to study the toxicity and biological activity of the soil after sowing sweet corn. The tasks are to determine the biological activity and toxicity of the soil, and comparative impact of agricultural practices in the study of soil toxicity. Two-factor experiment in quadruple repetition. The experiments were carried out on the farm enterprise of Popov S.A., the Chernoyarsky district of the Astrakhan region. The research period was 2009...2015. Determination of biological activity and toxicity was carried out at the beginning of the research in 2009 and 2015. According to the assessment of the intensity of the destruction of cellulose on O.E. Pryazhnikova's scale biological activity was characterized as strong. A close correlation dependence on experience factors was noted, the relationship between the signs was high and direct. When determining the toxicity of the soil, we came to the conclusion that at the beginning of the research favorable conditions for the development of the studied crop were formed on soils cultivated by moldboard cultivation. According to zero tillage, an increase in soil toxicity was observed, which was expressed in a decrease in seed germination, the mass of seedlings. Revisited in 2015. Soil toxicity after zero tillage decreased in all variants, seed germination increased, on average, by 5...8%. As a result of the accumulation of plant residues on the soil surface, an upper humus layer was formed, leading to a constant penetration of air into the soil.

Keywords: soil biological activity, soil toxicity, sweet corn, cellulose-degrading microorganisms, linen fabric, no-tillage, accumulation, plant residues, correlation coefficient, anaerobic respiration

For citation: Efremova E.N., Belyaev A.I., Petrov N.Yu. Changes in biological activity and toxicity of soil in sweet corn crops // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 161-171. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-161-171>

Введение. Все чаще высказываются мнения о необходимости сочетания микробиологического анализа с другими методами, позволяющими судить о биологическом состоянии почвы [1; 2].

Веденяпина Н.С., Мамина Г.А. [3] считали, что в почве постоянно идут два противоположных процесса: с одной – определяющие эффективное плодородие и биологическую активность почвы (процессы минерализации, выделение

витаминов, ферментов и других физиологически активных веществ), с другой стороны – нежелательная деятельность микробов-ингибиторов, которые вызывают биологическую токсичность почвы, снижают ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Исследования также показали, что излишняя кислотность подавляет деятельность полезной микрофлоры в почве. В то же время развиваются многие бактерии и грибы, которые выделяют ядовитые для растений вещества [4].

Калмыкова Е.В. отмечала, что «...почвенные микроорганизмы могут оказывать не только положительное влияние на плодородие почвы и развитие растений, но и отрицательное влияние на биологические свойства почвы из-за способности некоторых представителей почвенной микрофлоры синтезировать фитотоксические вещества...» [5].

Тестирование активности различных групп почвенных микроорганизмов в почвах можно определить при помощи различных аппликационных методов. Уменьшение сухой массы льняного полотна является показателем работы целлюлозоразрушающих микроорганизмов, что сказывается на параметрах биологической активности микроорганизмов в почве [6; 7].

По данным Ульяновского НИИСХ (2006) поверхностная обработка почвы положительно влияла на активность почвенных целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Степень разложения льняного полотна за вегетацию озимой пшеницы составила в этих вариантах 45,7...48,9% против контроля 45,4%. Процесс разложения льняной ткани в опыте с яровой пшеницей проходил менее интенсивно [8].

Актуальной проблемой исследования является обоснование применения интенсивных технологий возделывания сахарной кукурузы с использованием прогрессивных приемов получения высокопродуктивного урожая, базирующегося

на принципах ресурсосбережения, биологизации и экологизации.

Цель исследования: исследование токсичности и биологической активности почвы после посева сахарной кукурузы.

Задачи: определить биологическую активность и токсичность почвы; сравнительное влияние агротехнических приемов при исследовании токсичности почвы.

Методы исследования. В полевом многолетнем стационарном опыте, заложенном осенью 2008 года, было изучено возделывание сахарной кукурузы по отвальной (рекомендованной научными учреждениями региона) и нулевой обработке почвы. В течение исследования в вариантах опыта проводились исследуемые обработки почвы. Внедрение нулевой обработки почвы – сложный долгий процесс, результаты которого заметны только через 5...7 лет. Одна и та же обработка проводилась в течение исследуемого периода. В связи с тем, что область, в которой проводили исследование, относится к засушливым, с резко выраженной континентальностью, принято решение опыты закладывать с применением капельного орошения. В связи с тем, что исследование проводилось с минеральными удобрениями, которые шлакуют (загрязняют) почву, было принято решение исследовать токсичность почвы.

Предшественником сахарной кукурузы была озимая пшеница. Опыт двухфакторный в четырехкратной повторности. Опыты проводились в КФХ Попова С.А. Черноярского района Астраханской области. Период проведения исследований 2009...2015 гг.

Варианты Фактора А:

1 вариант: контроль – отвальная обработка почвы.

2 вариант: нулевая обработка почвы.

Фактор В – биостимуляторы и минеральные удобрения для повышения полевой всхожести и повышения

Фактор В	Сахарная кукуруза
Вариант 1	Контроль (без биостимулятора и минеральных удобрений)
Вариант 2	Мивал Агро*
Вариант 3	$N_{180}P_{128}K_{68}$
Вариант 4	Мивал Агро + $N_{180}P_{128}K_{68}$

* – инкрустация семян сахарной кукурузы перед посевом биостимулятором Мивал Агро – норма расхода препарата 20 г/т. Предпосевная обработка семян. Расход рабочего раствора – 10 л/т.

** – удобрения вносили в виде нитрофоски $N_{32}P_{32}K_{32}$ одновременно с посевом, оставшаяся часть в период вегетации растений с поливной водой. Внесение удобрений было расчетным на планируемую урожайность.

роста вносились в начальные этапы развития.

Мивал-Агро – регулятор роста растений – помогает решить одну из важнейших проблем в агрономии на данный момент: отрицательное влияние стрессовых факторов на растение. В состав Мивал-Агро входит Силатран.

Определение биологической активности почвы проводили методом «аппликаций» в слое 0,0...0,3 м по методике Е.Н. Мишустина, А.Н. Петровой в 2009 и 2015 годах исследования. С помощью метода льняных полотен судят об энергии мобилизационных процессов почвы. Определение токсичности почвы проводили методом биотестов в лабораторных условиях. В качестве тест-растения использовали 25 семян яровой пшеницы.

Результаты. В результате воздействия на почву минеральных удобрений, различных обработок почвы наблюдали изменения в степени разложения льняного полотна. Закономерность снижения активности микроорганизмов наблюдали по нулевой обработке почвы. В первый год исследования (2009 г.) степень снижения разложения полотна в среднем составила 3,1%.

В течение трех месяцев по отвальной обработке почвы степень разложения ткани варьировала в следующих значениях: 51,7...55,8% (рисунок 1); по нулевой обработке – 48,7...51,0% (рисунок 2). Наибольший процент разложения ткани происходил в слое 0,2...0,3 м, что наблюдали на экспозиции полотна через 3 месяца исследования. Перед этим в течение двух

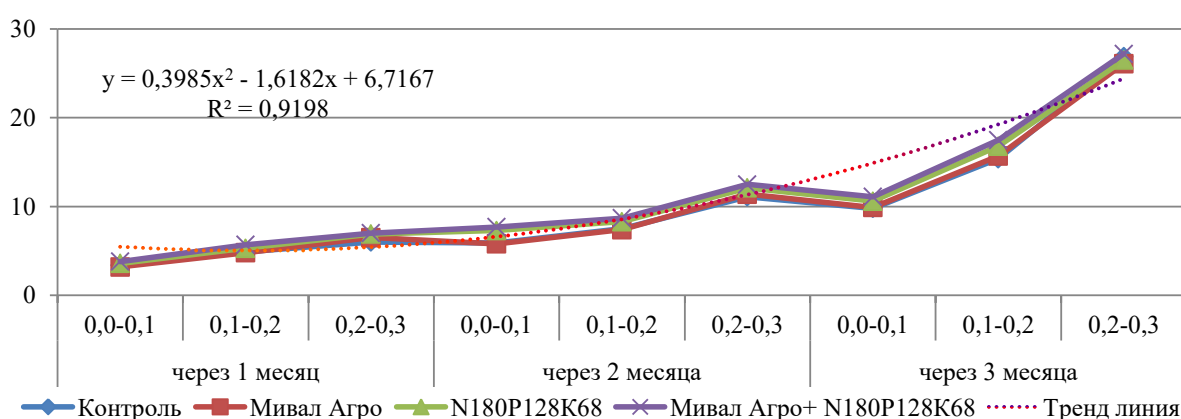


Рис. 1. Зависимость влияния факторов на биологическую активность почвы в посевах сахарной кукурузы по отвальной обработке почвы, %, 2009 г.

Fig. 1. Dependence of the influence of factors on the biological activity of the soil in sweet corn crops for moldboard tillage, %, 2009

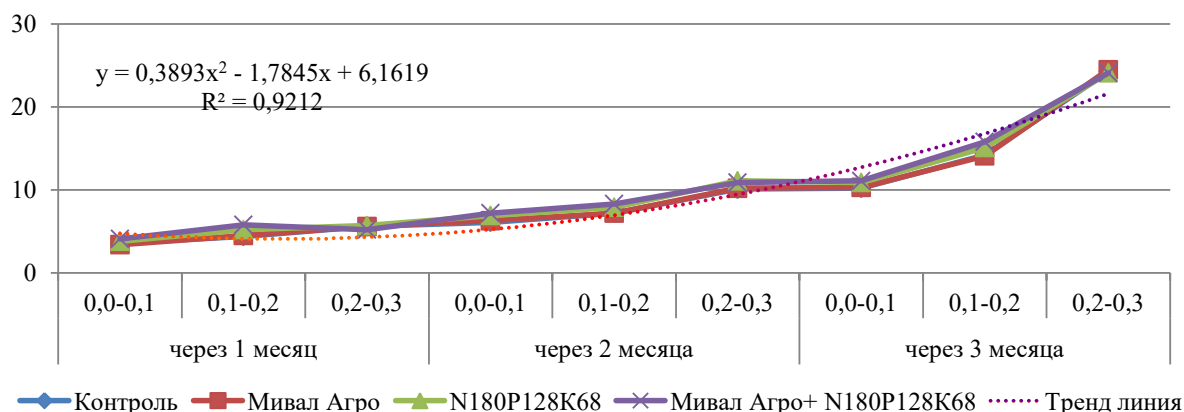


Рис. 2. Зависимость влияния факторов на биологическую активность почвы в посевах сахарной кукурузы по нулевой обработке почвы, %, 2009 г.

Fig. 2. Dependence of the influence of factors on the biological activity of the soil in sweet corn crops for zero tillage, %, 2009

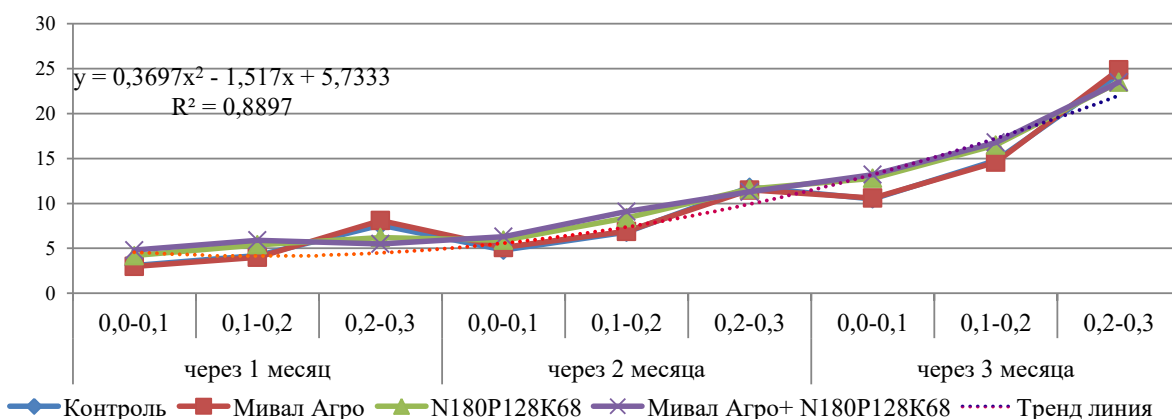


Рис. 3. Зависимость влияния факторов на биологическую активность почвы в посевах сахарной кукурузы по отвальной обработке почвы, %, 2015 г.

Fig. 3. Dependence of the influence of factors on the biological activity of the soil in sweet corn crops for moldboard tillage, %, 2015

предшествующих месяцев заметного различия по степени разложения полотна по слоям не наблюдали.

В результате повторного наблюдения в 2015 г. была заметна активность микроорганизмов по нулевой обработке почвы, что подтверждается степенью разложения льняной ткани. Наибольшая активность микроорганизмов зафиксирована в варианте с применением минерального удобрения и биостимулятора. На фоне нулевой обработки почвы была заметна большая активность аэробных микроорганизмов, что привело

к положительной динамике разложения льняного полотна.

В 2015 г. наблюдали закономерность активности микроорганизмов по нулевой обработке почвы. Степень разложения целлюлозного полотна по данной обработке почвы в среднем составила 62,1% (рисунок 4), по отвальной обработке – 51,5% (рисунок 3). Активность микроорганизмов по отвальной обработке почвы наблюдали в слое 0,2...0,3 м, по нулевой обработке почвы в слое 0,0...0,1 м. Рассмотрев данные по биологической активности почвы, пришли к выводу, что

интенсивность разложения льняного полотна по нулевой обработке почвы были выше, чем по отвальной обработке.

Данному наблюдению содействовала ежегодная аккумуляция растительных остатков в верхнем слое почвы. В результате этого формировалась низкая активность необрабатываемого слоя почвы. По отвальной обработке почвы активность микроорганизмов наблюдали в слое 0,2...0,3 м. При послойном рассмотрении видно, что степень разложения полотна в слое 0,2...0,3 м сильнее, чем в слое 0,0...0,1 м. По отвальной обработке почвы создавался более рыхлый пахотный слой, что оказывало незначительный эффект на разложение клетчатки по всему почвенному горизонту. Согласно оценке интенсивности разрушения целлюлозы по шкале Пряженниковой О.Е., биологическую активность характеризовали как сильную.

Для расчета статистической зависимости влияния грибов на среде мясо-пептонного агара на биологическую активность микроорганизмов был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона. По отвальной обработке почвы коэффициент корреляции в 2009 г. имел значение $r = 0,9198$, по нулевой обработке – $r = 0,9212$. При повторном исследовании в 2015 г. наблюдали следующие значения коэффициента корреляции: по отвальной

обработке почвы $r = 0,8897$, по нулевой обработке почвы $r = 0,6631$. Отмечена тесная корреляционная зависимость по факторам опыта, связь между признаками – высокая и прямая. При повторном исследовании в 2015 г. корреляционная зависимость по отвальной обработке почвы частично снижена, но несмотря на это осталась высокая.

Токсичность почвы обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др., состав и концентрация которых зависят от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений. При низких концентрациях токсических веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян. Так, в стационарных опытах ТСХА установлено, что водная вытяжка из почвы бессменных посевов озимой пшеницы и ячменя, взятая в начале весенней вегетации, снижала всхожесть семян этих культур более чем на 20% и угнетала рост корневой системы, что явилось одной из причин изреженности бессменных посевов [9; 10].

Определение токсичности почвы проводили в лабораторных условиях. Определение токсичности проводили на

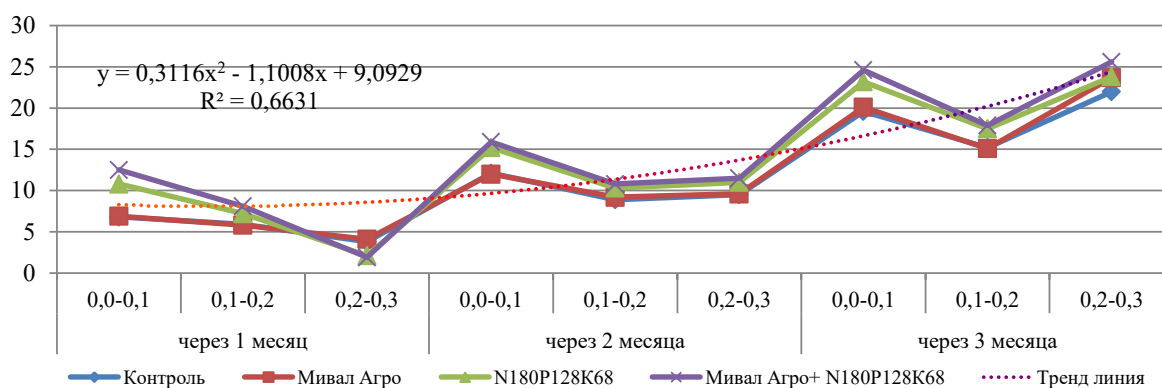


Рис. 4. Зависимость влияния факторов на биологическую активность почвы в посевах сахарной кукурузы по нулевой обработке почвы, %, 2015 г.

Fig. 4. Dependence of the influence of factors on the biological activity of the soil in sweet corn crops for zero tillage, %, 2015

Таблица 1

Влияние агротехнических приемов на биологическую токсичность почвы
после сахарной кукурузы, %, 2009 г.

Table 1

Influence of agricultural practices on biological toxicity
of soil after sweet corn, %, 2009

Фактор А	Фактор С	Всхожесть семян, %	Длина проростка, мм	Прирост, %	Абсолютно сухая масса, г	
					всех проростков	одного проростка
Фильтровальная бумага (контроль)		94	112,1	100,0	0,25	0,012
Отвальная обработка почвы	Контроль	75	104,1	92,9	0,21	0,010
	Мивал Агро	76	104,5	93,2	0,21	0,010
	N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	79	106,1	94,6	0,22	0,010
	Мивал Агро + N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	82	108,4	96,7	0,22	0,011
Нулевая обработка почвы	Контроль	74	102,8	91,7	0,2	0,010
	Мивал Агро	75	103,1	92,0	0,21	0,011
	N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	76	103,9	92,7	0,22	0,011
	Мивал Агро + N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	77	105,4	94,0	0,21	0,011

тест-культуре – яровой пшенице. Отбор почвы проводили после уборки сахарной кукурузы. Первоначально определяли токсичность в 2009 г., затем в конце исследования – в 2015 г.

Данные, полученные на фильтровальной бумаге, приняли за точку отсчета. Всхожесть семян по образцам отобранных с опытного участка, возделываемых по отвальной и нулевой обработке почвы относительно фильтровальной бумаги была ниже в среднем на 12...20% (таблица 1). На почвах с применением минерального удобрения наблюдали рост всхожих семян. Длина проростка также имела закономерность снижения во всех вариантах относительно фильтровальной бумаги.

Всхожесть семян на образцах, различающихся по обработкам почвы, была выше в варианте отвальной обработки почвы. Средняя всхожесть семян тест-культуры по отвальной обработке

почвы составила 78%, по нулевой обработке – 75%.

Отсутствие достаточного увлажнения, протекание анаэробного дыхания, замедление активных микробиологических процессов негативно сказалось на структурном состоянии почвы, что привело к накоплению токсинов, увеличению токсичности почвы на образцах, отобранных с почвы, возделываемой по нулевой обработке почвы. Угнетающее действие токсинов отразилось не только на всхожести семян, но и длине проростка тест-культуры. Наибольший прирост проростка наблюдали на образцах отвальной обработки почвы. Прирост составил 94,4%.

Повторное исследование токсичности почвы методикой эксперимента было предусмотрено провести в конце опыта, т.е. в 2015 г. Для более наглядного изменения по токсичности почвы было решено взять за контроль данные 2009

г. по фильтровальной бумаге. Заметна тенденция повышения всхожести семян на образцах, отобранных с почв, возделываемых по нулевой обработке почвы. Всхожесть семян в варианте по нулевой обработке почвы варьировала в пределах с 81 до 89% (таблица 2).

Увеличение всхожести семян по нулевой обработке почвы составило 10% в 2015 г. относительно данных 2009 г. Был замечен рост длины проростка по нулевой обработке почвы. На образце он выше фильтровальной бумаги на 5 и 8% в варианте с применением минерального удобрения и биостимулятора роста.

Наблюдалось уменьшение токсичности почвы в вариантах по нулевой обработке почвы, об этом свидетельствует повышение всхожести семян, увеличение длины и абсолютно сухой массы проростков. Абсолютно сухая масса всех проростков увеличилась от 4 до 12%, в зависимости от места расположения исследования. Токсичность почвы варьировала в

вариантах, что объясняется накоплением корневых выделений растениями, растительных остатков и продуктов метаболизма микроорганизмов.

Наглядно изменения по всхожести семян тест-культуры отражены на рисунке 5, где приведены сравнительные данные исследований 2009 и 2015 г. по факторам обработки почвы, минерального удобрения и биостимулятора роста.

На рисунке 5 отмечается, что по отвальной обработке почвы в 2009 г. всхожесть семян тест-культуры была незначительно выше, чем в 2015 г. При повторном исследовании в 2015 г. токсичность почвы по нулевой обработке снижалась во всех вариантах, всхожесть семян выросла в среднем на 5...8%. Растительные остатки оставляли на почве, в конце исследования на поверхности почвы образовался большой запас растительных остатков.

Анализируя динамику токсичности почвенных образцов, можно сделать

Таблица 2

Влияние агротехнических приемов на биологическую токсичность почвы после сахарной кукурузы, %, 2015 г.

Influence of agricultural practices on the biological toxicity of soil after sweet corn, %, 2015						
Фактор А	Фактор С	Всхожесть семян, %	Длина проростка, мм	Прирост, %	Абсолютно сухая масса, г	
					всех проростков	одного проростка
Фильтровальная бумага (контроль)		94	112,1	100,0	0,25	0,012
Отвальная обработка почвы	Контроль	75	102,5	91,4	0,20	0,009
	Мивал Агро	76	103,8	92,6	0,20	0,010
	N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	78	104,1	92,9	0,21	0,009
	Мивал Агро + N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	80	106,5	95,0	0,21	0,010
Нулевая обработка почвы	Контроль	81	104,1	92,9	0,23	0,011
	Мивал Агро	82	105,6	94,2	0,23	0,011
	N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	86	111,4	99,4	0,24	0,012
	Мивал Агро + N ₁₈₀ P ₁₂₈ K ₆₈	89	116,1	103,6	0,26	0,013

Table 2

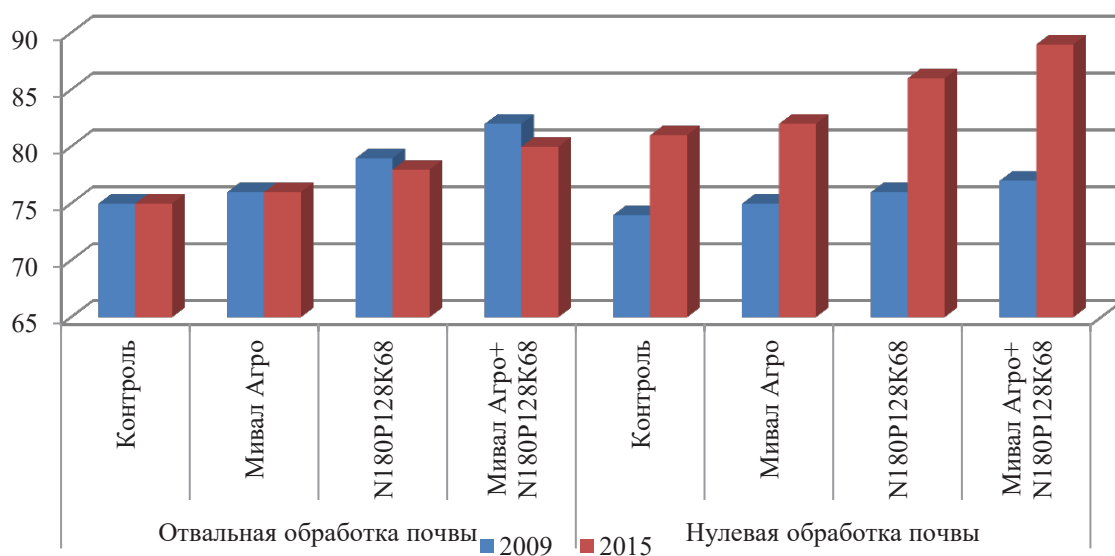


Рис. 5. Сравнительное влияние агротехнических приемов на всхожесть семян яровой пшеницы при исследовании токсичности почв после посева сахарной кукурузы, %

Fig. 5. Comparative effect of agricultural practices on the germination of spring wheat seeds in the study of soil toxicity after sowing sweet corn, %

вывод, что в начале исследования благоприятные условия развития изучаемой культуры складывались на почвах, обработанных по отвальной обработке. По нулевой обработке наблюдали повышение токсичности почвы, что выражалось в снижении всхожести семян, массе проростков. В почве из-за недостаточности воздуха увеличивается количество токсинов, происходит подавление жизнедеятельности полезных почвенных микроорганизмов и животных, что ведет к угнетению растений.

Почва, на поверхности которой находятся органические остатки, содержание которых увеличивается от нижних слоев к верхним, не покрывается коркой. Корни растений кверху толще, а на поверхности остаются надземные части растений, что образует верхний перегнойный слой, гарантирующий

постоянное проникновение воздуха в почву, пронизываемую на значительную глубину благодаря многочисленным разлагающимся корням и каналам, созданным деятельностью дождевых червей [11; 12].

Заключение. Таким образом, при анализе данных по биологической активности почвы наблюдали активизацию микроорганизмов в верхнем слое почвы (0,0...0,1 м) по нулевой обработке почвы. По отвальной обработке почвы микроорганизмы были активны в слое 0,2...0,3 м. Выявлена общая закономерность повышения биологической активности в варианте применения минерального удобрения и биостимулятора роста, что ведет к снижению токсичности почвы во всех вариантах опыта. Отмечено, что при увеличении активности почвы токсичность снижалась.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Влияние ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур на продуктивность полевого севооборота / Волков А.И. [и др.] // Земледелие. 2017. № 5. С. 32–35.
2. Волков А.И., Кириллов Н.А. Эффективность нулевой обработки почвы в полеводческом севообороте // Сахарная свекла. 2018. № 9. С. 34–37.

3. Влияние плоскорезной обработки на биологическую активность почвы / Веденяпина Н.С. [и др.] // Сборник научных трудов. Т. 65. Волгоград. 1978. С. 55–59.
4. Замятин С.А., Апаева Н.Н. Биологическая активность, токсичность почвы и поражение зерновых культур корневыми гнилями в различных севооборотах // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. № 6 (43). С. 37–44.
5. Калмыкова Е.В. Научно-экспериментальные основы ресурсосберегающих приемов увеличения урожайности овощных культур при орошении в условиях Нижнего Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук. Пенза, 2019. 646 с.
6. Гармашов В.М., Гармашова Л.В. Биологическая активность чернозема обыкновенного при минимизации обработки и прямом посеве // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 2–1 (104). С. 145–148.
7. Ефремова Е.Н., Тютюма Н.В., Зенина Е.А. Влияние ресурсосберегающей обработки на биологическую активность и токсичность светло-каштановой почвы // Масличные культуры. 2018. № 4 (176). С. 107–111.
8. Сарычев А.Н. Использование АПК-6 в системе зяблевой обработки почвы при выращивании яровой пшеницы в условиях Волгодонского междуречья: дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград, 2007. 169 с.
9. Кружилин И.П., Кузнецова Н.В. Сахарная кукуруза в Нижнем Поволжье // Кукуруза и сорго. 1998. № 2. С. 14–15.
10. Перспективы «нулевой» обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в Волго-Вятском регионе / Волков А.И. [и др.] // Земледелие. 2015. № 1. С. 3–5.
11. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории европейской части Российской Федерации // Земледелие. 2017. № 2. С. 10–13.
12. Efremova E.N. [et al.] Influence of agro-technical reception on agro-physical state of soil and efficiency of cultivation of sugared sorghum in conditions of light-chestnut soil of Volgograd region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Conference on Innovations in Agricultural and Rural Development. 2019: 012–030.

REFERENCES:

1. Volkov A.I. [et al.] The influence of resource-saving technologies of grain cultivation on the productivity of field crop rotation. Agriculture. 2017; 5: 32–35. (In Russ.)
2. Volkov A.I., Kirillov N.A. The effectiveness of zero tillage in field crop rotation. Sugar beet. 2018; 9: 34–37. (In Russ.)
3. Vedenyapina N.S. [et al.] The effect of flat-cutting processing on the biological activity of the soil. Collection of scientific works. V. 65. Volgograd, 1978: 55–59. (In Russ.)
4. Zamyatin S.A., Apaeva N.N. Biological activity, soil toxicity and damage of grain crops by root rot in various crop rotations. Agrarian science of the Euro-North-East. 2014; 6(43): 37–44. (In Russ.)
5. Kalmykova E.V. Scientific and experimental bases of resource-saving techniques for increasing the yield of vegetable crops during irrigation in the conditions of the Lower Volga region: dissertation... Doctor of Agricultural Sciences. Penza; 2019. (In Russ.)
6. Garmashov V.M., Garmashova L.V. Biological activity of ordinary chernozem with minimization of processing and direct sowing. International Scientific Research Journal. 2021; 2–1 (104): 145–148. (In Russ.)
7. Efremova E.N. [et al.]. Influence of resource-saving treatment on biological activity and toxicity of light chestnut soil. Oilseeds. 2018; 4(176): 107–111. (In Russ.)
8. Sarychev A.N. The use of APC-6 in the system of winter tillage in the cultivation of spring wheat in the conditions of the Volga-Don interfluvium: dis. ... Candidate of Agricultural Sciences. Volgograd; 2007. (In Russ.)

9. Kruzhilin I.P., Kuznetsova N.V. Sugar corn in the Lower Volga region. Corn and sorghum. 1998; 2: 14–15. (In Russ.)
10. Volkov A.I. [et al.] Prospects of «zero» tillage when cultivating corn for grain in the Volga-Vyatka region. Agriculture. 2015; 1: 3–5. (In Russ.)
11. Cherkasov G.N. [et al.] The area of application of zero and surface treatments in the cultivation of ear crops on the territory of the European part of the Russian Federation. Agriculture. 2017: 10–13. (In Russ.)
12. Efremova E.N. [et al.] Influence of agro-technical reception on agro-physical state of soil and efficiency of cultivation of sugared sorghum in conditions of light-chestnut soil of Volgograd region. Conference on Innovations in Agricultural and Rural Development. 2019: 012–030. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Ефремова Елена Николаевна, заведующая кафедрой «Технология производства, переработки продуктов животноводства и товароведение» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
elenalob@rambler.ru
тел.: +7 (917) 720 27 70

Беляев Александр Иванович, директор ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук», доктор сельскохозяйственных наук, профессор
director@vfanc.ru

Петров Николай Юрьевич, и.о. заведующего кафедрой «Технология хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и общественное питание» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор
npetrov60@list.ru

Elena N. Efremova, a head of the Department of Technology of production, processing of livestock products and commodity science of FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University», Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor
elenalob@rambler.ru
tel.: +7 (917) 720 27 70

Alexander I. Belyaev, Director of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Aforestation of the Russian Academy of Sciences», Doctor of Agricultural Sciences, a professor
director@vfanc.ru

Nikolai Yu. Petrov, a head of the Department of Technology of storage and processing of agricultural raw materials and public catering of FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University», Doctor of Agricultural Sciences, a professor
npetrov60@list.ru

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-172-179>

УДК 633.13»324»:631.559

© 2022

Поступила 31.10.2022

Received 31.10.2022



Принята в печать 22.12.2022

Accepted 22.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ СОРТА АГУ 75 СООТВЕТСТВИЯ ПАРАМЕТРАМ МОДЕЛИ ИДЕОТИПА ЗИМУЮЩЕГО ОВСА

Марина В. Кузенко

*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Ленина, д. 48, п. Подгорный, г. Майкоп, 385064, Российская Федерация*

Аннотация. В настоящее время одной из задач, стоящих перед селекционерами, является создание новых сортов по своим хозяйственно важным характеристикам, приближенным к разработанным моделям «идеального сорта». Основной целью проведенного исследования являлся сравнительный анализ хозяйственно важных показателей нового сорта зимующего овса двойного направления использования АГУ 75, его соответствия параметрам идеотипа для дальнейшего использования в качестве генетического источника. Основой для такого подхода послужило изучение сорта в питомнике конкурсного сортоиспытания в период 2000–2015 гг. Исследования осуществлялись в почвенно-климатических условиях южно-предгорной зоны Северо-Западного Кавказа по общепринятой методике и агротехнике возделывания. В рамках нашего изучения были использованы многолетние экспериментальные данные полевых наблюдений и учетов, лабораторных исследований, биохимического состава зерна. В статье дана оценка продолжительности вегетационного периода, зимостойкости, урожайности, устойчивости к полеганию и основным болезням (корончатой и стеблевой ржавчине, септориозу, пыльной головне) сорта АГУ 75 по отношению к идеотипу. Проведен сравнительный анализ элементов структуры урожая (продуктивная кустистость, длина метелки, число колосков, число зерен, масса зерна с метелки, масса зерна с растения, масса 1000 зерен) сорта и модели. Определено содержание жира и белка, а также пленчатости зерна анализируемого сорта и идеотипа. На основании проведенного сравнительного анализа хозяйственно полезных признаков сорта АГУ 75 выявлена степень их соответствия разработанным ранее оптимальным параметрам варианта модели зимующего овса. Экспериментально подтверждена целесообразность использования сорта АГУ 75 в качестве источника ценных признаков в селекционной работе на повышение зимостойкости, урожайности, устойчивости к полеганию и болезням, скороспелости, осыпаемости, пленчатости, а также элементов структуры урожая – продуктивная кустистость, масса зерна с растения.

Ключевые слова: модель сорта, идеотип, параметры, зимующий овес, элементы структуры, устойчивость, перезимовка, болезни, урожайность, зерно

Для цитирования: Кузенко М.В. Анализ элементов структуры урожая сорта АГУ 75 соответствия параметрам модели идеотипа зимующего овса // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 172-179. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-172-179>

ANALYSIS OF THE CORRESPONDENCE OF THE STRUCTURAL ELEMENTS OF AGU 75 VARIETY HARVEST WITH THE PARAMETERS OF THE WINTER OAT IDIOTYPE MODEL

Marina V. Kuzenko

*Research Institute of Agriculture of FSBEI HE «Maikop State Technological University»;
48 Lenin str., Podgorny settl., Maikop, the Republic of Adygea, 385064, the Russian Federation*

Abstract. Currently, one of the tasks facing breeders is the creation of new varieties in terms of their economically important characteristics, close to the developed models of the «ideal variety». The main purpose of the research is a comparative analysis of economically important indicators of a new AGU 75 variety of wintering oat of the dual direction, and the compliance with the parameters of the idiotype for further use as a genetic source. The basis for this approach was the study of the variety in the nursery of competitive variety testing in the period of 2000–2015. The studies were carried out in the soil and climatic conditions of the southern foothill zone of the North-Western Caucasus according to the generally accepted methods and agrotechnics of cultivation. As part of our research we used long-term experimental data from field observations and records, laboratory studies, and the biochemical composition of grain. The article gives an assessment of the duration of the growing season, winter hardiness, yield, resistance to lodging and major diseases (crown and stem rust, septoria, head smut) of the AGU 75 variety in relation to the idiotype. A comparative analysis of the elements of the crop structure (productive tillering, panicle length, number of spikelets, number of grains, grain weight per panicle, grain weight per plant, weight of 1000 grains) of varieties and models was carried out. The content of fat and protein, as well as the filminess of the grain of the analyzed variety and ideal type, were determined. Based on the comparative analysis of economically useful traits of AGU 75 variety, the degree of their compliance with the previously developed optimal parameters of the wintering oat model variant was revealed. The expediency of using AGU 75 variety as a source of valuable traits in breeding work to increase winter hardiness, productivity, resistance to lodging and diseases, early maturity, shattering, filminess, as well as elements of the crop structure – productive tillering, grain weight per plant was experimentally confirmed.

Keywords: variety model, idiotype, parameters, overwintering oats, structural elements, resistance, overwintering, diseases, yield, grain

For citation: Kuzenko M.V. Analysis of the correspondence of the structural elements of AGU 75 variety harvest with the parameters of the winter oat idiotype model // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 172-179. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-172-179>

Введение. Основной и ведущей задачей селекционной работы является создание новых сортов с высокой продуктивностью, высокими хозяйственно полезными признаками и сочетающих в себе высокую адаптивность в

различных агроклиматических условиях. Продуктивность находится в сложном взаимодействии физиологических, биохимических, морфо-анатомических систем и генетической наследственности растений. Высокопродуктивные

растения отличаются высокой экологической устойчивостью, а все признаки оптогенетической адаптации растений находятся под генетическим контролем идеотипа [1; 6; 7].

Создание нового идеального типа растений, значительно превышающего потенциал продуктивности и качества существующих сортов – стратегическая задача селекции [2; 5].

Неоспоримым аргументом в выборе стратегии и тактики селекционной работы в конкретных агроэкологических условиях является разработка модели будущего сорта с обоснованием его параметров [8].

Идеотип есть совокупность всех наследуемых факторов.

Впервые идея об идеотипе (модели) растений была предложена Н.И. Вавиловым в 1935 г., которую успешно применяли в создании новых сортов выдающиеся селекционеры П.П. Лукьяненко, В.Н. Ремесло [9].

В своих работах Жученко А.А. указывал, что создаваемый идеотип с учетом региональных особенностей должен соответствовать критериям «агроэкологической и технологической адресности».

Учеными-селекционерами в разные годы разработаны модели идеотипа для различных зерновых культур. В настоящее время эти модели успешно применяются в селекционной работе с такими культурами, как озимая и яровая пшеницы, тритикале, ячмень [3; 10]. Под руководством академика Баталовой Г.А. в институте Юга-Востока разработана модель идеотипа ярового сорта. В ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ» определены критерии модели идеального сорта зимующего овса применительно к местным.

Новизна. Впервые в агроклиматических условиях региона дана оценка сорту зимующего овса АГУ 75, допущенного к использованию с 2021 г., его соответствию разработанным параметрам модели идеотипа.

Актуальность. Зимующий овес относится к мало изученным культурам, поэтому всестороннее изучение новых сортов с учетом морфологических, биологических и генетических особенностей культуры в настоящее время является актуальным.

Цель. Цель исследований – выявить соответствие основных хозяйственных показателей сорта зимующего овса АГУ 75 варианту модели идеотипа для привлечения в селекционном процессе с учетом меняющихся условий климата.

Задачи. Первоочередной задачей селекционной работы с зимующим овсом входит создание сорта максимально отвечающего основным параметрам модели идеотипа культуры.

Задачами проводимых исследований являлось провести сравнительный анализ соответствия хозяйственно важных признаков сорта АГУ 75 разработанным критериям идеотипа на основании экспериментальных данных полевых наблюдений и учетов, результатов изучения структуры урожая, качества зерна.

Методы и условия. Новым сортом зимующего овса, созданным в институте, является сорт АГУ 75, который включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию с 2021 года. При проведении исследований использованы результаты многолетнего изучения сорта АГУ 75 по хозяйственно ценным признакам в питомнике конкурсного сортоиспытания в период с 2000 по 2015 годы.

Исследования осуществляли на научном поле отдела селекции и первичного семеноводства ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ», находящегося на северной границе ареала возможного возделывания культуры в условиях естественного полевого фона.

Закладка опыта проводилась в оптимальный срок сева зимующего овса сеялкой СКС 6-10 в 3-кратной повторности 7-рядковыми деланками с между-

рядом 15 см, ширина дорожек – 80 см, по предшественнику занятой пар.

В течение вегетационного периода в опыте проводили фенологические наблюдения, оценку сортов на устойчивость к полеганию, восприимчивости к болезням. Для определения элементов структуры урожая отбирали снопы площадками 0,25 м² с двух несмежных рядков в центре делянки. Урожай учитывался в фазу полной спелости зерна. Изучение сортов и гибридов зимующего овса осуществлялось на основе методики селекционной работы по зимующему овсу, разработанной А.А. Щепетковым [12]. Для статистической обработки полученных результатов применялись методы дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову [4].

Агроклиматические условия места проведения опытов типичны для южно-предгорной зоны Северо-Западного Кавказа. Климат умеренно-континентальный, с неустойчивым увлажнением, продолжительное и жаркое лето и относительно короткая и умеренно теплая зима. Безморозный период в среднем составляет 290–306 дней. Среднегодовая температура воздуха +10,5°C, средняя многолетняя температура января –3,5°C, июля +22°C...+24°C. Максимум температур достигает +38°C...+40°C. Переход температуры воздуха через +5°C отмечается преимущественно во второй

половине марта. Коэффициент увлажнения 0,3...0,4. Осадков в среднем выпадает 700–850 мм, они преимущественно ливневые в весенне-летний период [11].

Анализ полученного экспериментального материала с целью определения соответствия сорта АГУ 75 параметрам идеотипа проводили после группировки признаков в блоки.

Первый блок – признаки, изучаемые в полевых условиях (вегетационный период, зимостойкость, урожайность, устойчивость к полеганию, корончатой и стеблевой ржавчине, септориозу, пыльной головне).

Второй блок – лабораторный анализ структуры урожая (продуктивная кустистость, длина метелки, число колосков, число зерен, масса зерна с метелки, масса зерна с растения, масса 1000 зерен).

Третий блок – результаты биохимического анализа (содержание жира и белка в зерне, пленчатость зерна).

Использование этих данных с целью изучения основных хозяйственных значимых показателей выявило потенциал продуктивности и основных элементов урожайности при общепринятой технологии возделывания.

Результаты и обсуждение. Вегетационный период является одним из признаков, существенным образом влияющим на урожайность культуры в местных условиях. Разработанная модель идеотипа

Таблица 1

Хозяйственно ценные признаки идеотипа и сорта АГУ 75

Economically valuable traits of AGU 75 idiotype and variety							
Идеотип, сорт	Вегетационный период, дней	Устойчивость, балл					
		болезням				неблагоприятным условиям среды	
		ржавчина		септориоз	пыльная головня	зимостойкость	полегание
		корончатая	линейная				
Идеотип	255–260	7–9	7–9	7–9	9	7–9	7
АГУ 75	258	9	7	9	9	9	7

Table 1

показывает, что вегетационный период новых сортов должен варьировать от 255 до 260 дней.

Сорт АГУ 75 относится к среднепоздним сортам, его вегетационный период составляет в среднем 258 дней, что в полной мере соответствуют разработанной модели (таблица 1).

Сорта зимующего овса, соответствующие новой модели, должны отличаться высокой адаптивностью и широкой пластичностью к спектру агроклиматических условий, а также обладать высокой зимостойкостью, устойчивостью к полеганию и устойчивостью к поражению грибными заболеваниями.

В местных почвенно-климатических условиях поражение растений зимующего овса обычно отмечается такими болезнями, как септориозная пятнистость, корончатая ржавчина, линейная ржавчина, пыльная головня. Браковка на естественном фоне без применения фунгицидов, выделение на ранних этапах отбора устойчивых форм позволяет создавать сорта, относительно устойчивые к этим болезням.

Сорт АГУ 75 за период проведения исследований отличался высокой устойчивостью к основным болезням (таблица 1).

Для широкого использования зимующего овса в местных агроклиматических условиях основным лимитирующим фактором является зимостойкость. Отрицательные температуры ниже минус 8°C на уровне узла кущения приводят к его вымерзанию. Проводить отбор на зимостойкость в местных условиях ввиду мягкого климата является малоэффективным. В местных агроклиматических условиях в отдельные годы наблюдаются зимы с понижением температуры воздуха до минус 20°C, периодичность таких зим наблюдается не чаще одного раза в 4–5 лет, и при наличии снежного покрова растения зимующего овса хорошо переносят перезимовку. Таким образом, идеальный сорт должен характеризоваться

высокой устойчивостью к перезимовке в ареале местных экологических условий.

Важной в формировании урожайности является устойчивость к полеганию зимующего овса, которая имеет отрицательную взаимосвязь с высотой. Согласно разработанной модели идеальный сорт должен обладать высокой устойчивостью к полеганию – 7–9 баллов, его высота не должна превышать 100–120 см. Параметры высоты растений и устойчивость к полеганию сорта АГУ 75 соответствуют модели идеотипа (таблица 1, 2).

Стратегия селекционной работы с зимующим овсом должна строиться на повышении его урожайности, которая должна составлять 5,5–7,0 т/га. Как установили исследования, урожайность сорта АГУ 75 находится в пределах варьирования данного признака (таблица 2).

Элементы структуры урожая являются основным компонентом формирования урожайности различных культур.

Характерной особенностью зимующего овса является высокий коэффициент кущения. Редукция побегов начинается с фазы трубкования и к полному созреванию зерна остается 4–5 хорошо сформированных побегов. Оптимальное количество продуктивных побегов в идеальном сорте зимующего овса должно составлять 3,5–5,5 шт./раст. Продуктивная кустистость сорта АГУ 75 находится на нижней границе значения данного элемента структуры урожая в сравнении с идеальным сортом (таблица 2).

Одним из значимых признаков в селекционной работе с зимующим овсом является длина метелки, которая имеет существенное взаимодействие с высотой растений и устойчивостью к полеганию. Исследованиями установлено, что отбор перспективных форм зимующего овса необходимо проводить у имеющих короткую метелку длиной не более 20,0–25,0 см. Длина же метелки сорта АГУ 75 составляла 35,0 см, таким образом, она превышает данный параметр идеотипа более чем на 10 см (таблица 2).

Таблица 2

Урожайность и элементы структуры урожая идеотипа и сорта АГУ 75

Table 2

Productivity and elements of AGU 75 idiotype and variety

Идеотип, сорт	Урожайность, т/га	Элементы структуры урожая								
		Высота, см	Продуктивная кустистость, шт./раст.	Характеристика метелки				Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г	Осыпаемость, %
				длина	число, шт.		масса зер-на, г			
					коло-сков	зерен				
Идеотип	5,5-7,0	100-120	3,5-5,5	20,0-25,0	31-50	46,0-60,0	1,1-1,6	10,0-15,0	30,0-35,0	1,5-3,0
АГУ 75	6,5	111,3	3,5	35,0	35	74,8	3,2	8,5	29,7	2,8

Число колосков главной метелки изучаемого сорта находится в диапазоне варьирования данного признака идеотипа. Масса и число зерен главной метелки превышают значение данных элементов структуры урожая модели сорта. Согласно параметрам варианта модели идеальный сорт должен иметь массу зерна с растения 10,0–15,0 г, в сорте АГУ 75 она ниже – 8,5 г (таблица 2).

Масса 1000 зерен имеет решающее значение в формировании урожайности культуры овса. Для идеотипа двойного направления использования необходимо проводить отбор линий с массой 1000 зерен не ниже 30 г. Данный показатель сорта АГУ 75 немного ниже разработанных параметров модели сорта. При разработке модели предпочтение отдавалось

формам, устойчивым к осыпанию зерна, так как недосыпаемые формы являются наиболее перспективными в плане селекции и для производства. Осыпаемость сорта соответствует критериям идеотипа (таблица 2).

Модель сорта зимующего овса двойного направления использования должна характеризоваться такими показателями зерна, как высокое содержание белка – более 13%, жира – не менее 7% и обладать низкой пленчатостью – до 25%.

В зерне сорта АГУ 75 содержание белка – 10,2%. По содержанию жира новый сорт имеет незначительное превышение. Содержание пленки находится в пределах варьирования данного признака (таблица 3).

Таблица 3

Биохимические показатели качества и пленчатость зерна

Table 3

Biochemical indicators of quality and filminess of grain

Идеотип, сорт	Содержание, %		Пленчатость, %
	белок	жир	
Идеотип	12,0–14,0	7,0–12,0	20,0–25,0
АГУ 75	10,2	12,2	23,7

Заключение. Параметры идеотипа зимующего овса отражают не только урожайность, назначение и использование культуры, но и высокий адаптационный потенциал хозяйственно важных признаков на фоне воздействия экологических факторов внешней среды.

Характеристика сорта АГУ 75 соответствует модели зернокармального направления идеотипа зимующего овса по таким параметрам, как вегетационный период, устойчивость к болезням

(корончатая ржавчина, линейная ржавчина, септориоз, пыльная головня), зимостойкость, устойчивость к полеганию, урожайность зерна, высота растений, продуктивная кустистость, масса зерна с растения, осыпаемость, пленчатость.

Анализ результатов проведенных исследований дает ценную научную информацию, позволяющую выявить и обосновать перспективные направления дальнейшей селекционной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Баталова Г.А. Мировое разнообразие как основа адаптивной селекции овса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Вып. 176 (1). С. 37–46.
2. Гончаров П.Л. Оптимизация селекционного процесса // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений. Новосибирск: СибНИИРС СО РАСХН, 2001. С. 5–16.
3. Гребенникова И.Г., Степочкин П.И., Алейников А.Ф. Компьютерные технологии оценки селекционного материала яровых тритикале // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 79–82.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 415 с.
5. Крупнов В.А. Проблемы создания модельного сорта // Селекция и семеноводство. 1981. № 9. С. 7–11.
6. Кузенко М.А., Гудкова Г.Н. Параметры идеотипа зимующего овса зернового направления // Новые технологии. 2015. Вып. 3. С. 116–125.
7. Лоскутов И.Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекция. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 336 с.
8. Мальчиков П.Н., Вьюшков А.А., Мясникова М.Г. Формирование моделей сортов твердой пшеницы для Средневолжского региона. Самара: Самар. научн. центр РАН, 2009. 112 с.
9. Новоселов С.Н. Философия идеотипа сельскохозяйственных культур. I. Методология и методика [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ. 2006. № 24 (8). URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/27.pdf>.
10. Прядун Ю.П. Моделирование интенсивных идеотипов сортов ярового ячменя для Уральского региона // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (84). С. 57–63.
11. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Онищенко Л.М. Региональная агрохимия. Северный Кавказ. Краснодар: КубГАУ. 2006. 502 с.
12. Щепетков А.А. К итогам работы по селекции зимующего гороха и зимующего овса // Сборник научных трудов. Вып. IV. Майкоп: Качество, 2001. С. 219–243.

REFERENCES:

1. Batalova G.A. World diversity as a basis for adaptive breeding of oats. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2015; 176(1): 37–46. (In Russ.)
2. Goncharov P.L. Optimization of the breeding process // Improving the efficiency of breeding and seed production of agricultural plants. Novosibirsk: SibNIIRS SO RAAS, 2001: 5–16. (In Russ.)

3. Grebennikova I.G., Stepochkin P.I., Aleinikov A.F. Computer technologies for evaluating the breeding material of spring triticales. Achievements of Science and Technology of APK. 2012; 9: 79–82. (In Russ.)
4. Dospekhov B.A. Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985. (In Russ.)
5. Krupnov V.A. Problems of creating a model variety. Breeding and seed production. 1981; 9: 7–11. (In Russ.)
6. Kuzenko M.A., Gudkova G.N. Parameters of the ideotype of wintering oats of the grain direction. New technologies. 2015; 3: 116–125. (In Russ.)
7. Loskutov I.G. Oats (*Avena L.*). Distribution, systematics, evolution and selection. St. Petersburg: GNTs RF VIR, 2007. (In Russ.)
8. Malchikov P.N., Vyushkov A.A., Myasnikova M.G. Formation of durum wheat varieties models for the Middle Volga region. Samara: Samar. scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2009. (In Russ.)
9. Novoselov S.N. Philosophy of the ideal type of agricultural crops. I. Methodology and methodology [Electronic resource]. Scientific journal of KubSAU. 2006; 24(8). URL: <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/27.pdf>. (In Russ.)
10. Pryadun Yu.P. Modeling of intensive ideotypes of spring barley varieties for the Ural region. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2020; 4(84): 57–63. (In Russ.)
11. Sheudzhen A.Kh., Kurkaev V.T., Onishchenko L.M. Regional agrochemistry. North Caucasus. Krasnodar: KubSAU, 2006. (In Russ.)
12. Shchepetkov A.A. To the results of work on the selection of wintering peas and wintering oats. Collection of scientific papers. Iss. IV. Maikop: Kachestvo, 2001. P. 219–243.

Информация об авторе / Information about the author

Кузенко Марина Валентиновна, ведущий научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства Научно-исследовательского института сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Маикопский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук
 kuzenkomarina74@mail.ru
 тел.: +7 (903) 466 51 39

Marina V. Kuzenko, a leading researcher of the Department of Breeding and Primary Seed Production of the Research Institute of Agriculture of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Candidate of Agricultural Sciences
 kuzenkomarina74@mail.ru
 tel.: +7 (903) 466 51 39

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-180-191>

УДК 633.11»324»:631.8

© 2022

Поступила 09.11.2022

Received 09.11.2022



Принята в печать 20.12.2022

Accepted 20.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И МИКРОБИОУДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Нурбий И. Мамсиров^{1*}, Арсен А. Мнатсаканян²,
Александр В. Загорюлько³, Армен А. Макаров⁴

¹ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

²ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»;
Центральная Усадьба КНИИСХ, г. Краснодар, 350012, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

⁴ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская»; поселок и(при) станция(и) ПОСС,
территория Буденновск-3, район Буденновский,
Ставропольский край, 356803, Российская Федерация

Аннотация. В агротехнологиях возделывания полевых культур регуляторы роста растений, равно как и микробиоудобрения, способны благоприятно воздействовать на почвенную микрофлору, не приводя при этом к экологически неблагоприятным для биосферы последствиям. Существенно возрастает и экономическая эффективность производства зерновых культур, в частности озимой пшеницы. В статье представлены результаты многолетних исследований по комплексному изучению адаптационных параметров, существующих на сегодняшний день инновационных элементов применительно к технологии возделывания озимой пшеницы в предгорьях Республики Адыгея. А именно препаратов, предназначенных для максимально полного раскрытия потенциала урожайности возделываемой культуры: стимуляторов роста Альфафастим, Агростимул и микробиоудобрения Экобактер-Терра. В задачи исследований входило исследование направлений и степени воздействия микробиоудобрения и регуляторов роста растений на посевные качества озимой пшеницы; установление характерных изменений в последующих процессах роста и развития культуры вследствие применения изучаемых препаратов; выявление и анализ данных урожайности озимой пшеницы, обработанной изучаемыми препаратами; комплексная оценка эффективности использования микробиоудобрения Экобактер-Терра и регуляторов роста Альфафастим, Агростимул в процессе выращивания

озимой пшеницы. В результате проведенных исследований доказано, что в условиях предгорья Адыгеи при выращивании озимой пшеницы считается выгодным и экономически оправданным внесение азотной подкормки в дозе N_{70} в ранневесенний период, наряду с использованием регулятора роста Альфастим в форме обработки семенного материала 25 г/т + посевов в фазу кущения 25 г/га + посевов в фазу колошения 25 г/га. Данные элементы технологии возделывания позволяют повысить урожайность до 7,35 т/га (+0,83 т/га к контролю) и получить чистый доход в дополнительном размере 7732,2 руб./га.

Исследования проводились на оборудовании ЦКП «Эксперт» ФГБОУ ВО «МГТУ».

Ключевые слова: озимая пшеница, посевные качества семян, всхожесть, корневая система, стимуляторы роста, корневая система, минеральные удобрения, азотные подкормки, биоудобрения, структура урожая, урожайность, экономическая эффективность

Для цитирования: Комплексное исследование воздействия стимуляторов роста и микробиоудобрения на продуктивность озимой пшеницы / Мамсиров Н.М. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 180-191. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-180-191>

A COMPREHENSIVE RESEARCH OF THE IMPACT OF GROWTH STIMULATORS AND MICROBIOFERTILIZER ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

Nurbiy I. Mamsirov^{1*}, Arsen A. Mnatsakanyan²,
Alexander V. Zagorulko³, Armen A. Makarov⁴

¹ FSBEI HE "Maikop State Technological University";
191 Pervomayskaya str., Maikop, 385000, the Russian Federation

² FSBSI «The National Grain Center named after P.P. Lukyanenko» Central Estate of KSRIA,
Krasnodar, 350012, the Russian Federation

³ FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin";
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

⁴ FSBI "Station of agrochemical service "Prikskaya"; village and (at) station (s) of Field
Reference Network, territory of Budennovsk-3, the Budennovsky district,
the Stavropol Territory, 356803, the Russian Federation

Abstract. In agrotechnologies for the cultivation of field crops, plant growth regulators, as well as microbiofertilizers can have a beneficial effect on soil microflora, without leading to environmentally unfavorable consequences for the biosphere. The economic efficiency of the production of grain crops, in particular, winter wheat, is also significantly increasing. The article presents the results of many years of research on a comprehensive study of adaptation parameters, innovative elements that exist today in relation to the technology of growing winter wheat in the foothills of the Republic of Adygea. Namely, preparations intended for the fullest possible disclosure of the yield potential of the cultivated crop, Alfastim, Agrostimulus growth stimulants and Ecobacter-Terra microbiofertilizers. The objectives of the research are to study the directions and extent of the impact of micro-, bio-fertilizers and plant growth regulators on the sowing qualities of winter wheat; establishment of characteristic changes in the subsequent processes of growth and development of culture due to the use of the studied drugs; identification and analysis of data on the yield of winter wheat treated with the studied preparations; comprehensive assessment of the effectiveness of the use of Ecobacter-Terra microbiofertilizer and Alfastim, Agrostimulus growth regulators

in the process of growing winter wheat. As a result of the research, it has been proved that in the conditions of the foothills of Adygea, when growing winter wheat, it is considered profitable and economically justified to apply nitrogen fertilizer at a dose of N70 in the early spring, along with the use of Alfastim growth regulator in the form of seed treatment 25 g/t + crops in the phase tillering 25 g/ha + crops in the heading phase 25 g/ha). These elements of cultivation technology make it possible to increase the yield up to 7.35 t/ha (+0.83 t/ha to the control) and receive an additional net income of 7732.2 rubles/ha.

The studies were carried out on the equipment of the «Expert» Common Use Center of FSBEI HE «MSTU».

Keywords: winter wheat, sowing qualities of seeds, germination, root system, growth stimulants, root system, mineral fertilizers, nitrogen supplements, biofertilizers, crop structure, yield, economic efficiency

For citation: *A comprehensive reasearch of the impact of growth stimulators and microbio-fertilizer on the productivity of winter wheat / Mamsirov N.M. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 180-191. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-180-191>*

Важнейшей культурой зернового севооборота на территории Республики Адыгея, несомненно, является озимая пшеница. Она достаточно успешно выращивается на обширной площади – порядка 92 тыс. га, при общей уборочной площади озимых зерновых культур 106,8 тыс. га. Высокая урожайность культуры обусловлена преимущественно грамотной агротехнологией возделывания вкупе с благоприятными внешними факторами, как природными условиями, так и экономическими [9].

Настоящее исследование направлено, прежде всего, на определение роли агротехнологических приемов на темпы роста и развития культурных растений, в частности степень воздействия ростостимулирующих препаратов на активизацию генетического потенциала растения.

В настоящее время применяемые в сельском хозяйстве регуляторы роста, а также микробиоудобрения оказывают благотворное воздействие на почвенную микрофлору, не приводя к экологически неблагоприятным последствиям для биосферы [1; 3]. Экономическая эффективность производства при этом также значительно повышается [3].

Очевидна мировая тенденция роста объемов промышленного производства препаратов – регуляторов роста и

устойчивый потребительский спрос на них. Создание и успешное применение подобных препаратов является результатом высокого уровня современной науки. Новейшие биотехнологические разработки и химические исследования послужили толчком к созданию препаратов, отличающихся принципиально новыми качественными характеристиками и высокой эффективностью. По имеющимся на сегодняшний день данным, эти препараты обладают высокой степенью экологической безопасности как для человеческого организма, так и для окружающей среды [2].

Важнейшая отличительная черта рассматриваемых препаратов заключается в том, что основой для них послужили вещества природного происхождения, полученные из растений, обладающих хорошими иммуномодуляторными характеристиками [3]. Отечественное производство подобных препаратов насчитывает уже второй десяток лет. Препараты прошли государственную регистрацию и довольно успешно применяются в сельскохозяйственном производстве. Получены они из веществ, которые содержатся в хвойных деревьях. Речь идет о таких препаратах, как Силк, ВЭ (100 г/л тритерпеновых кислот), Новосил, ВЭ (100 г/л тритерпеновых кислот), Биосил ВЭ (100 г/л тритерпеновых

кислот), Вэрва, ВЭ (10 г/л тритерпеновых кислот), Лариксин, ВЭ (50 г/л дигидрокверцетина) и др.

С учетом общего уровня отечественного земледелия и потенциальных возможностей его повышения путем использования микробиоудобрений и регуляторов роста необходимо проработать технологию их использования, принимая во внимание как биологические характеристики возделываемых культур, так и почвенно-климатические особенности региона [6; 7; 8].

Исследования проводились с 2019 по 2022 сельскохозяйственные годы на слитых выщелоченных черноземах НИ-ИСХ ФГБОУ ВО «МГТУ». Основной целью исследований явилось комплексное исследование воздействия стимуляторов роста и микробиоудобрения и различных доз азотной подкормки на процессы роста, развития и урожайность озимой пшеницы в природно-климатических условиях Республики Адыгея.

В опыте предшественник – подсолнечник. Опыт двухфакторный, с расположением делянок в четыре яруса, в четырехкратной повторности (по Б.А. Доспехову) [4]. Варианты в опыте располагались систематически, методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки составляла 28 м², а учетной – 19,8 м². Минеральные удобрения в

дозе N₆₀P₆₀K₆₀ вносились фоном под основную обработку почвы.

Схема опыта включает:

Фактор А – препараты:

1. Контроль (обработка водой);
2. Экобактер-Терра (обработка семян в дозе 500 мл/т семян + некорневая подкормка – 600 мл/га);
3. Альфастим (обработка семян в дозе 25 г/т семян + некорневая подкормка – 25 г/га);
4. Агростимул (обработка семян в дозе 300 мл/т семян + некорневая подкормка – 400 мл/га);

Фактор В – дозы азотной подкормки (вносились в начале возобновления весенней вегетации):

1. N₀ контроль, содержание N-NO₃ – 2,3 мг/кг почвы;
2. N₅₀ – доведение содержания N-NO₃ до 6,0–6,5 мг/кг почвы (по почвенной диагностике);
3. N₇₀ – доведение содержания N-NO₃ до 8,0–8,5 мг/кг почвы (по почвенной диагностике).

Объектом исследования был взят сорт озимой мягкой пшеницы ГРОМ.

Оригинатором данного сорта является ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко». Сорт ГРОМ в 2010 году был внесен в Государственный реестр. Высота растения 85–90 см. Сорт имеет повышенную зимостойкость в полевых условиях (за годы испытания –

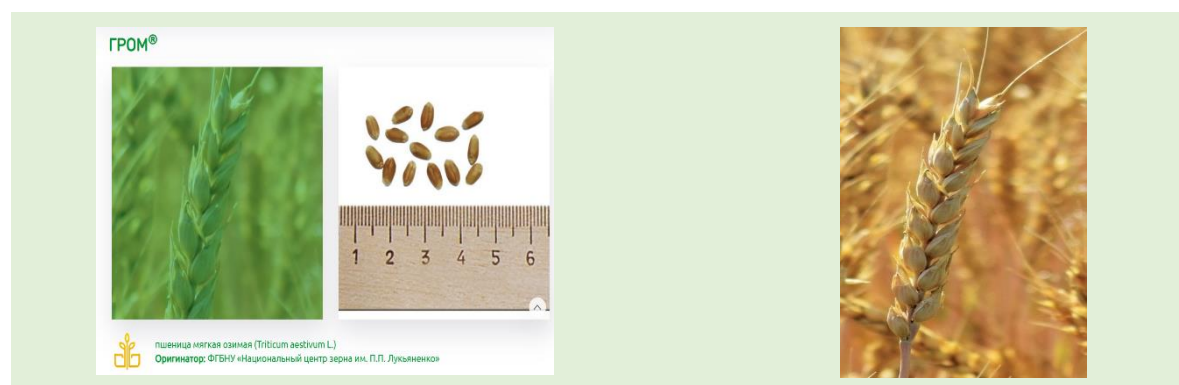


Рис. 1. Сорт озимой мягкой пшеницы ГРОМ

Fig. 1. GROM winter soft wheat variety

9,7 балла). Обладает высокой устойчивостью к полеганию – в пределах 9,5 баллов, к осыпанию – 9,7 баллов, к засухе – 8,7 баллов. Сорт среднеспелый (вегетационный период 278 суток). В годы испытаний показал среднюю урожайность – 8,61 т/га, максимальную (в Краснодарском крае) – 11,2 т/га. Масса 1000 зерен данного сорта составляет 40–42 г. Мукомольно-хлебопекарные показатели сорта – отличные. В зерне содержится 16,0% белка, клейковины – до 30,4%. Зерно сорта ГРОМ относится к ценному классу [10].

Предметом исследования выступили регуляторы роста растений, микро-биоудобрение и ранневесенние азотные подкормки. Регулятор роста растений Альфастим, Экобактер-Терра – микробиологический препарат второго поколения, активизирующий деятельность полезной почвенной микрофлоры, Агростимул – высокоэффективный биологический регулятор роста растений с иммуномодуляторными и антистрессовыми свойствами.

Появление всходов озимых зерновых в установленные агротехнические сроки и наличие у них хорошо развившейся системы корней – одно из немаловажных условий (а возможно, самое важное) их последующего полноценного

развития и получения стабильных урожаев [12].

У зерновых корневая система имеет определенные особенности (например, мощность, способность усваивать почвенную влагу и питательные вещества), которые определяются развитием растений в начальные фазы вегетации [13].

Изучаемые препараты стимулируют накопление корневой массы (табл. 1). Обработка семян Альфастимом, Агростимулом и Экобактер-Терра в фазе осеннего кушения способствовала образованию мощной первичной корневой системы: прибавка биомассы при обработке Экобактер-Терра порядка 8,0% относительно контроля, а Альфастимом – до 53,7%.

Вследствие использования Альфастима биомасса увеличилась гораздо больше, нежели по Агростимулу и Экобактер-Терра. Стимуляторы влияют и на показатели накопления воздушно-сухой массы. Внесение Экобактер-Терра повышает этот показатель на 0,19 г, применение Агростимула – на 0,3 г, а Альфастима – на 0,48 г. Подобная закономерность сохраняется и при обработке в фазу весеннего кушения.

Азотные удобрения (в частности, аммиачная селитра) применяются преимущественным образом в ранневесенний период для формирования хорошей

Таблица 1

Влияние исследуемых препаратов на изменение показателей корневой системы озимой пшеницы (в осенне-весенний период), 2019–2022 с.-х. гг.

Table 1

The influence of the studied preparations on the change in the indicators of the root system of winter wheat (in the autumn-spring period), 2019–2022 harvest years

Препарат	Биомасса корней 100 растений (г)		Воздушно-сухая масса корней 100 растений (г)	
	осень	весна	осень	весна
Контроль	3,78	5,56	0,62	1,14
Экобактер-Терра	4,08	6,12	0,81	1,23
Альфастим	5,81	7,32	1,10	1,50
Агростимул	4,72	5,88	0,92	1,21
НСР ₀₅	0,22	0,27	0,04	0,06

Таблица 2

Динамика содержания N-NO₃ в слое почвы 0–0,3 м под озимой пшеницей в условиях опыта, мг/кг почвы (2019–2022 с.-х. гг.)

Table 2

Dynamics of N-NO₃ content in the soil layer of 0–0.3 m under winter wheat under experimental conditions, mg/kg soil (2019–2022 harvest years)

Препарат	Доза азотной подкормки	Фаза вегетации		
		начало весенней вегетации	выход в трубку	колошение
Контроль	N ₀	2,2	1,8	1,8
Экобактер-Терра		2,3	2,2	2,1
Альфафастим		2,2	1,7	1,5
Агростимул		2,3	2,2	1,6
Контроль	N ₅₀	2,2	5,4	1,9
Экобактер-Терра		2,2	5,8	1,8
Альфафастим		2,3	5,4	1,4
Агростимул		2,2	5,9	2,1
Контроль	N ₇₀	2,3	6,3	1,8
Экобактер-Терра		2,2	6,9	1,8
Альфафастим		2,3	6,2	1,4
Агростимул		2,2	6,8	2,3

питательной среды для растений [5]. Весной, на момент начала вегетации в почве определяется порядка 2,3 мг/кг N-NO₃, и такой уровень показателен для выщелоченного чернозема Республики Адыгея. На протяжении всей вегетации данный показатель колеблется в зависимости от доз вносимых удобрений (табл. 2).

Если в такой период произвести подкормку (дозы N₅₀ и N₇₀), то к началу выхода в трубку количество нитратного азота значительно увеличится. В отсутствие подкормки (N₀) количество азота в контрольном варианте уменьшилось на 0,4 мг/кг почвы, в вариантах, где использовался препарат Альфафастим – на 0,5 мг/кг. В остальных случаях содержание азота было неизменно. Увеличение температуры воздуха, а также осадки, выпавшие в это время, спровоцировали активизацию процессов жизнедеятельности микроорганизмов, в результате чего произошло небольшое повышение количества N-NO₃, использованное растениями озимой пшеницы.

Внесение азотной подкормки в дозе N₅₀ позволяет повысить количество N-NO₃ – 5,4–5,9 мг/кг почвы. Этот показатель выше в опытах с применением микробиоудобрения Экобактер-Терра и регулятора роста Агростимул. Увеличение дозы азотной подкормки до N₇₀ доводит рассматриваемый показатель до 6,2–6,9 мг/кг почвы. В вариантах он распределяется аналогично внесенной подкормке.

В последующем количество азота планомерно уменьшается. Так, в период колошения, независимо от подкормки, содержание этого элемента падает до 1,4–2,3 мг/кг почвы. Минимальное содержание наблюдалось при использовании Альфафастима – 1,4–1,5 мг/кг почвы, на фоне применения Агростимула показатель достигал 2,1–2,3 мг/кг почвы. В период колошения основное количество данного микроэлемента осваивается растением, происходит его неизбежный отток из листьев, а количество азота в почве невелико [11]. Мониторинг содержания

Таблица 3

Содержание P_2O_5 в слое почвы 0–0,3 м под озимой пшеницей в условиях опыта,
мг/кг почвы (2019–2022 с.-х. гг.)

Table 3

The content of P_2O_5 in the soil layer of 0–0.3 m under winter wheat under experimental conditions,
mg/kg soil (2019–2022 harvest years)

Препарат	Доза азотной подкормки	Фаза вегетации		
		начало весенней вегетации	выход в трубку	колошение
Контроль	N_0	48	43	40
Экобактер-Терра		49	46	42
Альфастим		47	42	40
Агростимул		46	44	41
Контроль	N_{50}	49	44	43
Экобактер-Терра		50	47	44
Альфастим		46	42	41
Агростимул		47	41	42
Контроль	N_{70}	49	43	43
Экобактер-Терра		46	41	41
Альфастим		45	41	41
Агростимул		50	46	46

Таблица 4

Содержание K_2O в слое почвы 0–0,3 м под озимой пшеницей в условиях опыта,
мг/кг почвы (2019–2022 с.-х. гг.)

Table 4

The content of K_2O in the soil layer of 0–0.3 m under winter wheat under experimental conditions,
mg/kg of soil (2019–2022 harvest years)

Препарат	Доза азотной подкормки	Фаза вегетации		
		начало весенней вегетации	выход в трубку	колошение
Контроль	N_0	362	360	350
Экобактер-Терра		368	361	349
Альфастим		378	376	351
Агростимул		360	359	348
Контроль	N_{50}	363	364	345
Экобактер-Терра		368	370	342
Альфастим		361	358	340
Агростимул		360	361	342
Контроль	N_{70}	366	360	346
Экобактер-Терра		362	364	345
Альфастим		360	356	342
Агростимул		370	362	344

Таблица 5

Влияние исследуемых препаратов на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы, 2019–2022 с.-х. гг.

Table 5

The influence of the studied preparations on the formation of elements of the structure of the winter wheat crop, 2019–2022 harvest years

Вариант / Препарат	Продуктивный стеблестой (шт./м ²)	Количество (шт.)		Масса (г)	
		колосков в колосе	зерен в колосе	с 1 колоса	1000 зерен
Контроль	589,0	14,4	24,8	1,18	40,7
Экобактер-Терра	603,3	15,4	26,0	1,24	41,0
Альфафастим	614,7	14,6	27,9	1,28	39,8
Агростимул	605,0	15,3	27,3	1,28	40,7

подвижного фосфора представлен в таблице 3.

Количество P_2O_5 варьировало весьма незначительно на протяжении периода вегетации и оставалось в пределах 41–50 мг/кг почвы – согласно оценочной шкале, это свидетельствует о повышенном содержании.

Проведенный анализ данных, полученных в результате мониторинга содержания K_2O , свидетельствует о том, что количество данного микроэлемента, согласно используемой оценочной шкале, определяется как повышенное (табл. 4).

В результате исследования установлено, что применение исследуемых препаратов не приводило в опытах к существенному изменению содержания P_2O_5 и K_2O . Использование препаратов Экобактер-Терра (микробиоудобрения), Альфафастим и Агростимул (химического и биологического регуляторов роста) не оказало особого воздействия на динамику содержания биогенных элементов питания в почве.

В рамках исследования удалось достоверно подтвердить благотворное воздействие регуляторов роста и микробиоудобрения при выращивании озимой пшеницы на элементы структуры урожая без учета вносимых доз азотных подкормок (табл. 5).

Густота продуктивного стеблестоя способна значительно варьировать – в диапазоне 150–800 колосоносных стеблей на 1 м² посевов.

В опыте максимальная продуктивность стеблестоя отмечена в варианте обработки препаратом Альфафастим – 614,7 шт./м² (выше контроля на 25,7 шт./м², или на 4,2%). При обработке препаратом Экобактер-Терра продуктивный стеблестой составил 603,3 шт./м², препаратом Агростимул – 605 шт./м², при показателе на контрольном варианте – 589,0 шт./м² (ниже на 14,3 шт./м² (2,4%) и на 16,0 шт./м² (2,6%) соответственно).

Значимый элемент структуры урожая – продуктивность колоса озимой пшеницы. Базисный показатель этого элемента – количество колосков в колосе, которое закладывается и формируется прежде других. Если на ранних этапах развития сформировалось меньше элементов, это способны компенсировать образовавшиеся позже элементы, и в результате урожай снизится незначительно [12]. В проведенном опыте максимальное число колосков в колосе отмечалось в вариантах с применением препаратов Экобактер-Терра – 15,4 и Агростимул – 15,3 штук, тогда как на контроле зафиксировано 14,4 штук.

Количество зерен в колосе зависит от сложившихся на момент закладки

внешних условий, а также от его дифференциации и успешного цветения. Данный показатель варьирует в пределах 26,0–27,9 штук, при 24,8 штук на контроле. Использование Альфастим дает повышение количества зерен в колосе на 1,3–1,9 шт. (4,7–6,8%).

Еще один значимый показатель – масса зерна с одного колоса. Среднее значение в опыте – 1,23 г. Согласно полученным данным, при обработке препаратом Экобактер-Терра показатель составляет 1,24 г – отличие от контрольного варианта весьма незначительно (0,006 г). Обработка Альфастимом и Агростимулом повышает массу зерна на 0,10 г относительно контроля (1,18 г).

Выполненность зерна определяется массой 1000 зерен. Этот показатель напрямую зависит от внешних условий при формировании и наливе зерна. В исследованиях упомянутый показатель достиг среднего значения 40,5 г. Значимых

различий в вариантах опыта не отмечалось. В контрольном варианте показатель составил 40,7 г, в варианте с внесением Экобактер-Терра – 41,0 г, Альфастим и Агростимул – соответственно 39,8 и 40,7 г.

По результатам анализа урожайных данных (табл. 6), использование в опыте стимулирующих препаратов обеспечивает прибавку урожая зерна озимой пшеницы в пределах 0,5–0,75 т/га в сравнении со средним значением в контрольном варианте (6,01 т/га). Обработка семян и посевов препаратами во всех вариантах опыта способствовало формированию урожая зерна озимой пшеницы выше значений контроля: Агростимул – в пределах 6,62 т/га, Экобактер-Терра – 6,5 т/га, Альфастим – 6,75 т/га.

Согласно проведенным исследованиям подтверждено повышение урожайности в результате применения препаратов, стимулирующих рост. Самым эффективным их использование оказалось при

Таблица 6

**Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от исследуемых факторов (т/га),
2019–2022 с.-х. гг.**

Table 6

**The yield of winter wheat grain depending on the studied factors (t/ha),
2019–2022 harvest years**

Вариант с препаратом (фактор А)	Вариант с азотной подкормкой (фактор В)	Средняя урожайность (т/га)	Среднее по фактору (т/га):	
			А	В
Контроль	N ₀	5,52	6,01	
	N ₅₀	5,98		
	N ₇₀	6,52		
Экобактер-Терра	N ₀	5,97	6,50	
	N ₅₀	6,45		
	N ₇₀	7,09		
Альфастим	N ₀	6,32	6,75	
	N ₅₀	6,79		
	N ₇₀	7,15		
Агростимул	N ₀	6,13	6,62	5,95
	N ₅₀	6,74		6,40
	N ₇₀	6,98		6,85
НСР ₀₅ т/га		0,41	0,11	0,09

обработке семян и посевов на фоне подкормки N_{70} , среднее значение урожайности по препаратам – 7,07 т/га, что выше контрольного значения на 0,55 т/га (7,83%).

В вариантах без подкормок (N_0) обработка семян поддерживала уровень урожайности – 5,97, 6,32 и 6,13 т/га (Экобактер-Терра, Альфастим и Агростимул соответственно).

Установлено, что вносимые препараты (фактор А) увеличивали урожайность пшеницы в пределах 0,45–0,80 т/га относительно контрольного варианта. Существенная прибавка урожайности зафиксирована в варианте с использованием Альфастима на фоне N_{70} – 0,63 т/га, больше контрольного значения на 8,81%, а в сравнении с остальными препаратами – на 0,57 т/га (8,03%) Экобактер-Терра и при внесении препарата Агростимул – 0,46 т/га (6,59%).

Заключение. Обработка семян озимой пшеницы регуляторами роста растений Альфастим, Агростимул микробиоудобрением Экобактер-Терра повышает энергию прорастания на 2,2–3,4% в сравнении с контрольным вариантом, происходит образование дополнительного числа корешков – 0,4 шт. на растение (8,9%), возрастает воздушно-сухая масса корешков – 0,10–0,46 г с 25 растений (37%), что достигается благодаря большому количеству ответвлений и корневых волосков.

Введение в технологию исследуемых препаратов оказывает положительное воздействие на скорость появления всходов и способствует

формированию в осенне-весенний период сильной корневой системы. Регуляторы роста Альфастим, Агростимул и микробиоудобрение Экобактер-Терра позволяют добиться значительного повышения числа побегов на растениях и положительно воздействуют на увеличение продуктивной кустистости озимой пшеницы – до 1,67 шт./раст. в сравнении с 1,5 шт./раст. в контрольном варианте (больше на 4–11,3%).

Согласно полученным данным, в ранние фазы вегетации препараты повлияли и на высоту озимой пшеницы: она на 1,0 см больше контрольного варианта при использовании Экобактер-Терра; на 1,3 и 2,5 см при использовании соответственно Альфастима и Агростимула.

Обработка Экобактер-Терра дает увеличение числа листьев в фазу весеннего кущения озимой пшеницы – на 2,6 шт./раст. больше, чем в контрольном варианте, применение Агростимула и Альфастима увеличивает показатель на 1,0 и 3,6 шт./раст. соответственно.

Использование регуляторов роста Альфастим, Агростимул водорастворимого микробиоудобрения Экобактер-Терра приводит к увеличению урожайности озимой пшеницы и в вариантах с внесением азотной подкормки и без нее. Однако максимальные урожаи отмечены на фоне применения азотной подкормки в дозе N_{70} с препаратами – Экобактер-Терра (7,09 т/га), Агростимул (6,98 т/га) и Альфастим (7,15 т/га), тогда как в контрольном варианте – 6,52 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Амиров М.В. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на урожайность и качество зерна яровой твердой пшеницы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (24). С. 85–87.
2. Балашов В.В., Агафонов А.К. Влияние регуляторов роста и фунгицидов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области // Плодородие. 2013. № 1 (70). С. 28–30.
3. Вакуленко В.В., Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2001. № 2. С. 27–29.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

5. Роль плодородия почвы и средств химизации земледелия в формировании продуктивности озимой пшеницы / А.М. Кравцов [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 64. С. 88–97.
6. Кравцов А.М., Загорулько А.В., Кравцова Н.Н. Влияние приемов агротехники на обеспеченность растений питательными веществами и продуктивность озимой пшеницы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 65. С. 76–82.
7. Продуктивность и технологические качества зерна озимой пшеницы сорта Гром в зависимости от применения регуляторов роста растений и азотных подкормок / Макаров А.А. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 4. С. 111–125.
8. Мамсиоров Н.И., Ачугов З.Р., Макаров А.А. Эффективность регуляторов роста при возделывании новых сортов озимой пшеницы // Экология: вчера, сегодня, завтра: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Майкоп, 2019. С. 301–308.
9. Мамсиоров Н.И., Мнатсаканян А.А. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 3. С. 77–85.
10. Сорта пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ имени П.П. Лукьяненко / КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Краснодар, 2021. 167 с.
11. Влияние системы обработки почвы, удобрений, гербицида и регулятора роста на сорный компонент в посевах озимой пшеницы / В.И. Турусов [и др.] // Защита и карантин растений. 2015. № 12. С. 26–28.
12. Шаповал О.А. Формирование урожая озимой пшеницы при обработке регуляторами роста // Плодородие. 2004. № 3 (18). С. 16–18.
13. Kishev A.Y. [et al.] Improvement of cultivation technology of winter durum wheat in the conditions of the Kabardino-Balkarian republic. E3S Web of Conferences. Сер. «International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations», FARBA 2021.

REFERENCES:

1. Amirov M.V. Influence of pre-sowing treatment of seeds with microelements on the yield and grain quality of spring durum wheat. Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2012; 1(24): 85–87. (In Russ.)
2. Balashov V.V., Agafonov A.K. Influence of growth regulators and fungicides on the yield and grain quality of winter wheat in the subzone of light chestnut soils of the Volgograd region. Fertility. 2013; 1(70): 28–30. (In Russ.)
3. Vakulenko V.V., Shapoval O.A. Plant growth regulators in agricultural production. Fertility. 2001; 2: 27–29. (In Russ.)
4. Dospekhov B.A. Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat; 1985. (In Russ.)
5. Kravtsov A.M. [et al.] The role of soil fertility and means of chemicalization of agriculture in the formation of winter wheat productivity. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2021; 64: 88–97. (In Russ.)
6. Kravtsov A.M., Zagorulko A.V., Kravtsova N.N. Influence of agricultural techniques on the provision of plants with nutrients and the productivity of winter wheat. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2021; 65: 76–82. (In Russ.)
7. Makarov A.A. [et al.] Productivity and technological qualities of Grom winter wheat variety grain depending on the use of plant growth regulators and nitrogen supplements. New technologies. 2021; 17(4): 111–125. (In Russ.)
8. Mamsirov N.I., Achugov Z.R., Makarov A.A. The effectiveness of growth regulators in the cultivation of new varieties of winter wheat. Ecology: yesterday, today, tomorrow: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Maykop; 2019: 301–308. (In Russ.)

9. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A. Efficiency of different doses of mineral fertilizers for winter wheat. *New technologies*. 2021; 17(3): 77–85. (In Russ.)
10. Varieties of wheat and triticale of the Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P.P. Lukyanenko. Krasnodar, 2021. (In Russ.)
11. Turusov V.I. [et al.] Influence of tillage system, fertilizers, herbicide and growth regulator on the weed component in winter wheat crops. *Protection and quarantine of plants*. 2015; 12: 26–28. (In Russ.)
12. Shapoval O.A. Formation of the harvest of winter wheat when treated with growth regulators. *Fertility*. 2004; 3(18): 16–18. (In Russ.)
13. Kishev A.Y. [et al.] Improvement of cultivation technology of winter durum wheat in the conditions of the Kabardino-Balkarian republic. *E3S Web of Conferences*. Series «International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations», FARBA 2021. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

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

Арсен Аркадьевич Мнатсаканян, заведующий лабораторией земледелия ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», кандидат сельскохозяйственных наук
newagrotech2015@mail.ru
тел.: 8 (918) 654 42 98

Загорюлько Александр Васильевич, заведующий кафедрой растениеводства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», доктор сельскохозяйственных наук, профессор
rastenievod@kubsau.ru,
тел.: +7 (988) 366 73 36

Макаров Армен Александрович, и.о. директора ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская», кандидат сельскохозяйственных наук
makarov.georgievsk@mail.ru
тел.: +7 (961) 494 62 80

Nurbii I. Mamsirov, head of the Department of Agricultural Production Technology of FSBEI HE «Maikop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, an associate professor
nur.urup@mail.ru
tel.: +7 (918) 223 23 25

Arsen A. Mnatsakanyan, head of the Agriculture Laboratory of FSBSI «The National Grain Center named after P.P. Lukyanenko», Candidate of Agricultural sciences
newagrotech2015@mail.ru
тел.: 8 (918) 654 42 98

Alexander V. Zagorulko, head of the Department of Crop Production, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University. I.T. Trubilin», Doctor of Agricultural Sciences, a professor
rastenievod@kubsau.ru,
tel.: +7 (988) 366 73 36

Armen A. Makarov, an acting director of the Federal State Budgetary Institution «Prikumskaya Agrochemical Service Station», Candidate of Agricultural Sciences
makarov.georgievsk@mail.ru
tel.: +7 (961) 494 62 80

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-192-200>

УДК 635.621:669.018.674:631.674.5

© 2022

Поступила 01.11.2022

Received 01.11.2022



Принята в печать 22.12.2022

Accepted 22.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

СОДЕРЖАНИЕ В ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЕ ТЫКВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ НАНЕСЕНИИ ИХ СПОСОБОМ ДОЖДЕВАНИЯ

Александр В. Погорелов¹, Марзят М. Брантова^{2*}
Александр И. Мельченко¹, Татьяна В. Князева¹

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

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

Аннотация. Получение высоких урожаев сельскохозяйственных растений с надлежащим качеством на загрязненных тяжелыми металлами почвах приобретает актуальнейшее значение для современных аграриев Кубани. Цель исследований – изучить накопление тяжелых металлов в вегетативных органах тыквенных растений в зависимости от свойств почвы и физико-химических свойств загрязнителей. Задачи: определить влияние физико-химических свойств почвы на накопление тяжелых металлов в вегетативной части изучаемых растений; определить влияние химических свойств тяжелых металлов на накопление их в вегетативной части изучаемых растений. Методом полевых исследований изучено накопление в вегетативной массе тыквы (сорт Мраморная) тяжелых металлов при нанесении их способом дождевания в зависимости от физико-химических свойств почвы. Тяжелые металлы в растениях определены методом ААС. Установлено, что при выращивании изучаемого растения на богарном участке лугово-черноземной почвы в листе накопилось меди и кадмия меньше, чем в почве рисового чека, соответственно в 2,2 и 4,9 раз. Изучаемые тяжелые металлы оказали угнетающее влияние на биометрические показатели тыквы. На опытных деланках лугово-черноземной почвы богарный участок и почве рисового чека произошло снижение изучаемых биометрических параметров по сравнению с контролем. Причем на лугово-черноземной почве рисового чека это снижение было более интенсивным. Под влиянием тяжелых металлов и свойств почвы произошло снижение урожайности изучаемого растения: для первого варианта она составила 24,0 т/га, для второго – 8,2 т/га. При выращивании тыквы сорта Мраморная на лугово-черноземной почве на богарном участке кадмия накопилось больше, чем меди в 16,0 раз, на лугово-черноземной почве рисового чека это различие составило в 47,0 раз. Одна из причин такого различия в накоплении тяжелых металлов – их физиологическая роль для изучаемого растения.

Ключевые слова: тыква, сорт Мраморная, вегетативная масса, почва, богара, полевые условия, миграция, тяжелые металлы, дождевание, угнетение растений, урожай, накопление

Для цитирования: Содержание в вегетативной массе тыквенных растений тяжелых металлов при нанесении их способом дождевания / Погорелов А.В. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 192-200. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-192-200>

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE VEGETATIVE MASS OF PUMPKIN PLANTS WHEN APPLIED BY THE SPRINKLING METHOD

Alexander V. Pogorelov¹, Marzyat M. Brantova^{2*},
Alexander I. Melchenko¹, Tatiana V. Knyazeva¹

¹ FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»;
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

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

Abstract. Obtaining high yields of agricultural plants with their proper quality on soils contaminated with heavy metals is of the utmost importance for modern farmers of the Kuban. The purpose of the research is to study the accumulation of heavy metals in the vegetative organs of pumpkin plants, depending on the properties of the soil and the physical and chemical properties of pollutants. The tasks are to determine the influence of the physical and chemical properties of the soil on the accumulation of heavy metals in the vegetative part of the studied plants; to determine the influence of the chemical properties of heavy metals on their accumulation in the vegetative part of the studied plants. By the method of field research, the accumulation of heavy metals in the vegetative mass of pumpkin, Mramornaya variety, when applied by sprinkling method, depending on the physico-chemical properties of the soil, has been studied. Heavy metals in plants are determined by the AAS method. It has been found that when growing the studied plant on a rain-fed plot of meadow-chnozem soil, copper and cadmium accumulated in the foliage less than in the soil of rice check, respectively 2.2 and 4.9 times. The studied heavy metals had a depressing effect on the biometric parameters of the pumpkin. On the experimental plots of meadow-chnozem soil of the bogarny plot and the soil of the rice check, there was a decrease in the studied biometric parameters compared with the control. Moreover, on the meadow-chnozem soil of the rice check, this decrease was more intense. Under the influence of heavy metals and soil properties, the yield of the studied plant decreased: for the first variant it was 24.0 t/ha, for the second – 8.2 t/ha. When growing Mramornaya pumpkin variety on meadow-chnozem soil, a rain-fed area of cadmium accumulated more than copper by 16.0 times, on meadow-chnozem soil of rice check, this difference was 47.0 times. One of the reasons for this difference in the accumulation of heavy metals is their physiological role for the plant under study.

Keywords: pumpkin, «Mramornaya» variety, vegetative mass, soil, bogara, field conditions, migration, heavy metals, sprinkling, plant oppression, harvest, accumulation

For citation: The content of heavy metals in the vegetative mass of pumpkin plants when applied by the sprinkling method / Pogorelov A.V. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 192-200. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-192-200>

Одной из важнейших задач в развитии овощеводства на Кубани является получение высоких урожаев качественной продукции. Тыквенные растения издавна выращивают

на территории Краснодарского края, поэтому они занимают немалые площади в овощном севообороте. Плод тыквы – многосемянная ложная ягода (тыквина) отличается высокой энергетической емкостью, содержит в себе белки, углеводы (включая моно- и дисахариды), пектины, органические кислоты, витамины, макро- и микроэлементы, фермент уреазы, салициловую кислоту, фенольные гликозиды и т.д. Плоды тыквы используют в пищу. Однако при длительном использовании земли в сельскохозяйственном производстве и применении химических препаратов почва может загрязняться. Загрязняющие вещества могут вступать в биологические круговороты и по трофической цепи почва – растение накапливаться в вегетативной и генеративной части сельскохозяйственных растений. При этом падает урожайность выращиваемого растения, ухудшается качество плодов. Одним из таких загрязнителей, который может оказывать влияние на рост и развитие растения, качество его плодов – тяжелые металлы.

«Тяжелые металлы – группа химических элементов, имеющих плотность более 5 г/см³. Для биологической классификации правильнее руководствоваться не плотностью, а атомной массой, то есть относить к тяжелым все металлы с относительной атомной массой более 40» [3; 4; 8–10]. Приведенное выше определение подчеркивает свойства, по которым многие химические элементы группы металлов Периодической системы Менделеева могут быть отнесены к тяжелым металлам. Однако они же при определенных количественных показателях переходят в группу микроэлементов, причем многие из них просто необходимы для нормального роста и развития растений.

Количественные показатели, по которым микроэлементы переходят в группу тяжелых металлов, иными словами предельно допустимые концентрации, играют наиважнейшую роль при определении состояния почвы как субстрата

для выращивания сельскохозяйственных растений, так и для определения качества выращиваемой продукции.

Довольно большое количество тяжелых металлов находится в минеральных удобрениях. Сырье, которое используется при производстве химических препаратов, содержит загрязнители в различных концентрациях. Избавиться от примесей в сырье при производстве удобрений практически невозможно. Важно при применении химических препаратов знать не только о содержании этих загрязнителей в удобрениях, но и обязательно учитывать, что в различном сырье содержание тяжелых металлов может сильно различаться. А следовательно, и загрязнение почвы может идти в интенсивном режиме. Нередко в сельскохозяйственное производство поступают импортные удобрения. Содержание примесей в виде тяжелых металлов в иностранном сырье, из которого производят удобрения, различно. Поэтому и содержание тяжелых металлов в удобрениях, изготовленных из такого сырья, может сильно отличаться от отечественных. В связи с возможным высоким содержанием некоторых тяжелых металлов, а иногда и целой их группы в импортном сырье, удобрения содержат высокие концентрации загрязнителя. Применение таких удобрений гораздо быстрее приведет к загрязнению почвы. В химических препаратах в виде тяжелых металлов могут оказаться медь, кадмий, цинк, свинец, ртуть и т.д. Все они в конечном итоге могут оказаться в почве сельскохозяйственных угодий. То есть в почвах происходит накопление тяжелых металлов, а их влияние на сельскохозяйственные растения в основном носит отрицательный характер.

Однако растения могут загрязняться не только корневым путем – из почвы, но и аэральным – при выпадении загрязненных осадков. Как показал печальный опыт аварийных ситуаций на химических комбинатах в разных странах, загрязнители могут оказаться в атмосфере. При этом их перенос воздушным путем может исчисляться даже

не сотнями, а тысячами километров. В конечном итоге, осадки в различном их виде попадают в почву или растения. В осадках могут содержаться различные тяжелые металлы в различных концентрациях.

Объектами исследований являлись посевы тыквы сорта Мраморная. В исследованиях по накоплению тяжелых металлов в вегетативных органах тыквенных растений использованы медь и кадмий, соответственно, в виде солей: CuSO_4 и CdSO_4 на лугово-черноземной почве. Повторность в опыте 4-кратная, концентрация изучаемых тяжелых металлов – 5 ПДК. Применено систематическое размещение вариантов в один ярус.

Место проведения опыта – селекционно-семеноводческий участок отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса», г. Краснодар. Площадь учетной делянки 3×3 м (9 м^2). Исследования выполняли в полевых условиях с использованием методик С.С. Литвинова [6], которые наиболее подходят к данному варианту закладки опытных делянок и их изучению. Кроме того, нами применена для статистической обработки экспериментального материала методика полевого опыта Б.А. Доспехова [5]. Закладка опытных делянок и уход за ними выполнялись согласно агротехнике, разработанной в отделе овощекartoфелеводства ФГБНУ «ФНЦ риса». Данная агротехника принята для выращивания тыквенных растений в условиях Краснодарского края.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (без обработки): лугово-черноземная почва, богарный участок;
2. Дождевание CuSO_4 , сорт тыквы Мраморная, лугово-черноземная почва, богарный участок;
3. Дождевание CdSO_4 , сорт тыквы Мраморная, лугово-черноземная почва, богарный участок;
4. Контроль (без обработки): лугово-черноземная почва рисового чека;

5. Дождевание CuSO_4 , сорт тыквы Мраморная, лугово-черноземная почва рисового чека;

6. Дождевание CdSO_4 , сорт тыквы Мраморная, лугово-черноземная почва рисового чека;

Расход рабочей жидкости: $2,5 \text{ л/м}^2$. Обработка вегетирующих тыквенных растений выполнена в фазу цветения.

Содержание тяжелых металлов определяли в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Испытательная лаборатория «Центр качества пищевой продукции» НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции, спектрометр атомно-абсорбционный модификации МГА-915.

Тыква на Кубани возделывается уже несколько десятилетий. По питательным свойствам она занимает одно из ведущих мест среди овощных культур. На протяжении всех лет ее выращивания продолжается селекционная работа, разрабатываются новые приемы агротехники, изучается влияние атмосферных выпадений и почвы на накопление загрязнителей в вегетативной и генеративной ее части. Одним из таких загрязнителей, который в последние несколько лет особенно сильно проявляет свои негативные качества для овощных культур, являются тяжелые металлы. В настоящее время задачи по определению содержания тяжелых металлов в плодах и вегетативной части тыквы приобрели особую актуальность.

Тыква дает съедобный плод, однако и листья этого растения могут быть использованы в пищу не только животными, но и человеком. В состав тыквенных листьев входят: витамины А, С, В₁, В₂, В₃, В₆, РР, калий, кальций, железо, магний, марганец, медь, селен, фосфор, цинк.

У листьев тыквы хорошие вкусовые качества. Их добавляют в салаты в сыром виде, фаршируют, маринуют, солят, варят супы, используют в качестве начинки для закрытых пирогов. Отвары из

тыквенных листьев приятные на вкус, пахнут шпинатом. Листья часто используют вегетарианцы, добавляя в каши, овощные котлеты, холодные супы.

Тыква – безотходный продукт. В пищу используют и мякоть, и зеленые листья, и цветки. Польза ботвы заключена в богатом химическом составе и лечебном эффекте. Зеленые побеги в свежем виде станут отличным дополнением к блюдам, настои и отвары помогут улучшить состояние при заболеваниях внутренних органов.

Однако все эти полезные свойства имеет силу в случае, когда растение тыквы не имеет химического загрязнения, которое может только навредить

потребителю. Поэтому одной из актуальных задач в настоящее время является исследование накопления тяжелых металлов в вегетативной части тыквы в зависимости от почвенной характеристики и химических свойств загрязнителей.

Одной из причин различий в накоплении изучаемых тяжелых металлов в вегетативных органах тыквы являются свойства почвы, на которой ее выращивали (см. табл. 1, 2).

В Краснодарском крае продолжает развиваться рисоводческое направление. Исследования процессов, происходящих с почвами, на которых выращивается рис, выполняются, однако до настоящего

Таблица 1

Свойства лугово-черноземной почвы богарного участка

Table 1

Properties of the meadow-chnozem soil of the rainfed area

Глубина, см	Гумус (по Тюрину), %	рН водный	Плотность твердой фазы почвы, г/см ³	Объемная плотность почвы, г/см ³	Пористость, %	Физический песок >0,01 мм	Физическая глина <0,01 мм	Ил <0,001 мм
0–25	3,6	6,7	2,70	1,30	51,3	36,3	63,7	31,4
30–40	3,5	6,7	2,70	1,31	51,1	36,8	63,2	34,9
50–60	3,4	6,7	2,70	1,34	50,3	37,0	63,0	36,1
70–80	2,6	6,9	2,70	1,35	50,0	37,0	63,0	36,2
100–120	1,9	7,0	2,73	1,41	48,0	37,6	62,4	35,6
140–150	1,5	7,0	2,75	1,42	47,9	37,6	62,4	35,0

Таблица 2

Свойства лугово-черноземной почвы рисового чека

Table 2

Properties of the meadow-chnozem soil of the rice field

Глубина, см	Гумус (по Тюрину), %	рН водный	Плотность твердой фазы почвы, г/см ³	Объемная плотность почвы, г/см ³	Пористость, %	Физический песок >0,01 мм	Физическая глина <0,01 мм	Ил <0,001 мм
0–25	3,4	6,5	2,68	1,30	50,6	35,4	64,6	38,4
30–40	3,1	6,5	2,69	1,38	48,9	35,1	64,9	37,9
50–60	3,1	6,5	2,72	1,38	48,8	36,8	63,2	37,9
70–80	2,9	6,7	2,73	1,40	48,5	36,3	63,7	38,2
100–120	2,5	6,8	2,73	1,43	47,6	37,2	62,8	31,6
140–150	1,2	6,9	2,73	1,43	47,5	37,6	62,4	33,0

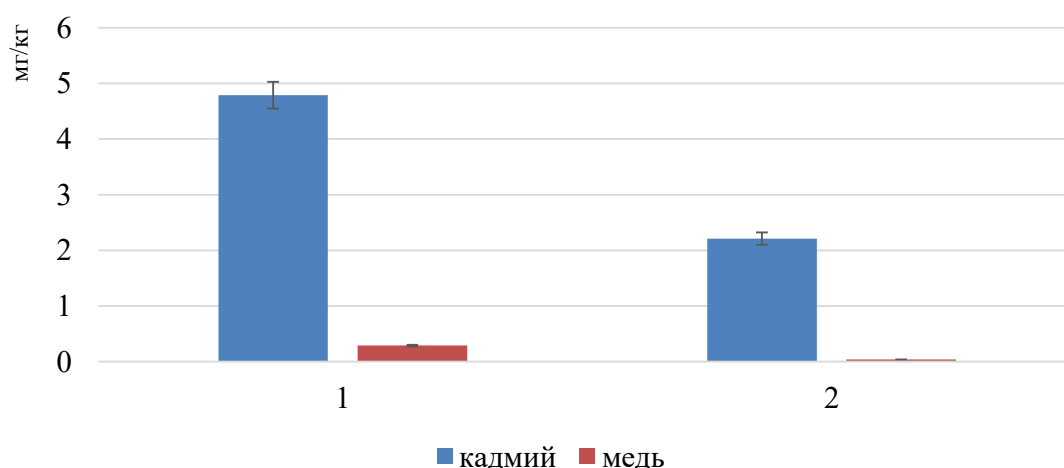


Рис. 1. Содержание изучаемых тяжелых металлов в вегетативной массе тыквы, сорт Мраморная (1 – лугово-черноземная почва рисового чека, 2 – лугово-черноземная почва, богарный участок)

Fig. 1. The content of the studied heavy metals in the vegetative mass of pumpkin, Mramornaya variety (1 – meadow-chernozem soil of the rice field, 2 – meadow-chernozem soil of the rain-fed area)

времени практически отсутствует информация об использовании этих почв для выращивания тыквенных культур. Недостаточно информации о выращивании этих сельскохозяйственных растений на лугово-черноземных почвах в условиях богары.

Для условий Северного Кавказа выделены подтипы рисовых почв: рисовые черноземные (черноземы обыкновенные, типичные, выщелоченные, южные, лугово- и луговато-черноземные); рисовые луговые; рисовые лугово-болотные и т.д. [2].

Данные таблиц 1 и 2 указывают на то, что при выращивании риса на лугово-черноземной почве происходят довольно значительные изменения водно-физических свойств, уменьшается пористость, увеличивается объемная масса. Кроме того, можно отметить постепенное изменение механического состава почвы в сторону его утяжеления, а также увеличение доли илистой фракции.

Проведенными исследованиями установлены существенные различия в накоплении меди и кадмия в листьях тыквы сорта Мраморная в зависимости от почвенных условий ее выращивания (см. рис. 1).

В результате исследований выявлено различие в накоплении в вегетативной массе тыквы меди и кадмия в зависимости

от варианта ее выращивания. При выращивании изучаемого растения на богарном участке в листе накопилось кадмия и меди меньше, чем в почве рисового чека, соответственно в 2,2 и 4,9 раз.

Почвы с высоким содержанием органического вещества и глины не отличаются высокими показателями по миграции тяжелых металлов. Подобная характеристика почв подходит и для миграции радионуклидов. То есть черноземные почвы отличаются довольно высокой способностью к снижению интенсивности передвижения изучаемого загрязнителя. Кроме указанных свойств почвы, большее значение в изменении скорости миграции тяжелых металлов в почве имеет показатель РН. Наибольшая мобильность загрязнителя определена для кислых и даже подкисленных почв, наименьшая – для нейтральных и щелочных.

В почвах легкого механического состава, а также кислых и обедненных гумусом процессы миграции кадмия усиливаются [7].

Для определения причины установленного накопления тяжелых металлов в изучаемом растении следует применить комплексный подход. С одной стороны, такие свойства почв, как

Таблица 3

Биометрия изучаемого сорта тыквы Мраморная после нанесения тяжелых металлов

Table 3

Biometrics of the studied Mramornaya pumpkin variety after the application of heavy metals

Вариант	Показатели				
	Длина черешка листа, см	Длина главной жилки листа, см	Количество листьев на главном стебле, шт.	Зеленое покрытие, %	Длина стебля, см
Лугово-черноземная почва богарный участок	39	17	28	92,5	380,5
Лугово-черноземная почва рисового чека	21	11,5	16	66	204,5
Лугово-черноземная почва богарный участок (контроль)	40	22	30	99,5	424,0
Лугово-черноземная почва рисового чека (контроль)	23	14	19	75	244,5

кислотность, содержание органических веществ, гранулометрический состав оказывают влияние на накопление тяжелых металлов в изучаемом растении, с другой – они же влияют и на его рост и развитие. То есть накопление будет зависеть и от биологического состояния растения (таблица 3).

Изучаемые тяжелые металлы оказали угнетающее влияние на биометрические параметры тыквы (таблица 3). На опытных делянках лугово-черноземной почвы, богарный участок произошло снижение изучаемых биометрических параметров по сравнению с контролем: длины черешка листа на 1 см, длины главной жилки листа на 5 см, количества листьев на главном стебле на 2 шт., зеленого покрытия на 7%, длины стебля на 43,5 см. Такая же тенденция отмечена и для делянок лугово-черноземной почвы рисового чека: уменьшилась длина черешка листа на 2 см, длина главной жилки листа на 2,5 см, количество листьев на главном стебле на 3 шт., зеленое покрытие на 9%, длина стебля на 40,0 см.

Кроме того, нами обнаружено влияние свойств почвы (таблицы 1 и 2) на биометрические показатели тыквы даже

на контрольных делянках (без внесения тяжелых металлов) (таблица 3). Различия по изучаемым параметрам тыквы между лугово-черноземной почвой, богарный участок (контроль) и лугово-черноземная почва рисового чека (контроль) составило: длина черешка листа на 17 см, длина главной жилки листа на 8 см, количество листьев на главном стебле на 11 шт., зеленое покрытие на 24,5%, длина стебля на 179,5 см. На почве изучаемых вариантов это различие составило: длина черешка листа на 18 см, длина главной жилки листа на 5,5 см, количество листьев на главном стебле на 12 шт., зеленое покрытие на 26,5%, длина стебля на 176,0 см.

Экспериментальные данные биометрии изучаемого сорта тыквы Мраморная позволили также отметить, что большее накопление изучаемых тяжелых металлов в вегетативной части растения во втором варианте опыта привело к сильному ее угнетению, что, конечно же, сказалось на урожае выращиваемых растений.

Комплексный подход к исследованию влияния загрязнителей и свойств почвы позволит сделать объективные выводы о

состоянии изучаемого растения, его урожайности и качестве урожая.

Влияние тяжелых металлов и свойств почвы не могло не сказаться на урожайности изучаемого растения: для первого варианта она составила 24,0 т/га, для второго – 8,2 т/га.

Поступление тяжелых металлов на поверхность почвы продолжается и будет продолжаться дальше. В свою очередь, это приводит не только к нарушению физико-химического равновесия почвенной экосистемы, но и к дальнейшей деградации кубанских черноземов.

Кроме того, в деградирующих почвах нарушаются микробиологические процессы, в результате разрушения структуры ухудшается водно-воздушный режим, деградирует почвенный гумус, и в конечном счете почва теряет плодородие [7].

В результате выполненных исследований можно констатировать факт, что больше в вегетативной массе тыквы накопилось кадмия, чем меди как в первом, так и во втором варианте опыта. На богарном участке лугово-черноземной почвы различие составило в 16,0 раз, а на лугово-черноземной почве рисового чека – в 47,0 раз.

Одной из причин такого различия в накоплении химических элементов в вегетативной массе тыквы может быть их физиологическая роль.

Разделение химических элементов на группы, в зависимости от биологической роли и содержания их в растениях, предложенная [11; 12], довольно хорошо подтверждает это предположение.

Заключение

1. Свойства почвы оказали влияние на накопление изучаемых тяжелых металлов в вегетативных органах тыквы. При выращивании изучаемого растения на богарном участке в листе накопилось кадмия и меди меньше, чем на почве рисового чека, соответственно в 2,2 и 4,9 раз.

2. На лугово-черноземной почве рисового чека определено наибольшее угнетающее влияние на биометрические параметры тыквы.

3. Больше в вегетативной массе тыквы накопилось кадмия, чем меди, как в первом, так и во втором варианте опыта. На богарном участке лугово-черноземной почвы различие составило в 16,0 раз, а на лугово-черноземной почве рисового чека – в 47,0 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987. 142 с.
2. Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Тюльпанов В.И. Почвоведение (почвы Северного Кавказа): учебник. Краснодар, 2002. 723 с.
3. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. № 3. С. 368–375.
4. Водяницкий Ю.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами и металлоидами и их экологическая опасность (аналитический обзор) // Почвоведение. 2013. № 7. С. 872–881.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1968. 336 с.
6. Литвинов С.С. Методика опытного дела в овощеводстве. М., 2011. 648 с.
7. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах. Саратов, 2017. 178 с.
8. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на сельскохозяйственные растения / А.В. Погорелов [и др.] // Рисоводство. 2021. № 4 (53). С. 54–61.
9. Селюкова С.В. Тяжелые металлы в агроценозах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 85–93.
10. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 194 с.
11. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2003. 1028 с.

12. Шеуджен А.Х. Агробиогеохимия. Краснодар: КубГАУ, 2010. 877 с.

REFERENCES:

1. Alexeev Yu.V. Heavy metals in soils and plants. Leningrad: Agropromizdat. Leningrad. Department, 1987. (In Russ.)
2. Valkov V.F., Shtompel Yu.A., Tyulpanov V.I. Soil science (soils of the North Caucasus): a textbook. Krasnodar, 2002. (In Russ.)
3. Vodyanitsky Yu.N. Standards for the content of heavy metals and metalloids in soils. Eurasian Soil Science. 2012; 3: 368–375. (In Russ.)
4. Vodyanitsky Yu.N. Pollution of soils with heavy metals and metalloids and their environmental hazard (analytical review). Eurasian Soil Science. 2013; 7: 872–881. (In Russ.)
5. Dospekhov B.A. Methods of field experience. Moscow, 1968. (In Russ.)
6. Litvinov S.S. Experimental technique in vegetable growing. Moscow, 2011. (In Russ.)
7. Medvedev I.F., Derevyagin S.S. Heavy metals in ecosystems. Saratov; 2017. (In Russ.)
8. Pogorelov A.V. [et al.] Heavy metals in the environment and their impact on agricultural plants. Rice breeding. 2021; 4(53): 54–61. (In Russ.)
9. Selyukova S.V. Heavy metals in agroecosystems. Achievements of Science and Technology of APK. 2020; 34(8): 85–93. (In Russ.)
10. Titov A.F., Kaznina N.M., Talanova V.V. Heavy metals and plants. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 2014. (In Russ.)
11. Sheudzhen A.Kh. Biogeochemistry. Maikop: GURIPP “Adygeya”, 2003. (In Russ.)
12. Sheudzhen A.Kh. Agrobiogeochemistry. Krasnodar: KubSAU, 2010. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Погорелов Александр Вячеславович, аспирант ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

eternity1917@mail.ru

тел.: +7 (989) 262 52 65

Брантова Марзят Магомедовна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

marzyat.brantova@mail.ru

тел.: +7 (962) 765 25 03

Мельченко Александр Иванович, доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

alexkuban59@mail.ru

тел.: +7 (918) 336 27 73

Князева Татьяна Викторовна, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

cnyazeva.tatjana2015@yandex.ru

тел.: +7 (918) 315 81 27

Alexander V. Pogorelov, a Post-graduate Student of FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

eternity1917@mail.ru

tel.: +7 (989) 262 52 65

Marzyat M. Brantova, a Senior Lecturer of FSBEI HE «Maikop State Technological University»

marzyat.brantova@mail.ru

tel.: +7 (962) 765 25 03

Alexander I. Melchenko, Doctor of Biology, a Professor of FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

alexkuban59@mail.ru

tel.: +7 (918) 336 27 73

Tatyana V. Knyazeva, Candidate of Biology, an Associate Professor of FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

cnyazeva.tatjana2015@yandex.ru

tel.: +7 (918) 315 81 27

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-201-209>

УДК 634.1:546.42

© 2022

Поступила 20.10.2022

Received 20.10.2022



Принята в печать 22.12.2022

Accepted 22.12.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

НАКОПЛЕНИЕ ^{90}Sr В РАСТИТЕЛЬНОМ ОПАДЕ ПЛОДОВОГО ЦЕНОЗА

Виктория А. Погорелова¹, Бэлла С. Ципинова^{2*},
Евгений А. Мельченко¹, Юнус Н. Ашинов²

¹ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

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

Аннотация. Рост промышленного и сельскохозяйственного производства на фоне увеличения численности населения на планете требует все большего количества энергии. В настоящее время известно довольно много вариантов ее получения: тепловые и гидроэлектростанции, использование энергии солнца (солнечные батареи), ветра и т.д. Также продолжает довольно высокими темпами развиваться атомная энергетика. После аварий на Чернобыльской АЭС и в Японии на Фукусиме-1 во всем мире поднялась волна радиофобии. Но жизнь берет свое, и уже в настоящее время построены или строятся атомные электростанции в Белоруссии, Англии, Китае и т.д. Реакторы для АЭС модернизируются, однако гарантий от аварий нет. При этом возможно загрязнение различных территорий, в том числе и сельскохозяйственных угодий. Выполненная научная работа вносит заметный вклад в решение актуальной задачи – возврат радиоактивно загрязненных плодородных земель в сельскохозяйственное производство. Цель исследований – изучить миграцию и накопление ^{90}Sr в опаде в плодовом саду в зависимости от варианта расположения нуклида в почве. Для достижения цели исследований поставлены следующие задачи: определить удельную активность листы, коры и древесины яблони для варианта исследований при поверхностном расположении радионуклида на почве; определить удельную активность листы, коры и древесины яблони для варианта исследований при заглубленном расположении радионуклида в почву на 50 см. Для решения поставленных задач используется полевой метод, анализ содержания радионуклида в растении выполнен на приборе УСК ГАММА Плюс с бета-трактом. При расположении радионуклида в верхней части почвы наибольший вклад по радиационному признаку будет приносить кора плодового растения, затем листья и древесина. Наибольшее накопление радионуклида во втором варианте опыта произошло в листьях. Различие в удельной активности ^{90}Sr между листвой и корой в 2016 году составило 2,0 раза, между листвой и древесиной – 2,2 раза. Установлено, что изучаемые варианты опыта оказали влияние на накопление загрязнителя в растительный опад.

Ключевые слова: почва, радионуклид, растительный опад, миграция, накопление, плодовый ценоз, плодовый сад, загрязнители, радиоактивные загрязнения, чернозем выщелоченный, удельная активность

Для цитирования: Накопление ^{90}Sr в растительном опаде плодового ценоза / Погорелова В.А. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 4. С. 201-209. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-201-209>

ACCUMULATION OF ^{90}Sr IN PLANT LITTER OF FRUIT COENOSIS

Victoria A. Pogorelova¹, Bella S. Tsipinova^{2*},
Evgeny A. Melchenko¹, Yunus N. Ashinov²

¹ FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»;
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation

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

Abstract. The growth of industrial and agricultural production, against the backdrop of an increase in the population on the planet, requires an increasing amount of energy. Currently, quite a lot of options for its production are known: thermal and hydroelectric power plants, the use of solar energy (solar batteries), wind, etc. The nuclear power industry continues to develop at a fairly high pace. After the accidents at the Chernobyl nuclear power plant and in Japan, Fukushima 1, a wave of radiophobia rose around the world. But life is taking its toll, and nuclear power plants have already been built or are being built in Belarus, England, China, and so on. Reactors for nuclear power plants are being modernized, but there are no guarantees against accidents. In this case, pollution of various territories, including agricultural land, is possible. The performed scientific work makes a significant contribution to the solution of an urgent problem, i. e. the return of radioactively contaminated fertile lands to agricultural production. The purpose of the research is to study the migration and accumulation of ^{90}Sr in the litter in the orchard, depending on the location of the nuclide in the soil. To achieve the goal of the research, the following tasks have been set: to determine the specific activity of the foliage, bark and wood of the apple tree for the research option with the surface location of the radionuclide on the soil; to determine the specific activity of the foliage, bark and wood of the apple tree for the research option with a buried location of the radionuclide in the soil by 50 cm. To solve the tasks, the field method was used, the radionuclide content in the plant was analyzed on the USK GAMMA Plus device with a beta tract. When the radionuclide is located in the upper part of the soil, the bark of the fruit plant will make the greatest contribution in terms of radiation, followed by leaves and wood. The greatest accumulation of the radionuclide in the second variant of the experiment occurred in the leaves. The difference in the specific activity of ^{90}Sr between foliage and bark in 2016 was 2.0 times, between foliage and wood – 2.2 times. It was established that the studied variants of the experiment had an impact on the accumulation of the pollutant in the plant litter.

Keywords: soil, radionuclide, plant litter, migration, accumulation, fruit cenosis, orchard, pollutants, radioactive contamination, leached chernozem, specific activity

For citation: Accumulation of ^{90}Sr in plant litter of fruit cenosis / Pogorelova V.A. [et al.] // New technologies. 2022. V. 18, No. 4. P. 201-209. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-4-201-209>

Миграция радиоактивных веществ в звене «soil – plant» (почва – растение) является определяющей в процессах их перераспределения в наземных экосистемах в

целом. В плодовом ценозе за многие годы его эксплуатации образуется растительный опад. Он является своеобразным «депо» для многих загрязнителей, в том числе и для радионуклидов. Изучено накопление ^{90}Sr в опаде плодовых насаждений для случая, когда радионуклид расположен в почве на глубине 50 см и на ее поверхности.

Изучая миграцию и накопление ^{90}Sr из почвы в плодовые ценозы, возникают вопросы о содержании радионуклида в опаде. Основной вклад в поступление растительных остатков в подстилку составляет опад листьев, коры, отмерших ветвей. В XXI веке исследования процессов трансформации растительных остатков в составе опада изучаемого ценоза и выноса из него радиационной составляющей, несомненно, становятся одной из главных составляющих при изучении миграции различных загрязнителей в звене «soil – plant». Как уже было сказано, растительные подстилки являются основным «депо» радионуклидов при различных вариантах поступления, кроме того, в процессе разложения опада создаются некоторые физические и химические действия, которые улучшают условия для возможного перехода радионуклидов в более подвижные, доступные формы.

Интенсивность выщелачивания из опада в лесных ценозах различных радионуклидов практически одинакова и составляет в среднем около 50%. Среди гамма-излучающих радионуклидов повышенным процентом потерь характеризуется ^{106}Ru , что особенно проявляется в хвойных ценозах [1,4].

Сопоставляя процессы высвобождения радионуклидов из растительного опада и частиц радиоактивных выпадений [2; 4], можно заключить, что миграционная способность радионуклидов, поступающих в почву с опадом, несравнимо выше, чем в составе радиоактивных выпадений. Другими словами, растительность усиливает

миграционную способность радионуклидов [4].

Исследований о миграции и накоплении ^{90}Sr в опаде плодового ценоза в условиях Краснодарского края ранее не проводилось.

Однако были выполнены исследования по вертикальной миграции ^{90}Sr в почве чернозем выщелоченный. Оказалось, что ^{90}Sr более мобилен, чем ^{137}Cs . Кроме того, при корневом поступлении для стронция-90 характерно накопление его в растениях, затем стабилизация в содержании, иногда даже снижение [3–5].

Некоторые исследователи указывают на длительный период в накоплении стронция-90 в древесине растений [1; 6]. При завершении определенного этапа научных исследований желательно составить прогноз поведения радионуклидов для территории наблюдений и разработать рекомендации по возможному использованию в сельскохозяйственном производстве радиоактивно загрязненной почвы.

Полевой эксперимент выполнен в плодовом семечковом саду. На территории сада за изучаемый период его жизни образуется растительный опад. В нем накапливаются радионуклиды в дальнейшем они могут мигрировать как вертикально в почвенные горизонты, так и по цепям питания животных. Объектом исследований является радиоактивный растительный опад, который образуется в яблоневом саду на почве чернозем выщелоченный. Почва, на которой расположен сад – чернозем выщелоченный среднегумусный сверхмощный. Обследованы почвенные условия на территории опытных делянок: объемный вес составил в слое 0–10 см – 1,24 г/см³, глубже, в слое 20–30 см этот показатель уже был 1,29 г/см³, при общей скважности – 51%. Важным показателем, который непосредственно влияет на интенсивность миграции радиоактивного загрязнителя в почве, является рН солевой вытяжки, в наших условиях он составил 6,9.

В нижних слоях реакция слегка щелочная (рН 7,2–7,5). На почве опытных делянок обменная кислотность составила 0,6 мг-экв на 100 г почвы, гидролитическая кислотность 1,3 мг-экв на 100 г почвы. Сумма поглощенных оснований в пахотном горизонте составляет 37,5 мг-экв на 100 г почвы. Содержание гумуса – 3,8 % [7–10]. Исследования на указанной площади были начаты в 1989 г., при этом в почву был внесен $^{90}\text{SrCl}_2$, к 2018 г. его активность составила 250 МБк/м². Период полураспада ^{90}Sr составляет 29 лет.

По рекомендациям, предложенным в методиках опытного дела, повторностей в опыте 6. По краям опытных делянок расположены защитные растения. Расположение делянок – рядовое. Каждый отдельный эксперимент отделен контролем. В опыте с яблоней 2 варианта: 1 вариант – радионуклид внесен на поверхность почвы до образования опада, 2 вариант – ^{90}Sr расположили на глубине 50 см до образования опада. В обоих вариантах площадь питания растений 24 м² (то есть рекомендованные для древесных семечковых пород 6×4 м). Эксперимент выполнен на территории ВНИИБЗР в г. Краснодаре в плодовом семечковом саду.

После отбора проб растений и образовавшегося со временем опада определяли удельную активность ^{90}Sr в каждом исследуемом образце на спектрометрическом комплексе УСК «Гамма Плюс». Это базовый прибор, на котором выполняется спектрометрия радионуклидных источников. Для определения удельной активности изучаемого радионуклида в исследуемых образцах применили методику измерения удельной активности ^{90}Sr в счетных образцах с использованием сцинтилляционного бета-спектрометра.

С биологической точки зрения одним из наиболее опасных продуктов деления является ^{90}Sr . Этот радионуклид хорошо включается в метаболические процессы у растений, животных и человека. У него длительный период полураспада – 29 лет. Независимо от пути и ритма поступления

в организм, растворимые соединения радиоактивного стронция избирательно накапливаются в скелете. Хронически эффективные дозы, не вызывающие значительного сокращения продолжительности жизни, оказывают существенное влияние на состояние функции печени и почек, нейроэндокринную систему и иммунную реактивность, сперматогенез и овогенез. ^{90}Sr – жесткий бета-излучатель, который создает локальный источник облучения в организме. Кроме того, он обладает длительным периодом полувыведения из организма человека. В отдаленные сроки после поражения как при однократном, так и при длительном поступлении радионуклида развиваются опухоли костей, лейкозы. В организм человека изучаемый загрязнитель может попасть различными путями – с пищей, водой и при дыхании. В рационе человека находятся продукты питания растительного и животного происхождения. Поэтому обе эти группы достойны пристального внимания на предмет содержания в них радиоактивных веществ. Плодоводством на Кубани занимаются многие десятилетия. Большие площади отведены под семечковые, косточковые и орехоплодные культуры. Яблони среди плодовых растений занимают одно из первых мест. Почти в каждом дворе есть эти растения, созданы и сады больших площадей, например Сад-Гигант.

В яблоневом саду основу растительного опада составляют листья, отслоившаяся кора, сухие ветки. За многие годы использования сада образуется растительная подстилка. В ней накапливаются радионуклиды, которые в дальнейшем могут мигрировать по пищевым цепям и вертикально в почву. Для определения доли радиоактивного вклада в опад определена удельная активность листьев, коры и древесины яблони для первого варианта исследований (см. рис. 1).

Предложенный нами первый вариант по размещению радионуклида в почве оказал благоприятное действие на

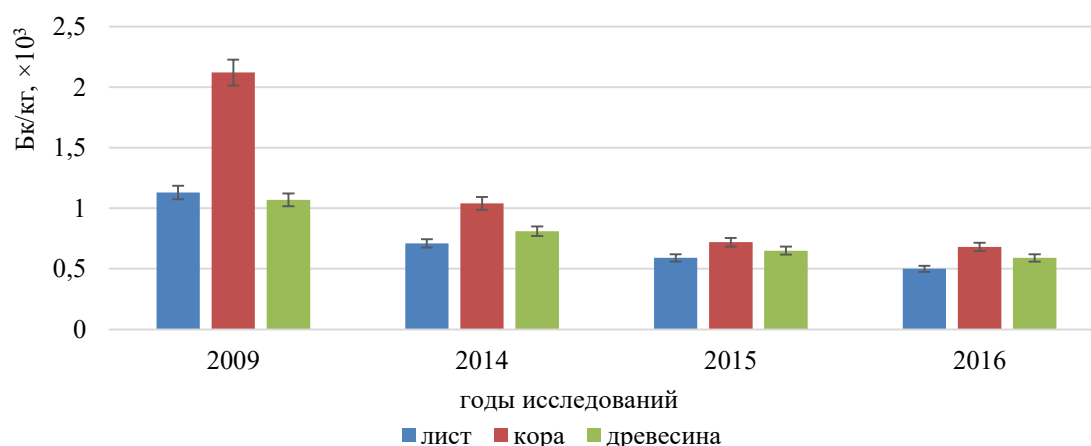


Рис. 1. Удельная активность растительных компонентов, составляющих опад для первого варианта опыта

Fig. 1. The specific activity of plant components that make up the litter for the first variant of the experiment

миграционные процессы ^{90}Sr в растение, так как в процессе роста и развития саженца происходит большое его накопление в листе, коре, древесине, причиной этого действия является корневая система, которая находится в тесном и длительном контакте с ^{90}Sr . Сад был заложен в 1989 г.

Однако с течением времени древесное растение развивается и корневая система уходит глубже в почву, что снижает контакт радионуклида с корневой системой. Поэтому даже в годы исследований с 2009 по 2016 годы заметна тенденция к снижению удельной активности во всех изучаемых органах растения. В листьях за этот период удельная активность уменьшилась в 2,3 раза, в коре – в 3,1 раза, в древесине – в 1,8 раза. Тем не менее, активность еще довольно высокая, что и отражается в изучаемом опаде. Также, согласно экспериментальным данным, можно отметить, что активность ^{90}Sr в коре выше, чем в других изучаемых органах растения. В 2009 г различие между удельной активностью в коре и древесине составило в 2,0 раза, а различие в коре и листьях – в 1,9 раз. Кора, кроме загрязнения корневым путем, при поверхностном расположении нуклида

может загрязняться под действием ветра. Сильные порывы ветра могут срывать верхний радиоактивный слой почвы, который при попадании на растение загрязняет его аэралью. Больше этому загрязнению подвержена кора деревьев.

Во втором изучаемом варианте была изменена глубина нахождения ^{90}Sr в почве. Экспериментальные данные об удельной активности ^{90}Sr в изучаемых органах растения приведены на рисунке 2.

Предложенный нами второй вариант нахождения ^{90}Sr в почве имитирует плантажную вспашку. В этом случае основными «вкладчиками» в формирование удельной активности опада будут листья и кора. В древесине в сравнении с листвой и корой активность ниже, соответственно в 1,5 и 1,3 раза. Согласно приведенным экспериментальным данным (см. рис. 2) удельная активность ^{90}Sr в течение периода исследований снижается – в листьях в 1,9 раз, в коре – в 3,3 раза, в древесине – в 2,8 раза.

Также нами было установлено, что в листве накопление данного нуклида было наибольшим из изучаемых органов растения. Различие в удельной активности ^{90}Sr между листвой и корой в 2016 г. составило в 2,0 раз, между листвой и

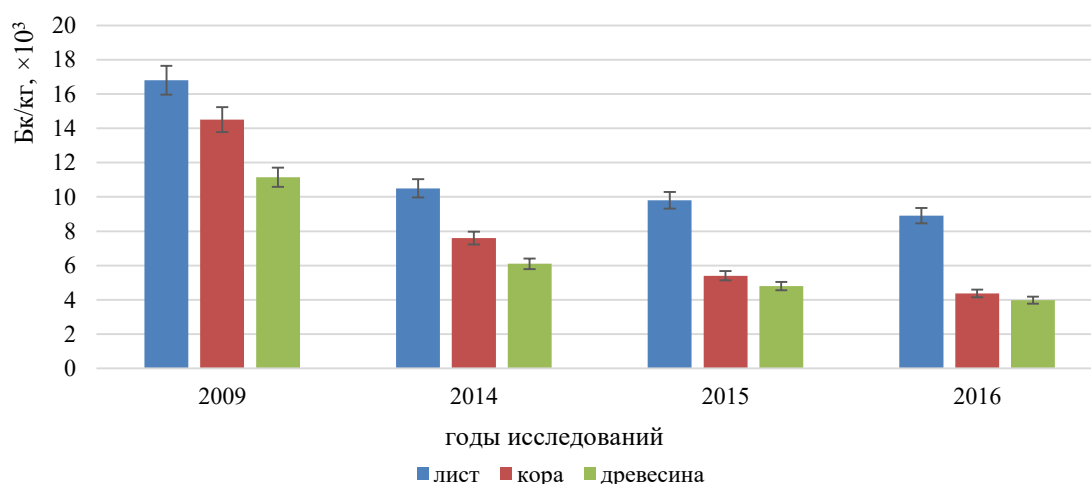


Рис. 2. Удельная активность растительных компонентов, составляющих опад для второго варианта опыта

Fig. 2. The specific activity of plant components that make up the litter for the second variant of the experiment

древесиной – в 2,2 раза. Во втором варианте опыта основным путем проникновения радионуклида в растение является корневой. То есть, в первые годы жизни растения (сад заложен в 1989 г.) накопление радионуклида будет очень малым. Корневая система основной своей массой еще не добралась до залегающего в почве на глубине 50 см радионуклида. С течением времени растение развивается и корневая система уходит глубже в почву. Наступает период, когда корни имеют тесный и длительный контакт с исследуемым радионуклидом. Происходит и большее его накопление в изучаемых органах растения.

Сравнивая удельную активность ^{90}Sr в листьях в варианте 1 и варианте 2 (см. рис. 1 и 2) определяем различие, которое составляет в 2016 году в 17,8 раз, в коре – в 6,4 раза, в древесине – в 6,7 раз.

В результате эксперимента определена удельная активность опада в зависимости от варианта исследований (см. рис. 3).

Удельная активность ^{90}Sr в опаде, образовавшегося в саду, различается по вариантам опыта. В 2009 г. различие между первым и вторым вариантом опыта по

радиационному признаку в опаде составляло в 7,9 раз, в 2016 г. – в 8,8 раз. Причиной такого различия являются варианты нахождения изучаемого загрязнителя в почве. Первый вариант имитировал простое выпадение ^{90}Sr из радиоактивного облака, которое по траектории своего движения оказалось на данной территории. Второй вариант – это непосредственные действия человека, которые, предположительно, должны были снизить накопление загрязнителя в изучаемых растениях.

В первом варианте опыта после выпадения радиоактивного техногенного загрязнителя на почву с течением времени происходит уменьшение накопления радионуклида в органах растения из-за снижения контакта корневой системы с радионуклидом. В связи с этим уменьшается и добавление радиоактивного загрязнения в опад. Во втором варианте загрязнение изучаемых органов растения продолжается, так как корневая система имеет довольно тесный контакт с радионуклидом, расположенным в почве. Поэтому продолжается поступление радионуклида в растительный опад в саду.

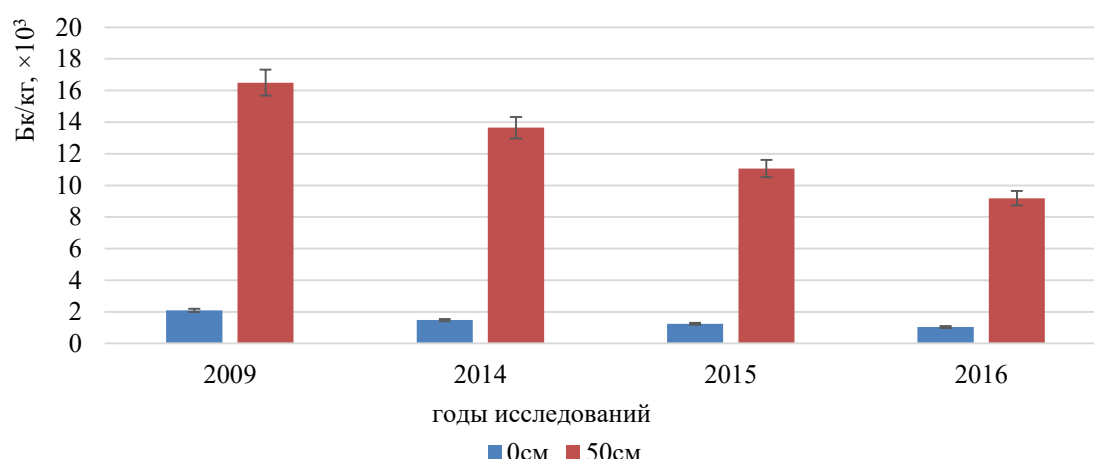


Рис. 3. Удельная активность растительного опада в яблоневом саду при различных вариантах расположения изучаемого радионуклида в почве

Fig. 3. Specific activity of plant litter in an apple orchard with different variants of the location of the studied radionuclide in the soil

В результате исследований (см. рис. 3) была установлена тенденция к снижению содержания радионуклида в растительном опаде для обоих изучаемых вариантов. Снижению способствуют не только погодные условия, которые могут в результате осадков активизировать миграционные процессы загрязнителя в почву. Большую роль в снижении содержания радионуклида в опаде играют процессы деятельности микроорганизмов. Итогом этой деятельности является высвобождение большого количества растворимых органических веществ, которые способствуют усилению миграции радионуклида вследствие образования более подвижных соединений. Особенно актуально это будет проявляться для ^{90}Sr , так как поглощение его в почвах в основном обусловлено ионным обменом.

Заключение

1. Для первого опытного варианта исследований наибольший вклад по радиационному признаку будет приносить кора плодового растения, затем листья и древесина. В 2009 г. различие между удельной активностью в коре и древесине составило в 2,0 раза, а различие в коре и листьях – в 1,9 раз.

2. Наибольшее накопление радионуклида во втором варианте опыта произошло в листьях. Различие в удельной активности ^{90}Sr между листвой и корой в 2016 г. составило в 2,0 раз, между листвой и древесиной – в 2,2 раза.

3. В зависимости от варианта расположения радионуклида в почве изменяются основные «поставщики» радиоактивного загрязнения в растительный опад.

4. При радиоактивном загрязнении территории сада не следует выполнять плантажную вспашку, которая переместит радионуклид на глубину 50–60 см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 2000. 268 с.
2. Иванов Ю.А., Кашпаров В.А., Лазарев Н.М. Физико-химические формы выпадений выброса ЧАЭС и долговременная динамика поведения радионуклидов выброса в компонентах агроэкосистем // Чернобыль-94: доклады IV Международной научно-технической конференции «Итоги 8 лет работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС». Т. 1. Чернобыль, 1996. С. 256–269.

3. Погорелова В.А. Динамика мобильности ^{90}Sr в почве и трофической цепи почва-растение в условиях Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13. М., 2022. 24 с.
4. Погорелова В.А., Мазиров М.А., Мельченко А.И. Вертикальная миграция ^{90}Sr в изученных почвенных горизонтах чернозема выщелоченного // *Агрохимический вестник*. 2021. № 2. С. 50–53.
5. Мельченко А.И., Мельченко Е.А., Мельченко В.А. Накопление радионуклидов в сельскохозяйственных культурах в зависимости от времени их контакта с растениями // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2011. № 4 (31). С. 157–162.
6. Мельченко А.И., Алексахин Р.М., Маликов В.Г. Поступление искусственных и тяжелых естественных радионуклидов в овощные культуры при орошении // *Агрохимия*. 1990. № 8. С. 110–115.
7. Соколов М.С. Актуальные задачи оздоровления почв России // *Почвы в биосфере и жизни человека: монография*. М.: МГУЛ, 2012. С. 356–384.
8. Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Тюльпанов В.И. Почвоведение (почвы Северного Кавказа): учебник для вузов. Краснодар: Сов. Кубань, 2002. 728 с.
9. Терпелец В.И., Плитин Ю.С. Гумусное состояние чернозема выщелоченного в агроценозах Азово-Кубанской низменности: монография. Краснодар: КубГАУ, 2015. 127 с.
10. Погорелова В.А., Мазиров М.А., Мельченко А.И. Вертикальная миграция ^{90}Sr в изучаемых почвенных горизонтах чернозема выщелоченного // *Агрохимический вестник*. 2021. № 2. С. 50–53.

REFERENCES:

1. Shcheglov A.I. Biogeochemistry of technogenic radionuclides in forest ecosystems. Moscow: Nauka, 2000. (In Russ.)
2. Ivanov Yu.A., Kashparov V.A., Lazarev N.M. Physical and chemical forms of fallout from the Chernobyl APS and long-term dynamics of the behavior of the radionuclides of the release in the components of agroecosystems. Chernobyl-94: reports of the IV International Scientific and Technical Conference «The Results of 8 years of work to eliminate the consequences of the Chernobyl accident». V. 1. Chernobyl; 1996: 256–269. (In Russ.)
3. Pogorelova V.A. Dynamics of ^{90}Sr mobility in the soil and the soil-plant trophic chain in the conditions of the Krasnodar Territory: Dis. ... Cand. Of Biology: 03.02.13. Moscow, 2022. (In Russ.)
4. Pogorelova V.A., Mazirov M.A., Melchenko A.I. Vertical migration of ^{90}Sr in the studied soil horizons of leached chernozem. *Agrochemical Bulletin*. 2021; 2: 50–53. (In Russ.)
5. Melchenko A.I., Melchenko E.A., Melchenko V.A. Accumulation of radionuclides in agricultural crops depending on the time of their contact with plants. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2011; 4(31): 157–162. (In Russ.)
6. Melchenko A.I., Alexakhin R.M., Malikov V.G. Receipt of artificial and heavy natural radionuclides in vegetable crops during irrigation. *Agrochemistry*. 1990; 8: 110–115. (In Russ.)
7. Sokolov M.S. Actual tasks of improving soils in Russia. *Soils in the biosphere and human life: a monograph*. Moscow: MGUL; 2012: 356–384. (In Russ.)
8. Valkov V.F., Shtompel Yu.A., Tyulpanov V.I. Soil science (soils of the North Caucasus): a textbook for universities. Krasnodar: Sov. Kuban; 2002. (In Russ.)
9. Terpelets V.I., Plitin Yu.S. Humus state of leached chernozem in agrocenoses of the Azov-Kuban lowland: monograph. Krasnodar: KubSAU; 2015. (In Russ.)
10. Pogorelova V.A., Mazirov M.A., Melchenko A.I. Vertical migration of ^{90}Sr in the studied soil horizons of leached chernozem. *Agrochemical Bulletin*. 2021; 2: 50–53. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Погорелова Виктория Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры прикладной экологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
vikkim88@mail.ru
тел.: +7 (918) 699 97 22

Ципинова Бэлла Схатбиевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
bella-0101@mail.ru
тел.: +7(952) 811 21 21

Мельченко Евгений Александрович, аспирант ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
alexkuban59@mail.ru
тел.: +7 (961) 598 56 00

Ашинов Юнус Нухович, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой землеустройства ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
unus.n@mail.ru
тел.: +7 (918) 165 95 02

Victoria A. Pogorelova, an associate professor of the Department of Applied Ecology, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Candidate of Biology
vikkim88@mail.ru
tel.: +7 (918) 699 97 22

Bella S. Tsipinova, Candidate of Biology, an associate professor of the Department of Land Management of FSBEI HE «Maikop State Technological University»
bella-0101@mail.ru
tel.: +7(952) 811 21 21

Evgeniy A. Melchenko, a post-graduate student of FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»
alexkuban59@mail.ru
tel.: +7 (961) 598 56 00

Yunus N. Ashinov, Doctor of Biology, an associate professor, head of the Department of Land Management of FSBEI HE «Maikop State Technological University»
unus.n@mail.ru
tel.: +7 (918) 165 95 02

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» информирует об издании журнала «Новые технологии / New Technologies». Издание рассчитано на руководящих и научно-педагогических работников вузов, а также аспирантов и докторантов, исследующих проблемы образования и науки.

Научные статьи публикуются на русском и английском языках и имеют обязательные аннотации на английском языке.

В журнале «Новые технологии / New Technologies» освещаются следующие научные специальности, имеющие гриф ВАК:

Сельскохозяйственные науки

4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

4.1.4. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

4.1.2. – Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки)

4.3.3. – Пищевые системы (технические науки)

4.3.5. – Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки)

Также принимаются публикации по направлению:

Экономика

5.2.3. – Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

Журнал принимает для публикации статьи по следующим научным специальностям: 4.1.1. – общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки); 4.1.4. – селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки); 4.1.2. – садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки); 4.3.3. – пищевые системы (технические науки); 4.3.5. – биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки); 5.2.3. – региональная и отраслевая экономика (экономические науки).

1. Статьи должны быть посвящены актуальным проблемам науки, содержать четкую постановку цели и задач исследования, строгую научную аргументацию, обобщения и выводы, представляющие интерес своей новизной, научной и практической значимостью.

2. Все материалы, поступающие в редакцию журнала, проходят предварительный отбор на предмет их соответствия тематике журнала и формальным критериям, предъявляемым к статьям.

3. Объем статьи должен составлять 8 страниц машинописного текста (на соискание ученой степени кандидата наук) и 10-12 страниц (на соискание ученой степени доктора наук), включая таблицы, рисунки и список литературы.

4. Формат листа – А4 (210x297); шрифт – 14 (TimesNewRoman), интервал – 1,5; красная строка – 1,25. Поля: слева – 30 мм, справа – 15 мм, сверху – 20 мм, снизу – 20 мм. Текст набирается по ширине без автопереносов. Представленные в тексте таблицы и схемы должны иметь сквозную нумерацию. Названия таблиц печатаются обычным шрифтом по центру над таблицей, название рисунка печатается курсивом по центру, под рисунком.

5. Текст статьи должен быть тщательно отредактирован. Перед началом статьи указываются: в левом верхнем углу УДК; информация об авторе (ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы, почтовый адрес, адрес электронной почты, телефон каждого соавтора).

6. Название статьи – заглавными буквами, без переносов, жирным шрифтом, по центру.

7. Аннотация на русском языке – курсивом (200–250 слов, включает: актуальность темы исследования, постановку проблемы, цели исследования, методы исследования, результаты и ключевые выводы).

8. Ключевые слова – курсивом (8–10 слов и словосочетаний; отражают специфику темы, объект и результаты исследования).

9. В тексте ссылки на цитируемую литературу приводятся в квадратных скобках в конце предложения перед точкой, с указанием порядкового номера ссылки и страницы, например [1, с. 15], [2, с. 46]. [3, с. 68] и т.д. Библиография должна быть оформлена согласно ГОСТу 7.0.5-2008.

10. Статьи направляются в редакцию по электронной почте на адрес prorector_nr@mkgtu.ru.

11. Рукописи статей могут также направляться в редакцию в виде почтовых бандеролей с приложением диска с текстом статьи (адрес: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191).

Например:

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Роман А. Котов¹, Анатолий Н. Пашков^{2*}

¹ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 155, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

²ФГБУН «Институт растениеводства»;
ул. Мира, д. 155, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. Текст аннотации на русском языке (200 – 250 слов), должен содержать актуальность темы исследования, постановку проблемы, цели исследования, методы исследования, результаты и ключевые выводы.

Ключевые слова: (8–10 слов и словосочетаний), должны отражать специфику темы, объект и результаты исследования

Текст статьи

Таблица 1

(название таблицы)

Рис. 1. (название рисунка)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Филипович И.И. Стратегические приоритеты инвестиционной политики региона // Научный вестник Южного института менеджмента. 2015. № 4. С. 74–78.

Информация об авторах

Роман Алексеевич Котов, профессор кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

mincon@mail.ru

тел.: +7 (918) 427 88 10

Анатолий Николаевич Пашков, старший научный сотрудник отдела земледелия ФГБУН «Институт растениеводства», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

rastenie@mail.ru

тел.: +7 (908) 427 88 10

Рукописи и электронные варианты статей авторам не возвращаются.

Дополнительную информацию можно получить по электронному адресу:

e-mail: prorector_nr@mkgtu.ru;

по тел.: 8 (8772) 52 30 03

Кушхова Аксана Муратовна

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

1. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки

2. Первичная экспертиза проводится ответственным секретарем редакции журнала «Новые технологии». При первичной экспертизе оценивается соответствие научной статьи правилам оформления и требованиям, установленным редакцией журнала.

3. Главный редактор (заместитель) определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет её на рецензирование. Авторские статьи не по профилю не возвращаются автору, автор уведомляется о несоответствии статьи профилю журнала.

4. Перед направлением на рецензирование материал проверяется на наличие заимствованной информации в системе «Антиплагиат». Обнаружение высокого уровня заимствования влечет отклонение материала.

5. В журнале используется двусторонне слепое рецензирование (рецензент не знает, кто автор статьи, автор статьи не знает, кто рецензент).

6. К рецензированию привлекаются как члены редакционной коллегии журнала, так и сторонние рецензенты, имеющие ученую степень кандидата или доктора наук, публикации по тематике рецензируемых материалов в течение последних трёх лет, обладающие достаточным опытом научной работы по заявленному в статье научному направлению. Представленная авторская статья передается на рецензирование членом редколлегии журнала, курирующим соответствующую отрасль науки. При отсутствии члена редколлегии или поступлении статьи от члена редакционной коллегии главный редактор направляет статью для рецензирования внешним рецензентам.

7. Редакция оставляет за собой право (по согласованию с автором) на литературную правку, а также на отказ в публикации (на основании рецензии членов редакционной коллегии журнала или внешних рецензентов), если статья не соответствует профилю журнала или имеет недостаточное качество изложения материала. В случае отклонения статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

8. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий с указанием автора в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса.

9. Рецензирование проводится конфиденциально для авторов статей, копия рецензии предоставляется автору рукописи без подписи и указания фамилии, должности, места работы рецензента.

10. Рецензия должна содержать оценку актуальности проблематики, рассматриваемой в представленной статье, оригинальности, научной новизны исследования. Рецензент должен оценить научно-методический уровень исследования, дать оценку результатам исследования, оценить достоверность представленных в статье научных результатов, оценить практическую значимость и важность результатов исследования для науки и практики. В заключении рецензент делает вывод о целесообразности публикации статьи.

11. Рецензент рассматривает авторскую статью в течение 30 календарных дней, после чего направляет в редакцию соответствующим образом оформленную рецензию.

12. Рецензия должна быть подписана рецензентом (содержать его контактные данные) и заверена печатью организации.

13. Рецензент может рекомендовать статью к опубликованию; рекомендовать к опубликованию после доработки с учетом замечаний; не рекомендовать статью к опубликованию. Если рецензент рекомендует статью к опубликованию после доработки с учетом замечаний или не рекомендует статью к опубликованию – в рецензии должны быть указаны причины такого решения.

14. Рецензент вправе указать на необходимость внесения дополнений и уточнений в рукопись, которая затем направляется (через редакцию журнала) автору на доработку. В этом случае датой поступления рукописи в редакцию считается дата возвращения доработанной рукописи. Переработанная автором статья направляется на рецензирование повторно.

15. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией журнала. Публикации осуществляются в порядке очередности поступления статей в редакцию. Редколлегия может принимать решение о внеочередной публикации статьи.

16. Непринятые к публикации статьи авторам не высылаются.

17. Заверенные подписями и печатями оригиналы рецензий в течение 5 лет хранятся в редакции журнала «Новые технологии».



Научное издание

Рецензируемый реферируемый научный журнал «Новые технологии / Novye tehnologii (Majkop)»

Том 18. № 4. 2022

Издательство МГТУ

385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191.

Подписано в печать 29.12.2022 г. Бумага Xerox Performer. Печать цифровая.

Гарнитура Times New Roman. Усл.-п.л. 17,5. Формат 84х108¹/₈. Тираж 500 экз. Заказ № 18/2.

Отпечатано с готового оригинал-макета на участке оперативной полиграфии ИП Кучеренко В.О.

385008, г. Майкоп, ул. Пионерская, 403/33.

Тел.: 8-928-470-36-87, e-mail: slv01.maykop.ru@gmail.com