

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 17 № 5**

**2021**

# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## NOVYE TEHNOLOGII (MAJKOP)

*Журнал издается с 2005 года*

Майкоп 2021

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Периодичность:</i>                                           | 6 выпусков в год.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>Префикс DOI:</i>                                             | 10.47370                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>ISSN</i>                                                     | ISSN 2072-0920 (Print)<br>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).<br>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»</i>                    | Подписку на журнал «Новые технологии» можно оформить в любом отделении связи на территории Российской Федерации по каталогу агентства «Роспечать», а также по безналичному расчету или почтовым переводом по адресу редакции. На территории России стоимость подписки на полугодие – 2100 руб.<br>Подписной индекс – 65035.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <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, <a href="https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index">https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index</a> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <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>                                         | 25.10.2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Копирайт</i>                                                 | © Новые технологии, 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>Индексирование:</i>                                          | <b>Российский индекс научного цитирования</b> – библиографический и реферативный указатель, реализованный в виде базы данных, аккумулирующий информацию о публикациях российских ученых в российских и зарубежных научных изданиях.<br><b>Google Scholar</b> – 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.<br><b>Directory of Open Access Journals (DOAJ)</b> – онлайн-каталог, который индексирует и предоставляет доступ к качественным рецензируемым научным журналам открытого доступа. |
| <i>Тираж</i>                                                    | 500 экз.<br><b>Цена свободная</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

*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. 17 № 5**

**2021**

# **NEW TECHNOLOGIES**

*The journal has been published since 2005*

Maykop 2021

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Frequency:</i>                                     | 6 issues a year.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>DOI prefix:</i>                                    | 10.47370                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>ISSN</i>                                           | ISSN 2072-0920 (Print)<br>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).<br>CCertificate 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 «Novye tehnologii» journal</i>     | You can subscribe to «Novye tehnologii» journal at any post office on the territory of the Russian Federation according to the catalog of the Rospechat agency, as well as by bank transfer or postal order at the editorial office. On the territory of Russia the cost of a half-year subscription is 2100 rubles.<br>Subscription index is 65035.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>Founder:</i>                                       | Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maykop State Technological University».<br>385000, Maykop, 191 Pervomayskaya str.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>Editorial office:</i>                              | Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maykop State Technological University»<br>385000, Maykop, 191 Pervomayskaya str.,<br>tel.: 8 (8772) 52 30 03,<br>e-mail: prorektor_nr@mkgtu.ru,<br><a href="https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index">https://newtechnology.mkgtu.ru/jour/index</a> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Printing house:</i>                                | Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Maykop State Technological University».<br>385000, Maykop, 191 Pervomayskaya str.,<br>tel.: 8 (8772) 52 30 03,<br>e-mail: prorektor_nr@mkgtu.ru.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Publication date:</i>                              | 25.10.2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <i>Copyright:</i>                                     | © Novye tehnologii, 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Indexation:</i>                                    | <b>The Russian Science Citation Index</b> 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.<br><b>Google Scholar</b> 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.<br><b>Directory of Open Access Journals (DOAJ)</b> is an online directory that indexes and provides access to quality peer-reviewed open access journals. |
| <i>Circulation:</i>                                   | 500 issues circulation<br><b>Price free</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью журнала «Новые технологии» 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» 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);

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

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

**Ирина Александровна Драгавцева**, доктор сельскохозяйственных наук (ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства», Краснодар, Россия);

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

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

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

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

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

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

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

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

**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);

**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);

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

**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);

**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 «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.

«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);

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

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

**Irina A. Dragavtseva**, Doctor of Agricultural Sciences (FSBSI «The North Caucasus Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture», Krasnodar, Russia);

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

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

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

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

**Yuri I. Sukhorukikh**, Doctor of Agricultural Sciences, a professor (FSBEI HE «MSTU», Maykop, Russia);

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

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

**Todorova Daniela Dimitrova**, 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);

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

**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», Maykop, 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», Maykop, 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

|                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Безверхая Н.С., Огнева О.А.</i><br>РАЗРАБОТКА ОБОГАЩЕННОГО СЛИВОЧНОГО МАСЛА .....                                                                                                                                                        | 15 |
| <i>Бубнова Н.Н., Бубнов Е.А., Гвоздецкая С.В.</i><br>ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИИ ИСПОЛЬЗУЕМОГО<br>ТАБАЧНОГО СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО<br>ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА .....                                                                                               | 22 |
| <i>Мещерякова Г.С., Нугманов А.Х.-Х., Алексанян И.Ю.,<br/>Максименко Ю.А., Соколова Е.В.</i><br>ДИСПЕРГИРОВАНИЕ АРБУЗНЫХ КОРОК,<br>КАК ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ, В ТЕХНОЛОГИЯХ<br>ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИХ ЭКСТРАКТОВ<br>И ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР .....        | 31 |
| <i>Схаляхов А.А., Суюхов Х.Р., Тазова З.Т., Лунина Л.В.</i><br>ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ<br>НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ<br>РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ<br>ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ<br>АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ ..... | 43 |
| <i>Хатко З.Н., Гашева М.А., Кудаинетова С.К.</i><br>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЫРА «МОЦАРЕЛЛА»<br>С ЗАДААННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ<br>СВОЙСТВАМИ ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА .....                                                                            | 53 |

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Оригинальные статьи

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Амосов А.С., Ашинова М.К.</i><br>МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ РОССИЙСКОГО ТУРИЗМА<br>В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ<br>КОРОНАВИРУСА COVID-19 .....     | 65 |
| <i>Ешугова С.К., Хамирзова С.К.</i><br>ОЦЕНКА ДОЛГОВОЙ ПОЛИТИКИ СУБЪЕКТОВ<br>ЮЖНОГО МАКРОРЕГИОНА<br>В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ..... | 73 |

## СОДЕРЖАНИЕ

*Каранашев А.Х., Блинникова А.В., Орехов В.Д.*

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ<br>ЭКСТЕРНАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ ОБРАЗОВАНИЯ<br>И ИХ ЗНАЧИМОСТИ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ..... | 82 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

### Оригинальные статьи

*Абильфазова Ю.С.*

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ<br>РАСТЕНИЙ ПЕРСИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАСУХИ ..... | 99 |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|

*Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К.*

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ<br>ЛЕЩИНЫ (ФУНДУКА) К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ ..... | 106 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|

*Девтерова Н.И.*

|                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ<br>ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ<br>ОТ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ<br>И УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ<br>ЮЖНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ..... | 114 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

*Фоменко И.А., Тучкова С.Н.*

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| УТИЛИЗАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ<br>ОТХОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ГРИБОВ ..... | 123 |
|-------------------------------------------------------------------|-----|

*Хатков К.Х., Мамсиров Н.И., Макаров А.А.*

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВЕНА<br>СЕВООБОРОТА «СОЯ – ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА»<br>И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ ..... | 134 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

*Яхтанигова Ж.М., Кулишова И.В.*

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЯ В ПОСЕВАХ<br>ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ (ECHINÁCEA PURPÚREA L.)<br>В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА ..... | 145 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>К сведению авторов</b> ..... | 155 |
|---------------------------------|-----|

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ<br>И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ ..... | 155 |
|-------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ<br>В ЖУРНАЛЕ «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» ..... | 158 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|

# TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION

## Original Articles

|                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Bezverkhaya N.S., Ogneva O.A.</i><br>DEVELOPMENT OF ENRICHED BUTTER .....                                                                                                                                                                     | 15 |
| <i>Bubnova N.N., Bubnov E.A., Gvozdetskaya S.V.</i><br>THE EFFECT OF THE FRACTION OF USED<br>TOBACCO RAW MATERIALS ON THE QUALITY<br>OF SHISHA TOBACCO .....                                                                                     | 22 |
| <i>Meshcheryakova G.S., Nugmanov A. H.-H., Aleksanian I.Y.,<br/>Maksimenko Y.A., Sokolova E.V.</i><br>DISPERSION OF WATERMELON RINDS<br>AS SECONDARY RAW MATERIALS<br>IN TECHNOLOGIES OF PECTIN-CONTAINING<br>EXTRACTS AND FILM STRUCTURES ..... | 31 |
| <i>Skhalyakhov A.A., Siyukhov Kh. R., Tazova Z.T., Lunina L.V.</i><br>STUDYING THE POSSIBILITY OF USING<br>NON-TRADITIONAL VEGETABLE RAW MATERIALS<br>OF THE REPUBLIC OF ADYGEA<br>IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL<br>ANTIOXIDANT PRODUCTS ..... | 43 |
| <i>Khatko Z.N., Gasheva M.A., Kudainetova S.K.</i><br>DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY<br>OF «MOZZARELLA» GOAT CHEESE WITH SPECIFIED<br>FUNCTIONAL PROPERTIES .....                                                                                 | 53 |

# ECONOMIC SCIENCES

## Original Articles

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Amosov A.S., Ashinova M.K.</i><br>MEASURES TO SUPPORT RUSSIAN TOURISM<br>IN THE CONDITIONS OF THE COVID-19<br>CORONAVIRUS PANDEMIC .....  | 65 |
| <i>Eshugova S.K., Khamirzova S.K.</i><br>EVALUATION OF THE DEBT POLICY<br>OF THE SOUTHERN MACROREGION SUBJECTS<br>IN MODERN CONDITIONS ..... | 73 |

## CONTENTS

*Karanashev A.Kh., Blinnikova A.V., Orekhov V.D.*

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INVESTIGATION OF REGULARITIES<br>OF OCCURRENCE OF EXTERNAL EFFECTS<br>OF EDUCATION AND THEIR SIGNIFICANCE<br>FOR THE ECONOMIC DEVELOPMENT ..... | 82 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## AGRICULTURAL SCIENCES

### *Original Articles*

*Abilfazova Yu.S.*

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| CHANGES IN THE PHYSIOLOGICAL STATE<br>OF PEACH PLANTS INFLUENCED BY DROUGHT ..... | 99 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|

*Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K.*

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| REFINEMENT OF THE METHODOLOGY<br>FOR ASSESSING THE RESISTANCE<br>OF HAZEL (HAZELNUTS) TO STRESS FACTORS ..... | 106 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

*Devterova N.I.*

|                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FEATURES OF THE FORMATION OF WINTER<br>WHEAT YIELD DEPENDING ON THE METHODS<br>OF BASIC TILLAGE AND THE LEVEL<br>OF FERTILIZATION IN THE CONDITIONS<br>OF THE SOUTHERN FOOTHILL ZONE<br>OF THE NORTH-WEST CAUCASUS ..... | 114 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

*Fomenko I.A., Tuchkova S.N.*

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| CELLULOSE-CONTAINING WASTE<br>RECYCLING USING FUNGI ..... | 123 |
|-----------------------------------------------------------|-----|

*Khatkov K.Kh., Mamsirov N.I., Makarov A.A.*

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ESTIMATION OF THE EFFICIENCY<br>OF THE «SOY-WINTER WHEAT» CROP<br>ROTATION LINK AND ITS INFLUENCE<br>ON SOIL PROPERTIES ..... | 134 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

*Yakhtanigova Zh.M., Kulishova I.V.*

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FERTILIZATION OF PURPLE CONEFLOWER<br>(ECHINACEA PURPÚREA L.) IN THE CONDITIONS<br>OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION ..... | 145 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| <i>For the attention of the authors</i> ..... | 155 |
|-----------------------------------------------|-----|

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| RULES FOR SENDING AND PUBLISHING<br>SCIENTIFIC ARTICLES ..... | 155 |
|---------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RULES FOR REVIEWING SCIENTIFIC ARTICLES<br>IN THE MAGAZINE «NEW TECHNOLOGIES» ..... | 158 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|

# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

## TECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTION

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-15-21>

УДК 637.2

© 2021

Поступила 24.09.2021

Received 24.09.2021

Принята в печать 25.10.2021

Accepted 25.10.2021



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

### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## РАЗРАБОТКА ОБОГАЩЕННОГО СЛИВОЧНОГО МАСЛА

**Наталья С. Безверхая\*, Ольга А. Огнева**

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

**Аннотация.** На данный момент актуальными вопросами мирового сообщества являются вопросы, связанные с профилактикой болезней XX века, возникших в связи с развитием человеческого общества, в состав которых входят внешние (источники инфекции, изменения климата, экология) и внутренние (стрессовые ситуации, ослабление иммунитета, проблемы с обменом веществ) причины, вызванные современным образом жизни. Характерной особенностью жизни современного человека является постоянный недостаток свободного времени, неполноценный сон, малоподвижный образ жизни и самое главное несбалансированное питание. Учитывая обстоятельство регулярного нахождения под действием стрессогенных факторов, появляется повышенная физиологическая потребность организма человека в микро- и макронутриентах, которые поступают с пищевыми продуктами. Недостаток этих элементов наряду с нарастающими психическими и физическими нагрузками приводит к ухудшению здоровья и возникновению заболеваний. Сливочное мало в рационе среднестатистического человека является традиционным продуктом питания. Сливочное масло – это высокопитательный пищевой продукт, в котором сконцентрирован молочный жир. Молочный жир включает в себя массу ценных ингредиентов, такие как вода, фосфолипиды, лактоза и полноценные белки. Разработка сливочного масла, обогащенного растительным наполнителем, является актуальным направлением научных исследований. В качестве растительного компонента большие перспективы имеет лекарственная мелисса (*Melissa officinalis* L.). Целью исследований явилась разработка обогащенного сливочного масла. Для реализации данной цели были сформулированы задачи: оценить влияние вносимой растительной добавки *Melissa officinalis* L. на



органолептические показатели обогащенного сливочного масла; провести опытную оценку качественных характеристик опытных образцов сливочного масла с *Melissa officinalis* L. как обогащенного продукта; определить изменения качественных характеристик масла сливочного, обогащенного *Melissa officinalis* L., в процессе хранения; разработать рецептуру обогащенного сливочного масла с растительной добавкой *Melissa officinalis* L.

**Ключевые слова:** сливочное масло, *Melissa officinalis* L., розмариновая кислота, образцы, органолептические показатели, кислотность, перекисное число, обогащенное масло

Для цитирования: Безверхая Н.С., Огнева О.А. Разработка обогащенного сливочного масла // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 15-21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-15-21>

## DEVELOPMENT OF ENRICED BUTTER

Natalia S. Bezverkhaya\*, Olga A. Ogneva

*FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»;  
st. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russian Federation*

**Abstract.** At present the issues related to the prevention of diseases of the 20th century that arise with the development of human society and include external (infection, climate change, ecology) and internal (stressful situations, weakening of immunity, metabolic problems) reasons caused by the modern lifestyle are the topical issues of the world community. A characteristic feature of a modern person's life is a constant lack of free time, inadequate sleep, a sedentary lifestyle and, most importantly, an unbalanced diet. Taking into account regular stress factors, there is an increased physiological need of the human body for micro- and macronutrients that come with food. The lack of these elements, along with increasing mental and physical stress, leads to poor health and occurrence of diseases. Butter is traditional food in an average person's diet. Butter is a highly nutritious food product where milk fat is concentrated. Milk fat contains many valuable ingredients such as water, phospholipids, lactose and complete proteins. The development of butter enriched with vegetable fillers is a topical research area. Lemon balm (*Melissa officinalis* L.) has great prospects as a plant component. The aim of the research is to develop fortified butter. To achieve this goal, the following tasks have been formulated: to assess the effect of *Melissa officinalis* L. herbal additive on the organoleptic characteristics of the enriched butter; to conduct an experimental assessment of the quality characteristics of experimental samples of butter with *Melissa officinalis* L. as a fortified product; to determine changes in the quality characteristics of *Melissa officinalis* L. enriched butter during storage; to develop a recipe for enriched butter with *Melissa officinalis* L. herbal additive.

**Keywords:** butter, *Melissa officinalis* L., rosmarinic acid, samples, organoleptic characteristics, acidity, peroxide value, enriched butter

For citation: Bezverkhaya N.S., Ogneva O.A. Development of enriched butter. *New technologies*. 2021; 17(5):15-21. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-15-21>

С целью решения проблемы профилактики болезней XX века необходимо разрабатывать функциональные и лечебно-профилактические продукты питания, которые в свою очередь будут способствовать улучшению пищеварения, регуляции микробиоценоза желудочно-кишечного

тракта, повышению устойчивости к воздействию инфекций, поддержанию иммунной системы и работоспособности всего организма в целом [4; 7].

Данная проблема вошла в основу «Концепции государственной политики в области здорового питания населения

Российской Федерации на период до 2020 года», которая направлена на повышение научно-исследовательской активности в сфере увеличения ассортимента функциональных и лечебно-профилактических продуктов питания, а также разработки технологий производства этих продуктов. В связи с этим актуальной становится разработка рецептур и технологий функциональных продуктов, содержащих в своем составе ингредиенты природного происхождения, которые обладают иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами, позволяющими увеличить защиту организма и уменьшить риск развития распространенных алиментарно-зависимых заболеваний [5; 6].

На функциональные свойства продуктов питания значительное влияние оказывают биологические и фармакологические характеристики ингредиентов, входящих в их состав. Сливочное масло, прежде всего, это источник витаминов

(А, В, С, D, Е и К) и жирных кислот (омега-3 и омега-6). Эти вещества обладают массой полезных свойств: замедляют старение, защищают от ультрафиолета, стимулируют рост волос, укрепляют ногти и кости и т. д. Необходимо также отметить, что жирорастворимые витамины лучше усваиваются совместно с жирами. Кроме того, продукты на основе растительных компонентов могут восполнять дефицит необходимых для полноценной жизни веществ и являются подходящим решением профилактики алиментарно-зависимых заболеваний [1; 3].

Целью исследований явилась разработка обогащенного сливочного масла.

Разработка экспериментальных рецептур обогащенного сливочного масла с добавкой *Melissa officinalis* L. основывалась на введении в «Крестьянское» сладко-сливочное масло с м.д.ж. 72,5% («Простоквашино» АО «ДАНОН РОССИЯ») растительной добавки из травы

Таблица 1

Органолептические показатели обогащенного сливочного масла с *Melissa officinalis* L.

Table 1

Organoleptic properties of butter enriched with *Melissa officinalis* L.

| Показатели качества        | Результаты оценки образцов                                     |                                                                               |                                                                            |                                                                             |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                            | № 1 (2% <i>Melissa officinalis</i> L.)                         | № 2 (4% <i>Melissa officinalis</i> L.)                                        | № 3 (6% <i>Melissa officinalis</i> L.)                                     | № 4 (8% <i>Melissa officinalis</i> L.)                                      |
| 1                          | 2                                                              | 3                                                                             | 4                                                                          | 5                                                                           |
| Вкус и запах               | Выраженный сливочный с еле ощутимым растительным привкусом     | Выраженный сливочный с легким растительным запахом и привкусом                | Выраженный сливочный с выраженным ароматом и вкусом лимонной травы         | Выраженный сливочный с выраженным ароматом и вкусом лимонной травы          |
| Консистенция и внешний вид | Плотная, пластичная, однородная с наличием растительных частиц | Плотная, пластичная, однородная с наличием растительных частиц                | Недостаточно плотная и пластичная, с наличием ощутимых растительных частиц | Недостаточно плотная и пластичная, с наличием ощутимых растительных частиц  |
| Цвет                       | Светло-желтый с вкраплениями растительной добавки              | Бледно-зеленый с вкраплениями растительной добавки, равномерный по всей массе | Лаймовый, с вкраплениями растительной добавки, равномерный по всей массе   | Травянистый, с вкраплениями растительной добавки, равномерный по всей массе |

*Melissa officinalis* L., содержащей пищевые волокна и биологически активные вещества. В «Крестьянское» сладко-сливочное масло с м.д.ж. 72,5% вводили измельченную на лабораторном измельчителе «ЛМЦ-1М» свежесрезанную траву *Melissa officinalis* L. в количестве 2, 4, 6, 8% [2; 3].

Ограничивающим фактором использования растительной добавки *Melissa officinalis* L. при разработке сливочного масла является проявление вкуса и запаха, свойственного самому растению, поэтому после выработки была проведена органолептическая оценка всех экспериментальных образцов на соответствие требованиям ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия».

Для более корректной оценки органолептических показателей использовали дегустацию экспериментальных образцов сливочного масла с *Melissa officinalis* L. по пятибалльной системе оценки эксперта. Результаты дегустационной оценки представлены на рисунке 3.

Результаты органолептической и дегустационной оценки сливочного масла с *Melissa officinalis* L. (свежая измельченная трава) свидетельствуют о том, что все экспериментальные образцы обладали достойным качеством и внешним

видом, при этом образцы 3 и 4 уступали образцам 1 и 2 по консистенции и обладали ярко выраженным лимонным ароматом за счет увеличения содержания растительной добавки, а соответственно и эфирного масла. Большее количество баллов за вкусовые характеристики получили образцы 2 и 3. Цветовая характеристика всех экспериментальных образцов сливочного масла с *Melissa officinalis* L. имела высокие баллы, при увеличении дозы вносимой растительной добавки отмечалось увеличение зеленого спектра в цвете масла.

Экспериментальные образцы сливочного масла с различной дозировкой 2, 4, 6, 8% растительной добавки *Melissa officinalis* L. исследовали на соответствие требованиям ГОСТ 32261–2013 «Масло сливочное. Технические условия» и ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Контролем в исследовании служил образец масла без внесения растительной добавки *Melissa officinalis* L. Контрольным образцом являлся образец сладко-сливочного масла «Крестьянское» с м.д.ж. 72,5% без внесения растительных добавок.

В соответствии с ТР ТС 033/2013 были проведены исследования на определение содержания в экспериментальных

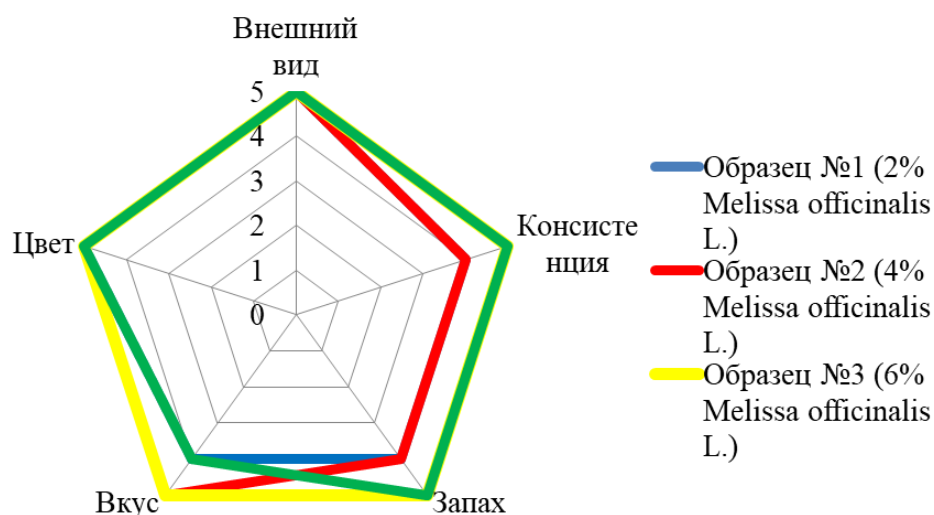


Рис.1. Профилограмма дегустационной оценки с *Melissa officinalis* L.

Fig. 1. Tasting assessment profilogram with *Melissa officinalis* L.

Таблица 2

Микробиологические показатели экспериментальных образцов масла сливочного  
с *Melissa officinalis* L.

Table 2

Microbiological indicators of experimental samples of butter with *Melissa officinalis* L.

| Микро-<br>биологические<br>показатели | Результаты испытаний   |                        |                        |                        |                              | Норма по<br>НТД, г,<br>КОЕ/г |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                       | Образец<br>№ 1         | Образец<br>№ 2         | Образец<br>№ 3         | Образец<br>№ 4         | Образец<br>№ 5<br>(контроль) |                              |
| БГКП                                  | в 0,001 не<br>обнаруж. | в 0,001 не<br>обнаруж. | в 0,001 не<br>обнаруж. | в 0,001 не<br>обнаруж. | в 0,001 не<br>обнаруж.       | в 0,001 не<br>допускается    |
| <i>St. aureus</i>                     | в 0,1 не<br>обнаруж.   | в 0,1 не<br>обнаруж.   | в 0,1 не<br>обнаруж.   | в 0,1 не<br>обнаруж.   | в 0,1 не<br>обнаруж.         | в 0,1 не<br>допускается      |
| Патогенные м/о,<br>в т.ч. сальмонеллы | в 25,0 не<br>обнаруж.  | в 25,0 не<br>обнаруж.  | в 25,0 не<br>обнаруж.  | в 25,0 не<br>обнаруж.  | в 25,0 не<br>обнаруж.        | в 25,0 не<br>допускается     |
| Дрожжевые<br>грибы, не более          | не более 50            | не более 50            | не более 50            | не более 50            | не более 50                  | 50                           |
| Плесневые грибы,<br>не более          | не более 50            | не более 50            | не более 50            | не более 50            | не более 50                  | 50                           |

Таблица 3

Содержание показателей безопасности в экспериментальных образцах масла сливочного  
с *Melissa officinalis* L.

Table 3

The content of safety indicators in experimental samples of butter with *Melissa officinalis* L.

| Наименование<br>показателя                                    | Результаты испытаний |                  |                  |                  |                              | Допустимый<br>уровень,<br>мг/кг (л,<br>дм <sup>3</sup> ), не<br>более |
|---------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Образец<br>№ 1       | Образец<br>№ 2   | Образец<br>№ 3   | Образец<br>№ 4   | Образец<br>№ 5<br>(контроль) |                                                                       |
| 1                                                             | 2                    | 3                | 4                | 5                | 6                            | 7                                                                     |
| <i>Токсичные элементы:</i>                                    |                      |                  |                  |                  |                              |                                                                       |
| Свинец                                                        | не<br>обнаружено     | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено             | 0,1                                                                   |
| Мышьяк                                                        | не<br>обнаружено     | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено             | 0,1                                                                   |
| Кадмий                                                        | не<br>обнаружено     | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено             | 0,03                                                                  |
| Ртуть                                                         | не<br>обнаружено     | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено             | 0,03                                                                  |
| <i>Пестициды (в пересчете на жир):</i>                        |                      |                  |                  |                  |                              |                                                                       |
| Гексахлор-<br>циклогексан<br>(альфа-, бета-,<br>гаммаизомеры) | не<br>обнаружено     | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено             | 0,2                                                                   |
| ДДТ и его<br>метаболиты                                       | не<br>обнаружено     | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено | не<br>обнаружено             | 0,2                                                                   |

образцах санитарно-показательных микроорганизмов и показателей безопасности. Данные представлены в таблице 2 и 3.

Полученные данные (таблица 2) свидетельствуют о том, что все образцы обогащенного сливочного масла не содержат в своем составе БГКП, *Staphylococcus aureus* и патогенных микроорганизмов, в т.ч. сальмонелл.

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод, что исследуемые экспериментальные образцы масла сливочного с *Melissa officinalis* L. по показателям безопасности соответствуют требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Использование в рецептуре растительной добавки *Melissa officinalis* L.

Таблица 4

Содержание розмариновой кислоты в экспериментальных образцах

Table 4

The content of rosmarinic acid in experimental samples

| Наименование показателя         | Результаты испытаний |             |             |             | Норма по НТД    | Ед. изм. |
|---------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|----------|
|                                 | Образец № 1          | Образец № 2 | Образец № 3 | Образец № 4 |                 |          |
| Содержание розмариновой кислоты | 0,074                | 0,134       | 0,191       | 0,247       | ГОСТ 24027.2-80 | %        |

дает возможность улучшить пищевую ценность продукта за счет содержания в ней розмариновой кислоты. Результаты исследования содержания розмариновой кислоты в экспериментальных образцах сливочного масла с растительной добавкой *Melissa officinalis* L. представлены в таблице 4.

Результаты эксперимента, представленные в таблице 4, показывают, что наибольшим содержанием розмариновой кислоты характеризуется образец № 3 (0,191%) и образец № 4 (0,247%). За счет содержания розмариновой кислоты разрабатываемый продукт можно отнести к функциональным продуктам питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сравнительная характеристика двух биотипов гибридного подсолнечника с различным жирнокислотным составом запасных липидов / Н.С. Безверхая [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010. № 2/3. С. 17–19.
2. Воронова Н.С., Кармазина Е.А., Садовая Т.Н. Разработка технологии растительно-молочных напитков функционального назначения // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Краснодар: КГАУ, 2016. С. 928–929.
3. Воронова Н.С., Овчаров Д.В. Распределение электрофоретических фракций белковых изолятов из подсолнечного жмыха // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 943–952.
4. Малахов А.С., Огнева О.А. Мороженое функционального назначения // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. Краснодар: КГАУ, 2017. С. 939–940.
5. Ярошук О.А., Овчарова Г.П., Донченко Л.В. Фруктовые десерты с пектином на основе молочной сыворотки // Переработка молока. 2007. № 12. С. 14–15.
6. Functional Foods: Hopefulness to Good Health. American Journal of Food Technol. 2010; 5 (2):86–99.



7. Nagendra P. Shah. Functional cultures and health benefits. International Dairy Journal. 2007; 17:1262–1277.

## REFERENCES:

1. Bezverkhaya N.S. [et al.] Comparative characteristics of two biotypes of hybrid sunflower with different fatty acid composition of reserve lipids. Proceedings of higher educational institutions. Food technology. 2010; 2–3:17–19. (In Russ).
2. Voronova N.S., Karmazina E.A., Sadovaya T.N. Development of the technology of vegetable and milk drinks for functional purposes. Scientific support of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the IX All-Russian conference of young scientists. Krasnodar: KSAU; 2016. P. 928–929. (In Russ).
3. Voronova N.S., Ovcharov D.V. Distribution of electrophoretic fractions of protein isolates from sunflower cake. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2014; 104:943–952. (In Russ).
4. Malakhov A.S., Ogneva O.A. Functional ice cream. Scientific support of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the XI All-Russian conference of young scientists dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University and the 80th anniversary of the founding of the Krasnodar Territory. Krasnodar: KSAU; 2017. P. 939940. (In Russ).
5. Yaroshchuk O.A., Ovcharova G.P., Donchenko L.V. Fruit desserts with whey-based pectin. Processing of milk. 2007; 12:14–15. (In Russ).
6. Functional Foods: Hopefulness to Good Health. American Journal of Food Technol. 2010; 5(2):86–99.
7. Nagendra P. Shah. Functional cultures and health benefits. International Dairy Journal. 2007; 17:1262–1277.

## Информация об авторах / Information about the authors

**Наталья Сергеевна Безверхая**, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», кандидат технических наук  
natalya\_1306@mail.ru  
тел.: 8 (918) 417 66 06

**Ольга Александровна Огнева**, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», кандидат технических наук  
ogneva\_olia@mail.ru  
тел.: 8 (918) 666 17 71

**Natalya S. Bezverkhaya**, an associate professor of the Department of Storage Technology and Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Candidate of Technical Sciences  
natalya\_1306@mail.ru  
tel.: 8 (918) 417 66 06

**Olga A. Ogneva**, an associate professor of the Department of Storage Technology and Processing of Livestock Products, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Candidate of Technical Sciences  
ogneva\_olia@mail.ru  
tel.: 8 (918) 666 17 71

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-22-30>

УДК 663.973.4

© 2021

Поступила 09.08.2021

Received 09.08.2021



Принята в печать 27.09.2021

Accepted 27.09.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИИ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ТАБАЧНОГО СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО ТАБАКА ДЛЯ КАЛЬЯНА

Наталья Н. Бубнова\*, Евгений А. Бубнов, Софья В. Гвоздецкая

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»;  
ул. Московская, д. 42, Краснодар, 350072, Российская Федерация*

**Аннотация.** В связи с бурным ростом в РФ производства и потребления табака для кальяна возникла необходимость совершенствования технологии с подбором оптимального ингредиентного состава с целью создания качественного и безопасного табачного продукта. Цель исследований – усовершенствование технологии изготовления табака для кальяна на основе оптимизации его ингредиентного состава; исследование влияния фракционного состава табачного сырья на его качественные показатели. Фракционный состав табачного сырья при производстве табака для кальяна, как и для других табачных продуктов, имеет значение и влияет на его качественные характеристики. Наиболее востребованным при изготовлении табака для кальяна являются табак американского типа Вирджиния и Берлей [1]. Иногда в мешке используют табак восточного типа, отличающиеся высокими вкусовыми и ароматическими достоинствами. В связи с тем, что в последнее время наблюдается рост интереса к потреблению арабского табачного сырья Доха (этот табак известен как высококачественный продукт, обладающий высокой крепостью и приятным полным и гармоничным вкусом), возникла идея изготовить опытные образцы кальянных смесей, в составе которых используется табак Доха [2]. В статье представлены результаты исследований по определению оптимального ингредиентного состава табака для кальяна; по исследованию оптимального фракционного состава табачного сырья различных сортотипов. В результате исследований: проанализирован химический состав табачного сырья различных сортотипов; проведена дегустационная и органолептическая оценка опытных образцов; определено наиболее подходящее для производства табака для кальяна табачное сырье; определено содержание никотина в конденсате опытных образцов кальянных смесей с различной фракцией табачного сырья; определен оптимальный фракционный состав для различных сортотипов табачного сырья, необходимый для производства качественного продукта.

**Ключевые слова:** химический состав табачного сырья, фракционный состав, дегустационная оценка, конденсат, качественные характеристики табака для кальяна

*Для цитирования:* Бубнова Н.Н., Бубнов Е.А., Гвоздецкая С.В. Влияние фракции используемого табачного сырья на качество табака для кальяна // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 22-30. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-22-30>

## THE EFFECT OF THE FRACTION OF USED TOBACCO RAW MATERIALS ON THE QUALITY OF SHISHA TOBACCO

Natalia N. Bubnova\*, Evgeny A. Bubnov, Sofya V. Gvozdetskaya

Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Tobacco,  
Makhorka and Tobacco Products»;  
42 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

**Abstract.** Due to the rapid growth in the production and consumption of shisha tobacco in the Russian Federation, it has become necessary to improve the technology using optimal ingredient composition in order to create a high-quality and safe tobacco product. The aim of the research is to improve the technology of manufacturing shisha tobacco based on the optimization of its ingredient composition; to study the influence of the fractional composition of raw tobacco on its quality indicators. Fractional composition of raw tobacco in the production of shisha tobacco, as well as for other tobacco products, is important and affects its quality characteristics. Virginia and Burley tobaccos of the American type are the most demanded ones in the manufacture of shisha tobacco [1]. Sometimes oriental-type tobaccos are used in the bag, which are distinguished by high taste and aromatic qualities. Due to the fact that recently there has been an increase in the demand for Doha Arabian tobacco raw material (this tobacco is known as a high-quality product with a high strength and a pleasant, full and harmonious taste), the idea has arisen to manufacture prototypes of shisha mixtures in which Doha tobacco is used [2]. The article presents the research results: to determine the optimal ingredient composition of hookah tobacco; to study the optimal fractional composition of raw tobacco of various types. As a result of the research the chemical composition of raw tobacco of various types has been analyzed, the tasting and organoleptic evaluation of the prototypes carried out and the tobacco raw material most suitable for the production of shisha tobacco determined; the nicotine content in the condensate of prototypes of shisha mixtures with different fractions of raw tobacco determined; the optimal fractional composition for various types of tobacco raw materials, necessary for the production of a quality product determined.

**Keywords:** chemical composition of raw tobacco, fractional composition, tasting assessment, condensate, quality characteristics of shisha tobacco

*For citation: Bubnova N.N., Bubnov E.A., Gvozdetskaya S.V. The effect of the fraction of used tobacco raw materials on the quality of shisha tobacco. New technologies. 2021; 17(5):22-30. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-22-30>*

Цель проведения данного исследования – подбор табачного сырья для опытных образцов табака для кальяна, определение оптимального фракционного состава табака для кальяна и создание в конечном итоге качественного продукта.

Объекты исследований – табачное сырье различных сортов и районов произрастания; опытные образцы табака для кальяна, изготовленные из отобранного табачного сырья по внутренней методике ФГБНУ ВНИИТТИ [3] с различным фракционным составом, а также их

характеристика (химический состав, дегустационная оценка, конденсат).

При проведении исследований использовано аналитическое оборудование: спектрофотометр СФ-46, газовый хроматограф Кристалл 2000М с пламенно-ионизационным детектором, пятиканальная линейная курительная машина Cerulean SM 405. При проведении исследований использовались методы, принятые в табачной отрасли.

В отобранном табачном сырье был определен химический состав, проведена органолептическая оценка. Для



установления влияния табачного сырья на качество табака для кальяна были отобраны различные табаки как отечественные, выращенные на опытном поле ВНИИТ-ТИ, так и импортного производства (рисунк 1) различных зон произрастания. Изучен химический состав, дана технологическая и органолептическая оценка.

#### *Результаты*

Результаты органолептической оценки образцов исследуемого табачного сырья приведены в таблице 1.

Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод: все отобранные табаки имеют ровный яркий цвет листа, приятные оттенки аромата. Цветовые оттенки листа

*Таблица 1*

#### **Органолептическая оценка табачного сырья разного типа**

*Table 1*

| <b>Organoleptic evaluation of various types of raw tobacco</b> |                           |                   |                     |                             |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| <b>п/п</b>                                                     | <b>Табачное сырье</b>     | <b>Цвет</b>       | <b>Размер жилки</b> | <b>Аромат листа</b>         |
| <i>Ароматичное сырье</i>                                       |                           |                   |                     |                             |
| 1                                                              | Дюбек (Крым)              | красно-оранжевый  | тонкая              | ярко выраженный табачный    |
| 2                                                              | Самсун (Армения)          | коричневый        | тонкая              | сильный табачный            |
| 3                                                              | Ориентал (Болгария)       | оранжево-красный  | тонкая              | ярко выраженный приятный    |
| <i>Скелетное сырье</i>                                         |                           |                   |                     |                             |
| 4                                                              | Остролист 215             | светло-коричневый | средняя             | слабый табачный             |
| 5                                                              | Трапезонд 25              | коричневый        | средняя             | табачный                    |
| 6                                                              | Шептальский               | коричневый        | средняя             | слабый табачный             |
| 7                                                              | Кубанский 143             | коричневый        | средняя             | слабый табачный             |
| 8                                                              | Ильский                   | коричневый        | средняя             | слабый табачный             |
| <i>Табачное сырье американского типа</i>                       |                           |                   |                     |                             |
| 9                                                              | Вирджиния STV1S (Италия)  | желтый            | стрипс              | приятный табачный           |
| 10                                                             | Вирджиния STV2 (Италия)   | желтый            | стрипс              | приятный табачный           |
| 11                                                             | Вирджиния (Китай)         | желто-оранжевый   | стрипс              | приятный табачный           |
| 12                                                             | Вирджиния MXT (Италия)    | светло-желтый     | стрипс              | приятный табачный           |
| 13                                                             | Берлей B-OFX4RWS(Индия)   | красно-коричневый | стрипс              | слабый табачный             |
| 14                                                             | Берлей OFL6RWS(Бразилия)  | коричневый        | стрипс              | с легким аммиачным оттенком |
| 15                                                             | Берлей OMF5RWS (Италия)   | коричневый        | стрипс              | приятный табачный           |
| 16                                                             | Берлей OSF5XMS (Мозамбик) | коричневый        | стрипс              | слабый табачный             |

– от светло-желтого до красно-коричневого, ткань листа эластичная, упругая.

Табаки американского типа характеризуются крупной, грубой главной жилкой и предварительно подвергаются стрипсованию – процессу удаления главной жилки. Восточные табаки имеют листья небольшого размера и тонкую главную жилку, которую нет необходимости удалять.

Следующим этапом исследований было определение химического состава отобранного табачного сырья (рисунок 2).

По итогам дегустации наивысшие баллы получили образцы: табак восточного типа (Болгария), Вирджиния (Италия), Берлей (Индия и Италия), а также образец Шептальский, выращенный на опытном поле ФГБНУ ВНИИТТИ.

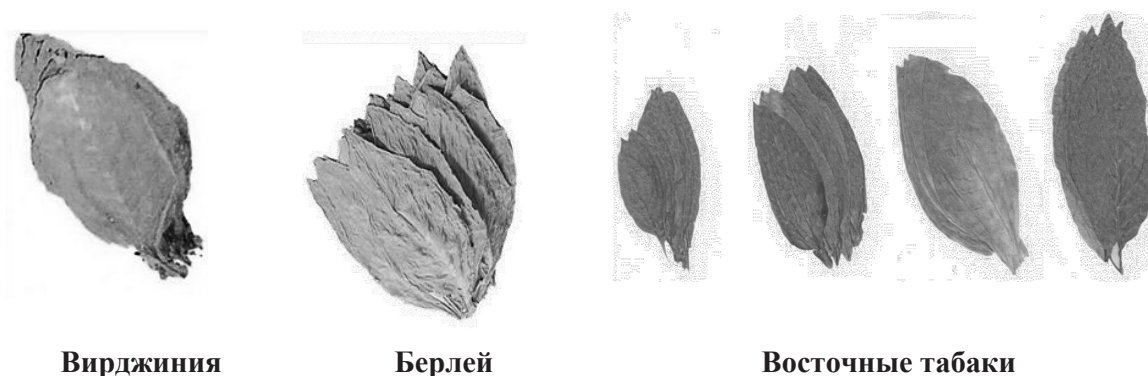


Рис. 1. Визуальная характеристика табаков

Fig. 1. Visual characteristics of tobacco

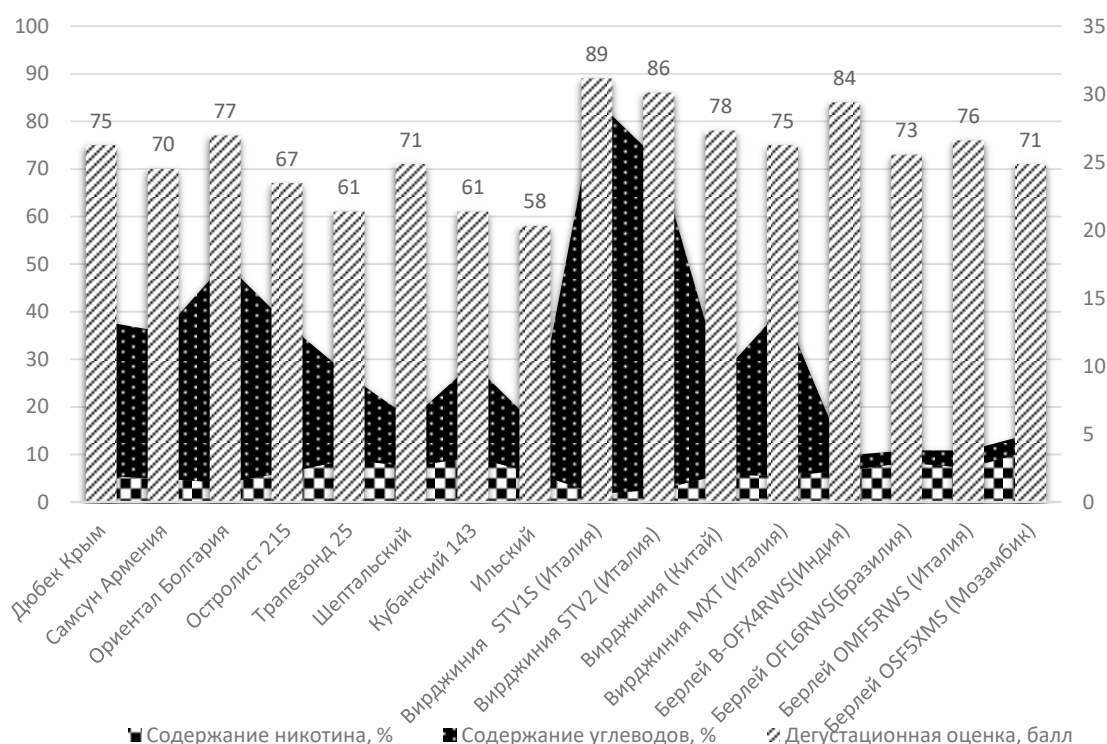


Рис. 2. Химический состав опытных образцов табачного сырья и их дегустационная оценка

Fig. 2. The chemical composition of prototypes of raw tobacco and their tasting evaluation

Таблица 2

Химический состав выбранного табачного сырья

Table 2

The chemical composition of the selected raw tobacco

| №<br>п/п                                 | Сырье                    | Никотин,<br>% | Углеводы,<br>% | Белки,<br>% | Хлор,<br>% | рН водного<br>экстракта |
|------------------------------------------|--------------------------|---------------|----------------|-------------|------------|-------------------------|
| <i>Ароматичное сырье</i>                 |                          |               |                |             |            |                         |
| 1                                        | Ориентал (Болгария)      | 1,4           | 16,2           | 8,1         | 1,3        | 4,9                     |
| <i>Скелетное сырье</i>                   |                          |               |                |             |            |                         |
| 2                                        | Шептальский              | 2,6           | 3,5            | 5,3         | 0,4        | 5,2                     |
| <i>Табачное сырье американского типа</i> |                          |               |                |             |            |                         |
| 3                                        | Вирджиния STV1S (Италия) | 0,6           | 28,9           | 4,3         | 0,9        | 5,4                     |
| 4                                        | Вирджиния STV2 (Италия)  | 0,9           | 24,2           | 5,1         | 0,6        | 5,5                     |
| 5                                        | Берлей В-OFX4RWS (Индия) | 2,3           | 1,1            | 9,7         | 2,2        | 5,8                     |
| 6                                        | Берлей OMF5RWS (Италия)  | 2,5           | 1,3            | 9,0         | 0,9        | 6,2                     |

Дальнейшие исследования проводили на вышеперечисленном отобранном табачном сырье.

Качественными характеристиками табака для кальяна, как и любого другого табачного продукта, является качество его ингредиентов, химический состав табачного сырья. В первую очередь, это содержание никотина, углеводов и белков в исходном табачном сырье. Химический состав исследованных образцов представлен в таблице 2.

Из полученных данных видно, что у сырья с более высоким содержанием

никотина в составе меньше углеводов, что отрицательно влияет на качество табачных изделий.

Параллельно проводилось исследование возможности использования табака Доха для изготовления табака для кальяна. Доха – один из видов высоконикотинового сырья, известного в России, которое выращивают в ОАЭ в оазисе Хатта на территории горного массива в Рас-Аль-Хайма [3]. Традиционно Доху потребляют с помощью трубки «медвах», что в переводе с арабского означает «головокружение».



Рис. 3. Медвах – курительная трубка для Дохи

Fig. 3. Medvakh – smoking pipe for Doha

Медвах – это небольшая прямая трубка с заостренной в виде лодочного носа внешней частью, 10–15 см в длину и небольшой табачной камерой на 3–4 затяжки. Изготавливается из древесины специальных твердых пород дерева ас-сидр или дикая ююба.

В отличие от традиционного трубчатого табака, который курят не затягиваясь, дым Дохи вдыхается. Сейчас Доха переживает всплеск интереса в странах западного побережья Персидского залива. Особой популярностью такой табак пользуется у молодежи. Известно, что активные потребители крепкого табака для кальяна в России используют Доху для придания дыму кальяна большей вкусовой крепости, добавляя ее в уложенную в чашу кальянную смесь. В связи с этим было принято решение исследовать на качественные характеристики опытные образцы кальянных смесей, в состав которых входит Доха.

Органолептическая оценка показала, что Доха имеет в основном светлый, желто-зеленый окрас листьев с оттенками, приятный табачный аромат и тонкую среднюю жилку.

Далее определялся химический состав отобранных образцов табачного

сырья в различных соотношениях с Дохой. Опытные образцы кальянной смеси изготавливались по внутренней методике. Дегустационная оценка опытных образцов табака для кальяна представлена в таблице 3.

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать следующие выводы:

– Доха имеет высокое содержание никотина – 6,7% и при смешивании с табаками, с меньшим содержанием никотина, общее содержание никотина в смеси усредняется. Аналогичная закономерность наблюдается для общего содержания белков и углеводов. Это положительно сказалось на дегустационной оценке: смеси табачного сырья получили более высокий дегустационный балл. Самый высокий балл получили смеси на основе табачного сырья Вирджиния, что вполне объяснимо – Вирджиния обладает высоким содержанием углеводов, что является основополагающим при формировании вкусовых характеристик дыма табачного продукта, вкусовые свойства Дохи придают продукту необходимую «полноту», что является положительным показателем при потреблении табачных изделий. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что использование табака арабского

Таблица 3

Дегустационная оценка опытных образцов табака для кальяна с содержанием Дохи

Table 3

Tasting evaluation of prototypes of shisha tobacco with Doha content

| Табачное сырье |                          | % содержания |    | Никотин, % | Углеводы, % | Белки, % | Дегустационная оценка опытных образцов табака для кальяна, балл |
|----------------|--------------------------|--------------|----|------------|-------------|----------|-----------------------------------------------------------------|
| Доха           |                          | 100          |    | 6,7        | 1,5         | 9,8      | 62                                                              |
| Доха           | Берлей OMF5RWS (Италия)  | 20           | 80 | 4,1        | 1,3         | 9,2      | 76                                                              |
| Доха           | Вирджиния STVIS (Италия) | 20           | 80 | 2,2        | 22,4        | 4,5      | 87                                                              |
| Доха           | Шептальский              | 20           | 80 | 3,2        | 2,4         | 5,7      | 81                                                              |
| Доха           | Ориентал (Болгария)      | 60           | 40 | 3,6        | 5,2         | 9,1      | 79                                                              |

Таблица 4

Характеристика образцов табака для кальяна с различной фракцией табачного сырья

Table 4

Characteristics of shisha tobacco samples with different fractions of raw tobacco

| Табачное сырье                   |               |                |             | Табак для кальяна                  |                                     |                                |
|----------------------------------|---------------|----------------|-------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
|                                  | Никотин,<br>% | Углеводы,<br>% | Белки,<br>% | Размер<br>фракции, см <sup>2</sup> | Никотин,<br>мкг/100 см <sup>3</sup> | Дегустационная<br>оценка, балл |
| Берлей<br>OMF5RWS<br>(Италия)    | 2,5           | 1,3            | 9,0         | 1,0                                | 10,0                                | 78                             |
|                                  |               |                |             | 0,6                                | 20,0                                | 82                             |
|                                  |               |                |             | 0,3                                | 26,0                                | 89                             |
| Вирджиния<br>STV1S (Италия)      | 0,6           | 28,9           | 4,3         | 1,0                                | 6,0                                 | 92                             |
|                                  |               |                |             | 0,6                                | 12,0                                | 84                             |
|                                  |               |                |             | 0,3                                | 14,0                                | 79                             |
| Доха<br>20% Шептальс-<br>кий 80% | 3,2           | 2,4            | 5,7         | 1,0                                | 18,0                                | 76                             |
|                                  |               |                |             | 0,6                                | 26,0                                | 88                             |
|                                  |               |                |             | 0,3                                | 36,0                                | 75                             |

происхождения Доха возможно, т.к. полученный продукт для кальяна обладает полным вкусом, приятным ароматом и может быть использован в производственном процессе.

Далее проводились исследования по оптимальному фракционному составу. Ранее было выбрано табачное сырье: средней крепости – Берлей OMF5RWS (Италия), высокой крепости – Доха/Шептальский (20/80) и низконикотиновая Вирджиния STV1S (Италия), прошедшие органолептическую и дегустационную оценку и получившие наивысшие баллы среди крепкого и легкого сырья. По разработанной технологии [4] были изготовлены образцы табака для кальяна из выбранного сырья различной крепости, проведена дегустационная оценка [5] и определено содержание никотина в аэрозоле образцов по разработанной методике [6; 7] в серии повторностей. Результаты эксперимента приведены в таблице 4.

#### Заключение

В результате проведенных исследований выявлены оптимальные сорта-типы табачного сырья, необходимые для создания качественного табака для кальяна.

Табачное сырье Вирджиния следует использовать в виде крупной фракции (1 см<sup>2</sup>), сырье типа Берлей – в виде мелкой фракции (0,3 см<sup>2</sup>), что вполне объяснимо: Берлей имеет пористую структуру листа, поэтому даже в мелкой нарезке не теряет свои гигроскопические свойства, также более мелкая нарезка табачного сырья дает яркий насыщенный вкус за счет большего объема, помещенного в кальянную чашу.

При использовании Дохи с сырьем типа Шептальский лучше измельчать его до средней фракции, так как при нарезке 0,6 см<sup>2</sup> вкус Дохи и плотность табачного листа сырья типа Шептальский дают наилучшие дегустационные показатели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. <https://shishatobaccofactory.com/>
2. Бубнова (Матюхина) Н.Н. Использование табачного сырья Доха для изготовления кальянных смесей // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Вып. 3. С. 283–287.



3. <http://turbodokha.com/>
4. Способ изготовления табака для кальяна на основе натуральных пищевых компонентов: пат. 2703566 Рос. Федерация: МПК А24В 15/10 (2006.01) / Бубнова (Матюхина) Н.Н., Дон Т.А., Миргородская А.Г. № 2019114555; заявл. 13.05.2019, опубл. 21.10.2019, Бюл. № 30.
5. МВИ-07-2009 «Методика определения органолептических показателей смеси для кальяна».
6. ГОСТ 30038-93. Табак и табачные изделия. Определение алкалоидов в табаке. Спектрофотометрический метод. Введ. 1995-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1995. 11 с.
7. ГОСТ 30570-2003 (ИСО 10315:2000). Сигареты. Определение содержания никотина в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии. Взамен ГОСТ 30570-98 (ИСО 10315-91). Введ. 2005-01-01. М.: Стандартинформ, 2005. 5 с.

#### REFERENCES:

1. <https://shishatobaccofactory.com/>
2. Bubnova (Matyukhina) N.N. The use of Doha tobacco raw materials for the manufacture of shisha mixtures. Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018; 3; 283–287. (In Russ).
3. <http://turbodokha.com/>
4. Patent RUS № 2019114555/ 21.10.2019. Byul. № 30. Bubnova (Matyukhina) N.N., Don T.A., Mirgorodskaya A.G. Method of manufacturing shisha tobacco based on natural food components. (In Russ).
5. MVI-07-2009 «Methodology for determining the organoleptic characteristics of shisha mixture». (In Russ).
6. GOST 30038-93. Tobacco and tobacco products. Determination of alkaloids in tobacco. Spectrophotometric method. Enter. 1995-01-01. Moscow: Publishing house of standards; 1995. 11 p. (In Russ).
7. GOST 30570-2003 (ISO 10315: 2000). Cigarettes. Determination of nicotine content in smoke condensate. Gas chromatography method. Instead of GOST 30570-98 (ISO 10315-91). Introduced 2005-01-01. Moscow: Standartinform; 2005. 5 p. (In Russ).

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Наталья Николаевна Бубнова**, научный сотрудник лаборатории технологии производства табачных изделий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», кандидат технических наук  
[strekoza242@yandex.ru](mailto:strekoza242@yandex.ru)

**Евгений Андреевич Бубнов**, ведущий научный сотрудник, заместитель заведующего лабораторией машинных агропромышленных технологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», кандидат технических наук  
[hookj@mail.ru](mailto:hookj@mail.ru)

**Natalya N. Bubnova**, a researcher of the Laboratory of the Technology for the Production of Tobacco Products, Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Candidate of Technical Sciences  
[strekoza242@yandex.ru](mailto:strekoza242@yandex.ru)

**Evgeny A. Bubnov**, a leading researcher, Deputy Head of the Laboratory of Machine Agroindustrial Technologies of the Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products», Candidate of Technical Sciences  
[hookj@mail.ru](mailto:hookj@mail.ru)

**Софья Вадимовна Гвоздецкая**,  
аспирант лаборатории технологии произ-  
водства табачных изделий Федерального  
государственного бюджетного научного  
учреждения «Всероссийский научно-ис-  
следовательский институт табака, махор-  
ки и табачных изделий»  
gvozdetskayasofia@mail.ru

**Sofya V. Gvozdetskaya**, a postgraduate  
student of the Laboratory of the Technolo-  
gy for the Production of Tobacco Products  
of the Federal State Budgetary Scientific In-  
stitution «All-Russian Research Institute of  
Tobacco, Makhorka and Tobacco Products»  
gvozdetskayasofia@mail.ru



<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-31-42>



УДК [635.615:664.292]

© 2021

Поступила 10.08.2021

Received 10.08.2021

Принята в печать 04.10.2021

Accepted 04.10.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ДИСПЕРГИРОВАНИЕ АРБУЗНЫХ КОРОК, КАК ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ, В ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕКТИНОСОДЕРЖАЩИХ ЭКСТРАКТОВ И ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР

Галина С. Мещерякова, Альберт Х.-Х. Нугманов\*, Игорь Ю. Алексанян,  
Юрий А. Максименко, Екатерина В. Соколова

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

**Аннотация.** Разработка защитных покрытий на базе пектиновых субстанций, служащих натуральными структурообразователями, выработанными из вторичной ресурсной базы, ориентирована на снятие комплексной проблемы при производстве готовых изделий путем глубокой обработки основных сырьевых материалов и разработки оригинального пленочного материала. При этом техническим результатом получения пектиносодержащих пленочных структур является их способность обеспечить защиту пищевым продуктам от микробиологической порчи, естественных потерь при хранении и сохранности показателей качества и безопасности. К важной подготовительной процедуре, определяющей эффективность и интенсивность процессов экстракции, можно отнести операцию диспергирования исходного сырья, т.к. она напрямую влияет на величину площади поверхности контакта фаз, участвующих в массообмене. Однако априори, чем больше степень измельчения, тем выше эффективность процесса. Но чрезмерное повышение может привести к дополнительным неоправданным энергозатратам и, как следствие, к росту стоимости реализуемой готовой продукции. В связи с этим была поставлена цель данного исследования, которая заключается в анализе существующих технологий получения пектиносодержащих экстрактов из коры арбуза и оценке возможности интенсификации процесса экстрагирования за счет проведения рациональной подготовительной процедуры по измельчению исходного сырья на базе дисперсного анализа исходного сырья после реализации процедуры его измельчения. В качестве объекта исследования были выбраны корки арбуза как не утилизируемые отходы переработки арбузного сырья. Согласно полученным графикам и учитывая высокие показатели студнеобразования полученных пектиновых экстрактов, можно рекомендовать комплексную обработку арбузной корки, включающей, кроме операций предварительной подготовки сырья, ультразвуковое воздействие и кислотный гидролиз, причем желательнее применять вместо агрессивных серной и соляной – пищевые кислоты, например уксусную или лимонную. В результате изучения дисперсного

состава сделано заключение о том, что средний эквивалентный размер частиц у диспергированного сырья не выходит за рамки рекомендуемых пределов, то есть полученный результат можно признать приемлемым.

**Ключевые слова:** пищевые отходы, вторичные сырьевые ресурсы, арбуз, диспергирование, техника измельчения, интенсификация, экстрагирование, ультразвук

*Для цитирования: Диспергирование арбузных корок, как вторичного сырья, в технологиях пектиносодержащих экстрактов и пленочных структур / Мещерякова Г.С. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 31-42. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-31-42>*

## DISPERSION OF WATERMELON RINDS AS SECONDARY RAW MATERIALS IN TECHNOLOGIES OF PECTIN-CONTAINING EXTRACTS AND FILM STRUCTURES

**Galina S. Meshcheryakova, Albert H.-H. Nugmanov, Igor Yu. Aleksanian,  
Yuriy A. Maksimenko, Ekaterina V. Sokolova**

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

**Abstract.** The development of protective coatings based on pectin substances that serve as natural structure-forming agents developed from a secondary resource base is focused on removing a complex problem in the production of finished products by deep processing of basic raw materials and developing an original film material. At the same time, the technical result of obtaining pectin-containing film structures is their ability to protect food products from microbiological spoilage, natural losses during storage and the preservation of quality and safety indicators. An important preparatory procedure that determines the efficiency and intensity of extraction processes can be attributed to the operation of dispersing the feedstock, since it directly affects the size of the contact surface area of the phases involved in mass transfer. However, it is clear that the greater the degree of grinding, the higher the efficiency of the process, but an excessive increase can lead to additional unjustified energy costs and, as a result, to an increase in the cost of the finished products sold. In this regard, the purpose of the research is to analyze existing technologies for producing pectin-containing extracts, in which watermelon rinds can be used as secondary resources and to intensify the extraction process by conducting a rational preparatory procedure for grinding the raw materials. The object of the research are watermelon rinds as non-recyclable waste from processing watermelon raw materials. According to the obtained graphs, and taking into account the high rates of gelatinization of the obtained pectin extracts, it is possible to recommend a complex treatment of watermelon rinds, including, in addition to the operations of preliminary preparation of raw materials, ultrasonic exposure and acid hydrolysis, and it is desirable to use food acids, for example, acetic or citric, instead of aggressive sulfuric and hydrochloric acids. As a result of the study of the dispersed composition, it has been concluded that the average equivalent particle size of the dispersed raw materials does not exceed the recommended limits, that is, the result obtained can be considered acceptable.

**Keywords:** food waste, secondary raw materials, watermelon, dispersion, grinding technique, intensification, extraction, ultrasound

*For citation: Meshcheryakova G.S. et al. Dispersion of watermelon rinds as secondary raw materials in technologies of pectin-containing extracts and film structures. New technologies. 2021; 17(5):31-42. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-31-42>*

## **Введение**

Пристальное внимание в мире стали обращать на интенсивное увеличение использования синтетических полимерных упаковочных материалов для пищевых продуктов, что обуславливает перманентный рост отходов, которые не подвержены биоразложению. Это предопределяет актуальность решения задач по разработке и производству пищевой современной упаковки в различных секторах пищевой индустрии, которая позволит уменьшить отрицательное воздействие на внешнюю среду обитания населения, в частности посредством заметного понижения времени биodeградации упаковки после ее применения. Одним из максимально пригодных методов решения данных задач служит широкое использование в инженерной практике съедобных защитных пленок на основе пектина из возобновляемых пищевых сырьевых источников.

Разработка защитных покрытий на базе пектиновых субстанций, служащих натуральными структурообразователями, выработанными из вторичной ресурсной базы, ориентирована на снятие комплексной проблемы при производстве готовых изделий путем глубокой обработки основных сырьевых материалов и разработки оригинального пленочного материала [1]. При этом техническим результатом получения пектиносодержащих пленочных структур является их способность обеспечить защиту пищевым продуктам от микробиологической порчи, естественных потерь при хранении и сохранности показателей качества и безопасности. Следует отметить, что в условиях нарастания рыночной потребности в пленочных покрытиях определяющей становится задача выявления новых источников для их производства.

## **Цель исследования**

Проанализировать существующие технологии получения пектиносодержащих экстрактов из коры арбуза и оценить возможность интенсификации процесса экстрагирования за счет проведения

рациональной подготовительной процедуры по измельчению исходного сырья на основе дисперсного анализа исходного сырья после реализации процедуры его измельчения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- на основе теоретического анализа современного состояния энерго- и ресурсосберегающих технологий получения пектиновых экстрактов из арбузной корки обосновать целесообразность применения комплексной обработки вторичного сырья, включая, кроме операций предварительной подготовки сырья, ультразвуковое воздействие и кислотный гидролиз;
- при получении пектиновых экстрактов из арбузной корки предложить и обосновать возможность вместо агрессивных серной и соляной кислот использование пищевых кислот, например уксусной или лимонной;

- провести дисперсный анализ исходного сырья после реализации процедуры его измельчения;

- провести выбор измельчительного оборудования для рационального проведения подготовительной процедуры по его диспергированию, предложить наиболее рациональное диспергирующее устройство на основе результатов изучения дисперсного состава диспергированного сырья в рамках рекомендуемых технологических пределов.

## **Основная часть**

К важной подготовительной процедуре, определяющей эффективность и интенсивность процессов экстракции, можно отнести операцию диспергирования исходного сырья, т.к. она напрямую влияет на величину площади поверхности контакта фаз, участвующих в массообмене. Однако априори, чем больше степень измельчения, тем выше эффективность процесса, но чрезмерное повышение может привести к дополнительным неоправданным энергозатратам и, как следствие, к росту стоимости реализуемой готовой продукции.

В качестве перспективного вторичного ресурса для производства пектиносодержащей пленки вполне может подойти арбузное сырье, так как, в первую очередь, в нем присутствует 13,4% пектиновых веществ, из которых 8,1% приходится на протопектин, определяющий прочность плодовой ткани [2], а во-вторых, согласно данным волгоградских ученых, неостребованной арбузной продукции на полях остается около 150 тыс. тонн, а это выброшенные ресурсы, используя которые можно получить различные и при этом нужные на рынке пищевые продукты, в том числе и глубокой переработки, те же пленочные пектиносодержащие структуры [3]. Конкретным объектом данного исследования послужили корки арбуза как не утилизируемые отходы переработки арбузного сырья.

Операция по измельчению арбузных корок, являющихся не утилизируемыми отходами, при комплексной переработке арбузного сырья проводилась на установке, показанной на рисунке 1, использование которой дает возможность измельчать продукт для дальнейшего извлечения из него водорастворимых составляющих [4]. Данный выбор обусловлен совмещением операций измельчения и подачи водной среды для создания заданного гидромодуля, кроме того, данное устройство отличается простотой конструкции и надежностью в эксплуатации.

Предложенное устройство (рис. 1) функционирует в следующей последовательности. Диспергирование происходит при подводе водной среды, которая служит экстрагентом при дальнейшей экстракции компонентов арбузной корки, растворимых в водной среде. Исходная корка направляется в люк 2 для ее загрузки, после чего она направляется в рабочую емкость 3, где диспергируется в пространстве между наклонной стационарной дробящей поверхностью, находящейся вверху и изготовленной в форме полого конуса 4, и подвижной диспергирующей шарошки

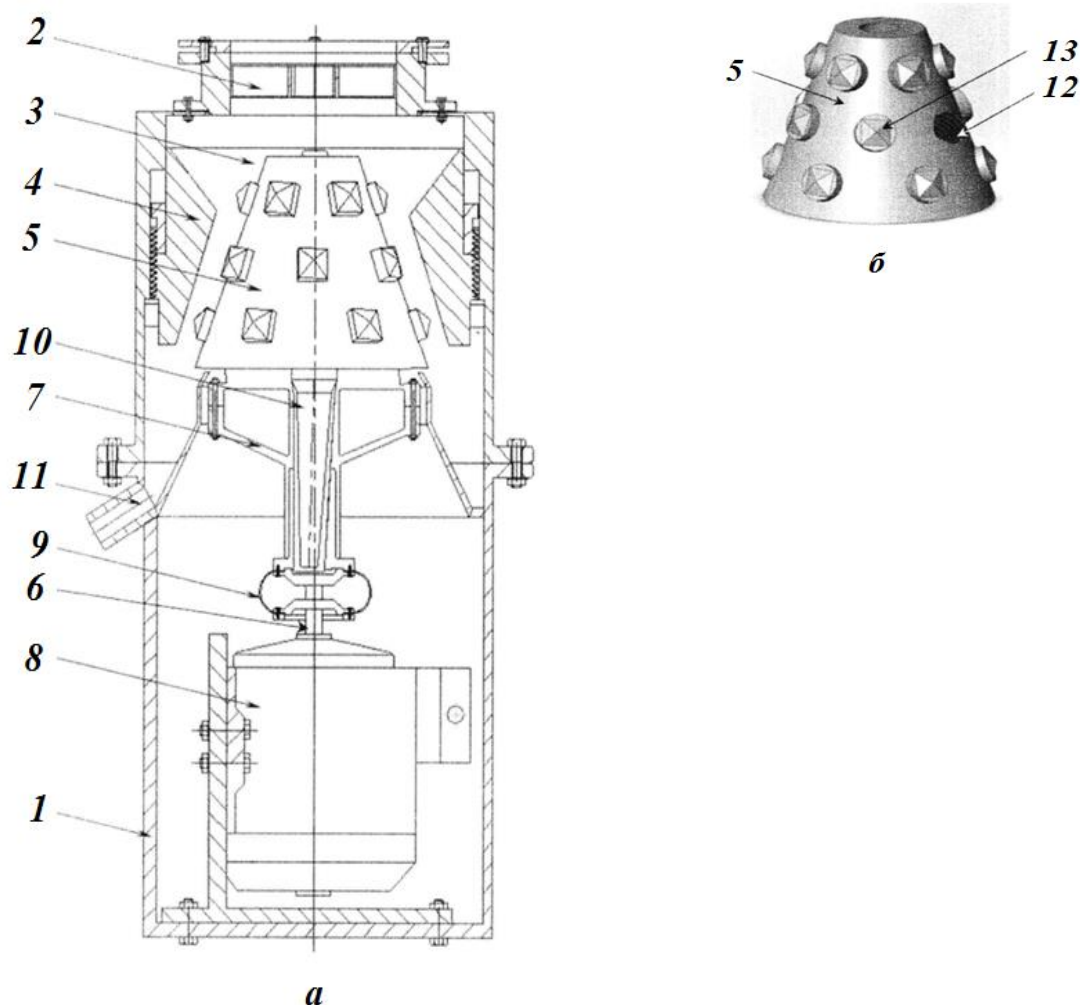
5, размещенной на валу 6 и связанной со стационарным основанием емкости 7. Шарошка 5 движется посредством электромотора 8. Следует учесть, что установка обеспечена дисбалансом 10, нужным для обработки материалов с учетом их габаритов и твердости, который изготовлен с возможностью самопроизвольной коррекции угла наклона подвижной шарошки 5.

При механической обработке корки в пространстве между полым конусом 4 и мобильной шарошкой 5 диспергируются и превращаются в пульпу. Под влиянием гравитации и наличия жидкостного потока образующаяся суспензия удаляется из установки сквозь отверстие для разгрузки 11, контактируя с экстрагентом в определенных долях и отводясь из области формирования отходов в зону для последующей обработки.

Однако для стабильной работы рекомендуемой установки (рис. 1) и обеспечения рациональных режимов экстрагирования целесообразно осуществить дисперсный анализ измельченной биомассы.

В рамках ISO 9276-1:1998 размер дисперсной частички находится как эквивалентный сферический диаметр  $d_{э\text{кв}}$ , который равен диаметру сферы, имеющей такие же характеристики, как и исследуемый объект. Шарообразную частицу можно определить лишь посредством единственной величины – диаметра. На рисунке 2 представлена концепция получения данной размерной единицы, опирающейся на варьируемые физические параметры [5; 6].

С целью выявления размерной дисперсии частиц целесообразно применять способы, дающие возможность иметь информацию о размерах множества измельченных элементов сырья, обычно не меньше 200, или массе ряда фракций, и далее статистически обработать полученные результаты, что возможно путем оптического, электронного микроскопического, ситового и седиментационного



**Рис. 1.** Схема устройства для измельчения арбузных корок:

*а* – измельчитель в сборе; *б* – подвижная измельчающая шарошка; 1 – корпус; 2 – люк; 3 – рабочая емкость; 4 – полый конус; 5 – диспергирующая шарошка; 6 – вал; 7 – основание; 8 – привод; 9 – муфта; 10 – дисбаланс; 11 – отверстие для разгрузки; 12 – место коррекции угла наклона шарошки; 13 – рабочий орган шарошки

**Fig. 1.** Diagram of the device for grinding watermelon rinds:

*a* – assembled shredder; *b* – movable grinding cone; 1 – block; 2 – hatch; 3 – working capacity; 4 – hollow cone; 5 – dispersing cone; 6 – shaft; 7 – base; 8 – drive; 9 – clutch; 10 – imbalance; 11 – opening for unloading; 12 – the place of the correction of the angle of inclination of the cutter; 13 – cutter working body

анализа в поле гравитационных и центробежных сил.

За  $d_{\text{ЭКВ}}$  в нашем случае резонно взять диаметр шара с идентичной площадью внешней поверхности, что обусловлено тем, что именно она служит определяющим параметром процедуры экстрагирования, поскольку увеличение степени измельчения приводит к росту площади

поверхности взаимодействия между экстрагентом и объектом экстракции и потому обуславливает повышение скорости операции. Учтем, что размер частицы, не принимая во внимание специфику ее внутренней структурной организации, является не однозначным показателем оценки рациональной размерной характеристики экстрагируемого продукта. Поскольку





Рис. 2. Пути преобразования реальных размеров частицы в эквивалентный сферический диаметр

Fig. 2. Ways of converting the actual particle size to the equivalent spherical diameter

частицы имеют неправильную форму за характерный размер резонно взять диаметр окружности  $d_{\text{хар}}$  с площадью, идентичной площади поверхности частицы.

Итак, площадь при фазовом взаимодействии при массообмене можно представить в виде суммы идентичных поверхностей частиц, не принимая во внимание площадь боковых поверхностей, а при аппроксимации фотографии трансформировать форму частиц в окружности. Тогда эквивалентный диаметр можно рассчитать по соотношению:

$$d_{\text{экв}} = \frac{d_{\text{хар}}}{\sqrt{2}} \quad (1)$$

В связи с актуальностью проблемы экологичности производства пектиносодержащих пленочных структур в современный момент рекомендованы технологии извлечения пектиновых компонентов без применения дорогостоящих реагентов: организации кавитационного воздействия, экстракции посредством гидродинамических роторных преобразователей, применяя электроактивированную водную среду [7]. Данные методы выделения пектиновых компонентов имеют перспективу, однако сопровождаются существенными негативными сторонами, препятствующими их внедрению в инженерную практику.

Под электроактивированной водной средой понимается обычная питьевая

водопроводная вода после электролиза в агрегатах, где анодный и катодный участки разделяются непроницаемой для жидкой среды перегородкой. Вследствие такой переработки катодная вода (католит) приобретает свойства щелочи, а анодная (анолит) – кислоты, причем pH раствора можно изменять в широких пределах. Вода с pH выше 7 (щелочная) получила в обиходе название «живой», а с pH ниже 7 (кислая) – «мертвой».

Известен запатентованный способ получения пектинового экстракта с применением данного вида воды [8], который заключается в следующем. Сырьевые плодовоовощные материалы, а также фруктовые выжимки, свекловичный жом и др. 20...40 мин. промывают водой при 30...80°C. В случае применения сухих материалов в течение 20...30 мин. осуществляют водное промывание-набухание при 30...80°C. В ходе этих операций наблюдается экстракция из сырьевых материалов водорастворимых компонентов, таких как крахмал, сахара, красящие составляющие и др. и кроме того отводятся примеси минеральной природы. Далее 1,5...2,5 часа проводят гидролиз-экстрагирование сырьевых материалов при 75...95°C при непрерывном перемешивании в соотношении сырьевых материалов и гидролизующего агента 1 к 1,5...3,0, причем в качестве агента применяют электроактивированную водную среду с pH 1,2...2,5.



Следует отметить, что электроактивированная водная среда в медицинской практике официального признания не получила, однако известна информация об излечении ею ряда болезней, к примеру болезни Боткина, радикулита, гипертонии, аденомы предстательной железы и др. Противоречия в определении «живой» и «мертвой» водной среды присутствуют только в академической и прикладной научных областях. Состав материалов после электролиза зависит от условий его осуществления и преимущественно обусловлен параметрами водной среды, например ее минерализацией. Плотность тока, материал электродов, температурный режим и другие параметры, при которых осуществляется операция, служат влияющими факторами. Так, например, материалом электрода может служить нержавеющая сталь, в итоговом растворе формируются ионы никеля и железа, негативно влияющие на здоровье человека, и кроме того в водную среду переходит и токсичный хром.

Таким образом, вследствие непроверенности имеющихся сведений как с точки зрения технологии, так и в клиническом аспекте, что обуславливает отсутствие нормативных документов, реальное внедрение подобных способов в промышленную практику сомнительно и в настоящий момент необоснованно.

Под кавитационной обработкой подразумевают формирование заполненных паром и газом ячеек или пузырей при местном падении давления в жидкой среде до величины, соответствующей насыщенному пару, к тому же доли пара и газа в ячейках могут варьироваться, причем при превалировании той или иной составляющей ячейки определяют их как паровые или газовые. Деструкция клеточных мембран при кавитационной обработке наблюдается преимущественно под влиянием ударных волн и кумулятивных струй, формирующихся при схлопывании кавитационных ячеек. На поверхности твердых материалов и частиц

присутствуют концентраторы напряжений в форме микроскопических трещин, неровностей и т.п., где и формируются кавитационные зародыши. Под влиянием звукокапиллярного воздействия и высокоскоростных микроскопических потоков жидкая среда проникает в трещины и поры, где в процессе схлопывания ячеек появляется мощная ударная волна, обуславливающая деструкцию продуктов. Кумулятивные струи приводят к деструкции поверхность материала за счет кинетической энергии жидкой среды. Маленькие частички с размерами, соизмеримыми с поперечным сечением струй, захватываются ими и усугубляют процедуру деструкции частиц в жидкой среде.

Следует отметить, что основным «узким» местом такого метода выделения пектиновых компонентов служит чрезмерно агрессивное влияние на пектиновые молекулы [9; 10], в результате чего часть молекул подвергается полной деструкции или деградации до более простых полимеров, что приводит к падению выхода и снижению качественных показателей пектиновых веществ [7].

Более рациональным можно считать экстрагирование пектиновых веществ под влиянием кислот в комплексе с ультразвуковым воздействием на исходный материал, что обосновывается в результатах исследований, осуществленных в Оренбургском государственном университете, которые позволили разработать технологию кислотно-кавитационной экстракции пектиновых веществ из тыквы, кормового арбуза, свекловичного жома и корзинки подсолнечника.

В данной технологии использовалась ультразвуковая кавитационная обработка, дающая возможность контроля и регулировки параметров операции, причем ультразвуковым источником кавитации является устройство с пьезокерамическими пластинами. Гидролиз осуществляли при воздействии соляной и серной кислот. В процессе выявления рациональных параметров гидролиз-экстрагирования

меняли длительность воздействия, pH, температуру и интенсивность, а также частоту ультразвуковых волн.

Авторами [7] был сделан вывод о том, что использование ультразвуковой обработки не приводит к наибольшему выходу искомого материала. К тому же, чрезмерно агрессивное влияние ультразвука на материал приводит не только к деструкции клеточных мембран, но и к деполимеризации пектиновых молекулярных структур, что отрицательно сказывается на их желеобразующей способности. Однако в результате применения ультразвукового воздействия на сырье одновременно с его гидролизом соляной кислотой, удельный выход пектиновых веществ равнялся 94,7% от теоретически возможного при pH = 4 (рис. 3а). При использовании серной кислоты выход пектиновых компонентов равнялся 94,6% (рис. 3б). При этом студнеобразующая способность двухпроцентного пектинового экстракта, определяемая по методу Сосновского [11], в основе которой лежит измерение усилия, требуемое для пробивания студня толщиной 10 мм, и регистрация показаний манометра, была не ниже 50 кПа, что гарантирует его высокие потребительские свойства. Данный вариант апробирован в лабораторных и промышленных условиях и может служить базой для проведения дальнейших исследований.

На рисунке 4, в качестве примера, показан фотоснимок полученных фрагментов частиц корки арбуза после ее диспергирования на установке, представленной на рисунке 1. В итоге было обработано более 10 таких снимков для получения объективной оценки конечных размеров у измельченных частиц.

На рисунке 5 показаны микроснимки и схематичные изображения измельченных частиц с учетом вышеописанных допущений.

Анализ фотоснимков приводит к выводу о том, что в изучаемом объекте наблюдаются четыре основные фракции с малозаметными отличиями в размерах частиц, в связи с чем они схематично (рис. 5) показаны в форме кругов с усредненными для каждой фракции диаметрами, что упрощает математическую аппроксимацию дисперсного состава изучаемых объектов. Результаты изучения дисперсного состава сведены в таблице 1.

Из полученных данных следует, что при дисперсном анализе и получении расчетных соотношений можно опираться на три фракции заметной доли в общем количестве частиц, а наиболее крупной фракцией с малозначительным содержанием можно пренебречь, т.к. это практически не влияет на расчетную погрешность.

Данные по величинам эквивалентных диаметров частиц для выделенных 3-х фракций приводят к выводу, что в

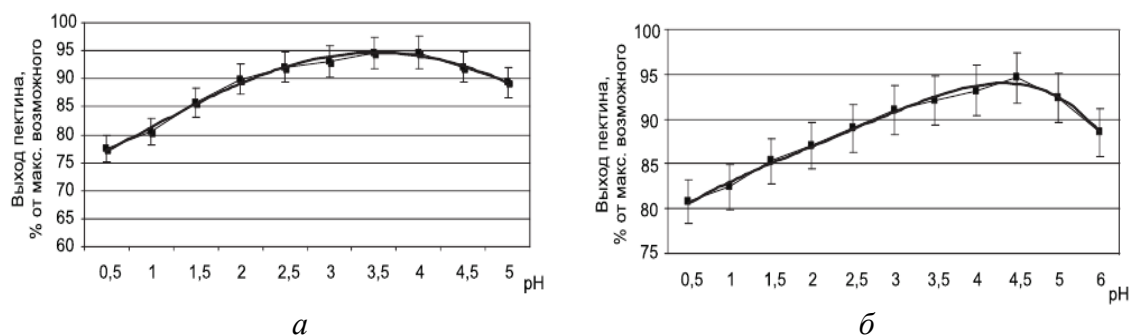


Рис. 3. Выход пектиновых веществ при кислотно-ультразвуковом способе экстрагирования: а – при кислотном гидролизе соляной кислотой; б – при кислотном гидролизе серной кислотой [7]

Fig. 3. The output of pectin substances in the acid-ultrasonic extraction method: а – in acid hydrolysis with hydrochloric acid; б – with acid hydrolysis with sulfuric acid [7]



Рис. 4. Фотоснимок диспергированных фрагментов частиц арбузной корки

Fig. 4. Picture of dispersed fragments of watermelon rind particles

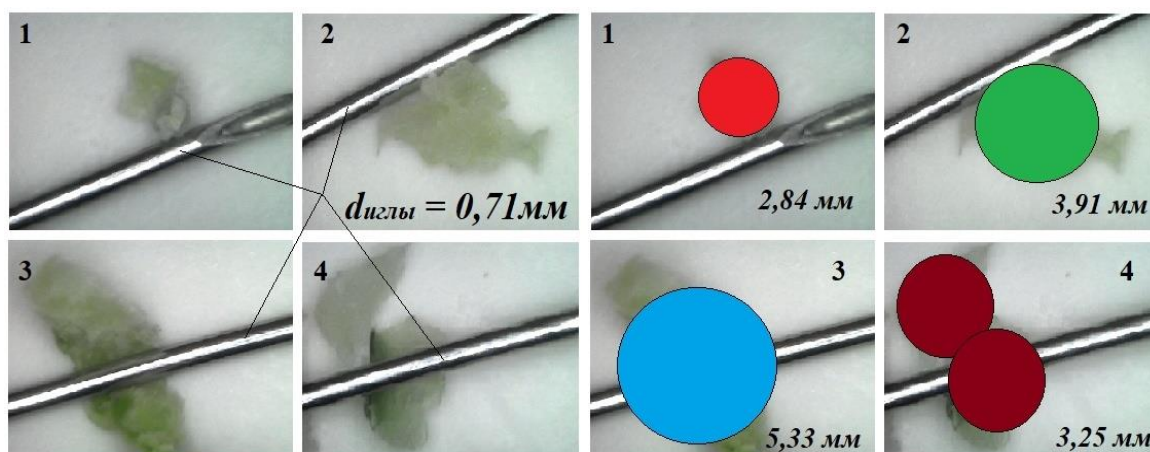


Рис. 5. Микрофотографии и схематичные иллюстрации фрагментов поверхности измельченных частиц

Fig. 5. Micrographs and schematic illustrations of fragments of the surface of crushed particles

Таблица 1

Дисперсный анализ объекта изучения

Table 1

Dispersive analysis of the object of study

| Цвет круга | $d_{\text{хар}}$ , мм | $d_{\text{ЭКВ}}$ , мм | Соотношение количества частиц по фракциям, % |
|------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| красный    | 2,84                  | 2,01                  | 45                                           |
| зеленый    | 3,91                  | 2,76                  | 23                                           |
| синий      | 5,33                  | 3,77                  | 12                                           |
| коричневый | 3,25                  | 2,30                  | 20                                           |

основном они имеют значения  $d_{\text{ЭКВ}}$  от 2,01 до 2,76 мм, вследствие чего с приемлемой точностью за размер для данной дисперсной системы можно взять

среднее значение между фракциями. Однако приемлемы и иные методы усреднения, использование которых обуславливает различия в средних размерах

частиц. В нашем варианте целесообразно провести сравнительный анализ сфер по площади их поверхности, которая напрямую влияет на скорость массообмена при экстрагировании. Площадь поверхности шара составляет  $\pi d^2$ , и по этой

причине для сравнения эквивалентных диаметров для 3-х фракций возведем их во вторую степень, сложим, разделим на число фракций и извлечем квадратный корень.

В результате имеем средний  $d_{\text{экв ср}}$ , мм.

$$d_{\text{экв ср}} = \sqrt{\frac{d_{1\text{хар}}^2 + d_{2\text{хар}}^2 + d_{3\text{хар}}^2}{3}} = \sqrt{\frac{2,01^2 + 2,76^2 + 2,30^2}{3}} = 2,37 \quad (2)$$

В рамках опубликованных статей Государственной фармакопеи РФ [12], растительные сырьевые материалы необходимо диспергировать до определенных рациональных размерных параметров. Данные статьи служат нормативной документацией, включающей стандарты и положения, обуславливающие качественные параметры производимых в РФ лекарственных компонентов и произведенных на их основе препаратов. Рекомендуемыми пределами варьирования размеров для растительных сырьевых материалов являются значения 0,5...3 мм [12].

Выводы:

1. При получении пектиновых экстрактов из арбузной корки целесообразно применять комплексную обработку вторичного

сырья, включающую, кроме операций предварительной подготовки сырья, ультразвуковое воздействие и кислотный гидролиз.

2. При получении пектиновых экстрактов из арбузной корки желательно использовать вместо агрессивных серной и соляной кислот – пищевые кислоты, например уксусную или лимонную.

3. При проведении операций предварительной подготовки сырья, включающей процедуру его измельчения, в качестве диспергирующего устройства можно предложить измельчитель, т.к. средний эквивалентный размер частиц у диспергированного сырья не выходит за рамки рекомендуемых пределов ( $d_{\text{экв ср}} = 2,91$  мм), то есть полученный результат можно признать приемлемым.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хатко З.Н., Ашинова А.А. Пектиносодержащие пленочные структуры: монография. Майкоп: МГТУ, 2019. 110 с.
2. Внукова Т.Н., Влащик Л.Г. Технология функционального десерта с использованием натуральных ингредиентов // Молодой ученый. 2015. № 5–1 (85). С. 73–77.
3. Inhibition of galectin-3 mediated cellular interactions by pectic polysaccharides from dietary sources / Sathisha U.V., Jayaram Smitha, Harish Nayaka M.A., Dharmesh Shylaja M. // Glycoconjugate Journal. 2007; 24:497–507.
4. Измельчитель пищевых отходов: патент 2606831 Рос. Федерация МПК B02C 2/00/ Голубовский А.М., Зинякина Е.В.; патентообладатели: ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»; заявл. 2015.09.09, опубл. 2017.01.10.
5. Домкин К.И., Трусов В.А., Гусев А.М. Физические основы измерения размера частиц // Надежность и качество: труды международного симпозиума. 2011. Т. 2. С. 376–379.
6. Левин А.С. Основные принципы анализа размера частиц [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.studmed.ru/levin-as-osnovnye-principy-analiza-razmerov-chastic\\_c47b89a557c.html](https://www.studmed.ru/levin-as-osnovnye-principy-analiza-razmerov-chastic_c47b89a557c.html) (Дата обращения: 17.05.2021).
7. Тыщенко В.М. Влияние кислотно-кавитационного гидролиза растительного сырья на выход и качество пектина // Известия вузов. Пищевая технология. 2011. № 2–3. С. 50–52.
8. Способ получения сухого пектинового экстракта из растительного сырья и способ получения пектина из растительного сырья: патент 2080081 Рос. Федерация МПК A23L



1/0524/ Нелина В.В., Донченко Л.В.; патентообладатели: Нелина В.В., Донченко Л.В.; заявл. 1994.02.08., опубл. 1997.05.27. (In Russ).

9. Sousa António G., Nielsen Heidi L., Armagan Ibrahim The impact of rhamnogalacturonan-I side chain monosaccharides on the rheological properties of citrus pectin. *Food Hydrocolloids*. 2015; 47:130–139.

10. Einhorn-Stoll Ulrike Pectin-water interactions in foods – From powder to gel. *Food Hydrocolloids*. 2018; 78:109–119.

11. Донченко Л.В., Родионова Л.Я., Инюкина Т.А. Определение студнеобразующей способности пектинового концентрата // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2000. № 2–3. С. 31–33. (In Russ).

12. ОФС.1.5.3.0004.15 Определение подлинности, измельченности и содержания примесей в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pharmacopoeia.ru/ofs-1-5-3-0004-15-opredelenie-podlinnosti-izmelchennosti-i-soderzhaniya-primesej-v-lekarstvennom-rastitelnom-syre-i-lekarstvennyh-rastitelnyh-preparatah/> (Дата обращения: 28.06.2021).

## REFERENCES:

1. Khatko Z.N., Ashinova A.A. Pectin-containing film structures: a monograph. Maykop: Publishing house of MSTU; 2019; 110 p. (In Russ).

2. Vnukova T.N., Vlashchik L.G. Functional dessert technology using natural ingredients. *A Young scientist*. 2015; 5-1(85):73–77. (In Russ).

3. Sathisha U.V., Jayaram Smitha, Harish Nayaka M.A., Dharmesh Shylaja M. Inhibition of galectin-3 mediated cellular interactions by pectic polysaccharides from dietary sources. *Glycoconjugate Journal*. 2007; 24:497–507.

4. Patent RUS № 2606831/ 2017.01.10. Gonopolsky A.M., Zinyakina E.V. Food waste shredder. (In Russ).

5. Domkin K.I., Trusov V.A., Gusev A.M. Physical foundations of particle size measurement. *Proceedings of the International Symposium «Reliability and Quality»*. 2011; 2:376–379. (In Russ).

6. Levin A.S. Basic principles of particle size analysis [Electronic resource]. Access mode: [https://www.studmed.ru/levin-as-osnovnye-principy-analiza-razmerov-chastic\\_c47b89a557c.html](https://www.studmed.ru/levin-as-osnovnye-principy-analiza-razmerov-chastic_c47b89a557c.html) (Date of access: 05/17/2021). (In Russ).

7. Tyschenko V.M. Influence of acid-cavitation hydrolysis of plant raw materials on the yield and quality of pectin. *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2011; 2–3:50–52. (In Russ).

8. Patent RUS № 2080081/ 1997.05.27. Nelina V.V., Donchenko L.V. A method of obtaining a dry pectin extract from vegetable raw materials and a method of obtaining pectin from vegetable raw materials. (In Russ).

9. Sousa António G., Nielsen Heidi L., Armagan Ibrahim The impact of rhamnogalacturonan-I side chain monosaccharides on the rheological properties of citrus pectin. *Food Hydrocolloids*. 2015; 47:130–139.

10. Einhorn-Stoll Ulrike Pectin-water interactions in foods – From powder to gel. *Food Hydrocolloids*. 2018; 78:109–119.

11. Donchenko L.V., Rodionova L.Ya., Inyukina T.A. Determination of the gel-forming ability of pectin concentrate. *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2000; 2–3:31–33. (In Russ).

12. OFS.1.5.3.0004.15 Determination of authenticity, grinding and content of impurities in medicinal plant raw materials and herbal medicinal preparations [Electronic resource]. Access mode: <http://pharmacopoeia.ru/ofs-1-5-3-0004-15-opredelenie-podlinnosti-izmelchennosti-i-soderzhaniya-primesej-v-lekarstvennom-rastitelnom-syre-i-lekarstvennyh-rastitelnyh-preparatah/> (Date of access: 28.06.2021). (In Russ).

**Информация об авторах / Information about the authors**

**Галина Сергеевна Мещерякова**, младший научный сотрудник научно-исследовательской части ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

albert909@yandex.ru

**Альберт Хамед-Харисович Нугманов**, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», доктор технических наук, доцент

albert909@yandex.ru

**Игорь Юрьевич Алексанян**, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор

16081960igor@gmail.com

**Юрий Александрович Максименко**, проректор по научной работе и инновациям, заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», доктор технических наук, доцент

amxs1@yandex.ru

**Екатерина Владимировна Соколова**, аспирант кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»

k\_sokolova93@mail.ru

**Galina S. Meshcheryakova**, a junior researcher of The Research part of FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»  
albert909@yandex.ru

**Albert H.-H. Nugmanov**, a professor of the Department of Technological Machines and Machinery of FSBEI HE «Astrakhan State Technical University», Doctor of Technical Sciences, an assistant professor  
albert909@yandex.ru

**Igor Yu. Aleksanian**, a professor of the Department of Technological Machines and Machinery of FSBEI HE «Astrakhan State Technical University», Doctor of Technical Sciences, a professor  
16081960igor@gmail.com

**Yuriy A. Maksimenko**, a vice rector for scientific work and innovations, head of the Department of Technological Machines and Machinery of FSBEI HE «Astrakhan State Technical University», Doctor of Technical Sciences, an assistant professor  
amxs1@yandex.ru

**Ekaterina V. Sokolova**, a post graduate student of the Department of Technological Machines and Machinery of FSBEI HE «Astrakhan State Technical University»  
k\_sokolova93@mail.ru



<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-43-52>



УДК 613.292:[641.3:613.26] (470.621)

© 2021

Поступила 12.08.2021

Received 12.08.2021

Принята в печать 29.09.2021

Accepted 29.09.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ  
АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ**

**Анзаур А. Схалыхов, Хазрет Р. Сиухов, Зарета Т. Тазова\*, Людмила В. Лунина**

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

**Аннотация.** В последнее десятилетие отношение людей, особенно социально активных слоев населения, к собственному здоровью значительно изменилось. Стремление вести здоровый образ жизни формирует интерес потребителей к правильному сбалансированному питанию, повышает спрос на продукты, обогащенные природными биологически активными веществами нетрадиционного растительного сырья, систематическое потребление которых способно не только снизить риск заболеваний алиментарной природы, но и защитить человека от окислительного стресса, являющегося предшественником многих серьезных заболеваний. Среди широкого спектра химических соединений, входящих в состав растительного сырья, особое место занимают соединения антиоксидантного действия, такие как флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, витамины С и Е. Целью исследований являлось изучение качественного состава и количественного содержания природных антиоксидантов в некоторых видах лекарственно-технического растительного сырья Республики Адыгея для определения возможности его использования в производстве пищевых продуктов функциональной направленности. Содержание биологически активных соединений, определяющих антиоксидантные свойства растительного сырья, определяли с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель 105 «М» и жидкостного хроматографа JASCO 875-UV. Антиоксидантная активность измерялась амперометрическим методом на анализаторе Цвет Яуза-01-АА. По результатам проведенного исследования установлено, что высокую антиоксидантную активность (в пересчете на галловую кислоту) проявляют трава эхинацеи пурпурной (1,09 г/дм<sup>3</sup>) и листья грецкого ореха (0,96 г/дм<sup>3</sup>), что обусловлено высокой концентрацией природных антиоксидантов фенольного типа, благодаря чему данное растительное сырье может быть использовано в качестве обогащающих ингредиентов для производства различных групп пищевых продуктов функционального назначения.

**Ключевые слова:** лекарственно-техническое сырье, антиоксиданты, полифенольные соединения, рутин, кверцетин, фенолкарбоновые кислоты, флавонолы, витамины С и Е, антиоксидантная активность

Для цитирования: Изучение возможности использования нетрадиционного растительного сырья Республики Адыгея в производстве функциональных продуктов антиоксидантного действия / Схалыхов А.А. [и др.] // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 43-52. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-43-52>

## STUDYING THE POSSIBILITY OF USING NON-TRADITIONAL VEGETABLE RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF ADYGEA IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL ANTIOXIDANT PRODUCTS

Anzaur A. Skhalyakhov, Khazret R. Siyukhov, Zareta T. Tazova\*, Lyudmila V. Lunina

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

**Abstract.** In the last decade the attitude of socially active people to their own health has changed significantly. The desire to lead a healthy lifestyle forms consumers' demand for proper balanced nutrition, products enriched with natural biologically active substances of unconventional plant materials, systematic consumption of which can not only reduce the risk of alimentary diseases, but also protect a person from oxidative stress, which is the predecessor of many serious illnesses. Among the wide range of chemical compounds that make up plant materials, a special place is occupied by compounds of antioxidant action, such as flavonoids, phenol carboxylic acids, vitamins C and E. The aim of the research was to study the qualitative composition and quantitative content of natural antioxidants in some types of medicinal and technical plant materials of the Republic of Adygea to determine the possibility of their use in the production of functional food products. The content of biologically active compounds that determine the antioxidant properties of plant materials was determined using «Kapel 105 «М» capillary electrophoresis system and JASCO 875-UV liquid chromatograph. Antioxidant activity was measured by the amperometric method with Tsvet Yauza-01-AA analyzer. According to the results of the research, it has been found that Echinacea purpurea herb (1,09 g / dm<sup>3</sup>) and walnut leaves (0,96 g / dm<sup>3</sup>) exhibit a high antioxidant activity (in terms of gallic acid), which is due to the high concentration of natural antioxidants of the phenolic type. Due to these properties this plant raw materials can be used as enriching ingredients for the production of various groups of food products for functional purposes.

**Keywords:** medicinal and technical raw materials, antioxidants, polyphenolic compounds, rutin, quercetin, phenol carboxylic acids, flavonols, vitamins C and E, antioxidant activity

For citation: Skhalyakhov A.A. [et al.] Studying the possibility of using non-traditional vegetable raw materials of the Republic of Adygea in the production of functional antioxidant products. New technologies. 2021; 17(5):43-52. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-43-52>

### Введение

В настоящее время внимание многих исследователей во всем мире приковано к проблеме окислительного

стресса, нарушающего окислительно-восстановительный баланс в организме человека, что по данным научной литературы предшествует сердечно-сосудистым,

онкологическим, воспалительным, ревматоидным, нейродегенеративным заболеваниям и сахарному диабету. Более того, подавляющее большинство теорий старения также основано на свободно радикальном окислении [1, с. 497].

Решением проблемы окислительного стресса может стать использование в производстве пищевых продуктов массового потребления дикорастущего лекарственно-технического сырья с высоким содержанием природных антиоксидантов.

Природные антиоксиданты защищают клетки нашего организма от повреждающего действия свободных радикалов и поддерживают их нормальные функции, а также замедляют процессы старения [2, с. 379].

Дикорастущее сырье Республики Адыгея хорошо известно своей биологической ценностью, однако в научной литературе содержится мало сведений о качественном и количественном содержании в нем антиоксидантов.

Цель исследований – изучение качественного состава и количественного содержания природных антиоксидантов в некоторых видах нетрадиционного

растительного сырья Республики Адыгея для определения возможности его использования в производстве пищевых продуктов функциональной направленности.

### Материалы и методы

Материалом для исследований являлось воздушно-сухое сырье надземной части следующих растений, произрастающих на территории Республики Адыгея: образец № 1 – душица обыкновенная (лат. *Origanum vulgare*, трава), образец № 2 – эхинацея пурпурная (лат. *Echinacea angustifolia*, трава), образец № 3 – грецкий орех (лат. *Juglans regia* L., листья).

Определение массовой концентрации фенолкарбоновых кислот, рутина и кверцетина проводили по [3; 4], витамина С по [5] с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель – 105 «М», определение витамина Е по [6] – с применением жидкостного хроматографа JASCO 875-UV. Антиоксидантная активность измерялась по [7] анализатором амперометрическим проточным «Цвет Яуза-01-АА», предназначенным для определения суммарного содержания антиоксидантов.

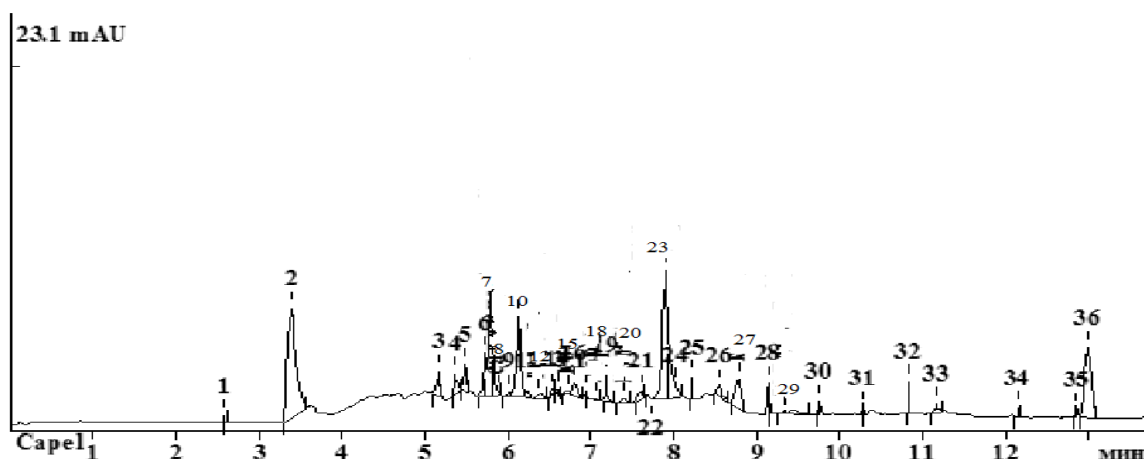


Рис. 1. Электрофореграмма образца № 1 (Душица обыкновенная (лат. *Origanum vulgare*)), фенолкарбоновые кислоты:

8 – хлорогеновая, 12 – салициловая, 13 – рутин, 16 – гензитиловая, 18 – кверцетин, 21 – коричная, 23 – кумаровая, 28 – сиреневая, 34 – кофейная, 35 – галловая

Fig. 1. Electropherogram of Sample No. 1 (Oregano (Latin *Origanum vulgare*)), phenol carboxylic acids: 8 – chlorogenic, 12 – salicylic, 13 – rutin, 16 – hensityl, 18 – quercetin, 21 – cinnamon, 23 – coumaric, 28 – lilac, 34 – coffee, 35 – gallic

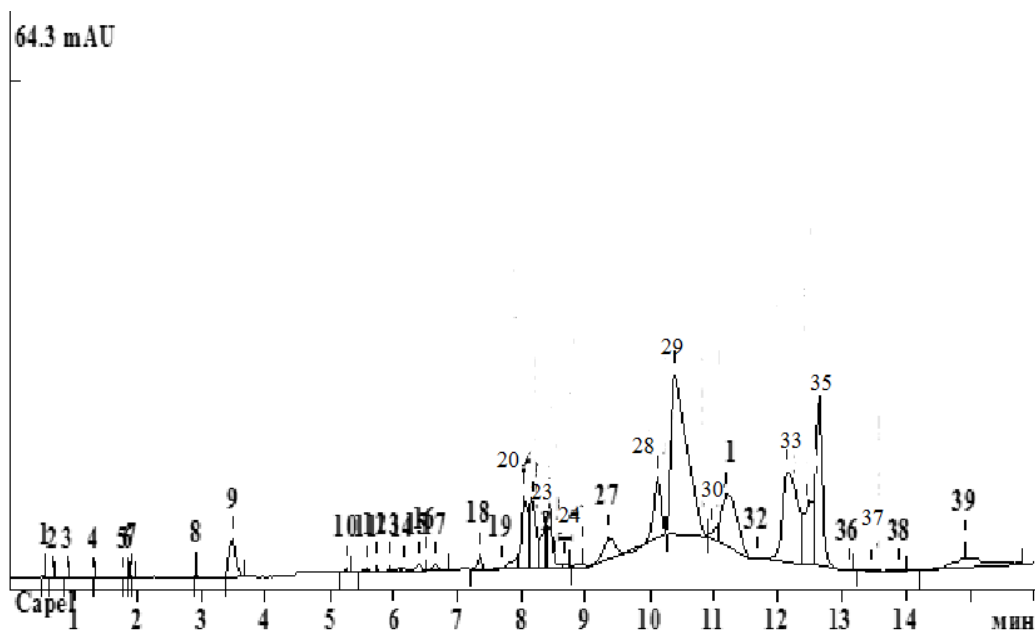


Рис. 2. Электрофореграмма образца № 2 (Эхинацея пурпурная (лат. *Echinacea angustifolia*):  
20 – хлорогеновая, 23 – салициловая, 24 – гензителивая, 28 – коричневая, 30 – кумаровая,  
33 – сиреневая, 35 – кофейная, 37 – галловая

Fig. 2. Electropherogram of sample No. 2 (*Echinacea purpurea* (Latin *Echinacea angustifolia*)):  
20 – chlorogenic, 23 – salicylic, 24 – genzityl, 28 – cinnamon, 30 – coumarov,  
33 – lilac, 35 – coffee, 37 – gallic

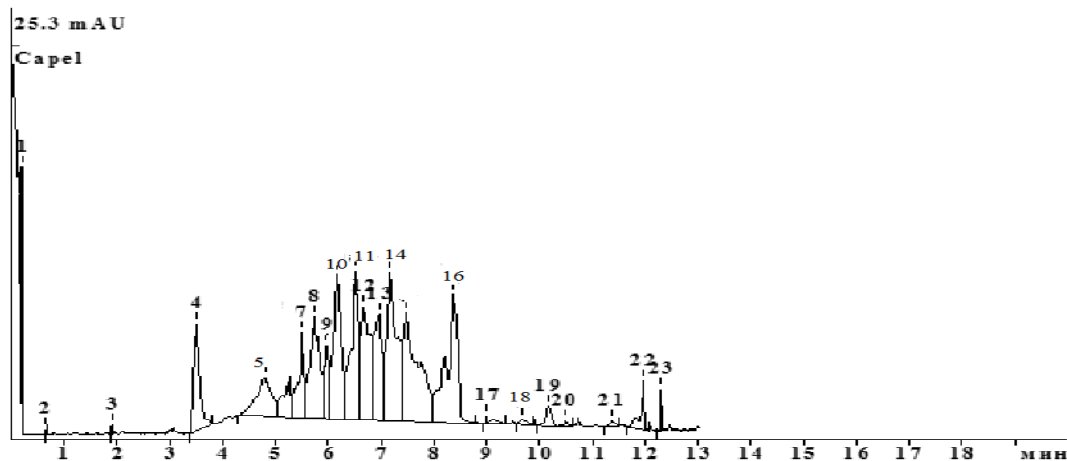


Рис. 3. Электрофореграмма образца № 3 (Грецкий орех (лат. *Juglans regia* L.)):  
5 – аскорбиновая, 10 – хлорогеновая, 15 – оротовая, 11 – никотиновая, 16 – кофейная, 18 – галловая

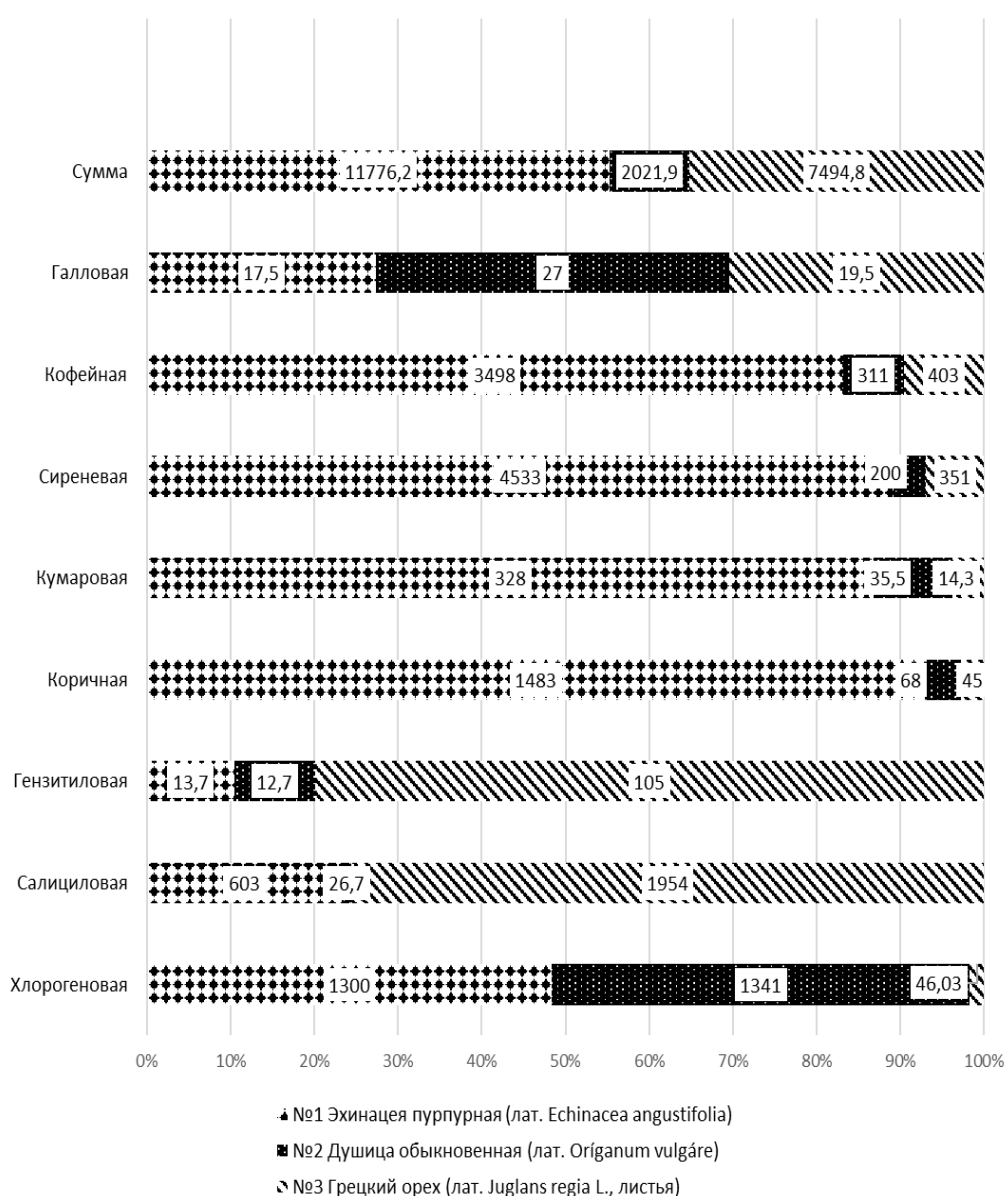
Fig. 3. Electropherogram of sample No. 3 / Walnut (Latin *Juglans regia* L., leaves):  
5 – ascorbic, 10 – chlorogenic, 15 – orotic, 11 – nicotine, 16 – coffee, 18 – gallic

### Результаты и обсуждения

На первом этапе исследований определяли содержание фенолкарбоновых кислот, витаминов Е и С в опытных образцах растительного сырья.

Результаты анализа качественного состава фенолкарбоновых кислот приведены на рис. 1–3.

Как показывают данные рисунков 1–3, в исследуемых образцах растительного



**Рис. 4.** Содержание фенолкарбоновых кислот в опытных образцах растительного сырья, мг/кг

**Fig. 4.** The content of phenolcarboxylic acids in experimental samples of plant raw materials, mg/kg

сырья идентифицированы восемь фенолкарбоновых кислот: кумаровая, сиреневая, хлорогеновая, гензителивая, салициловая, коричная, галловая и кофейная, количественное содержание которых представлено на рис. 4.

Преобладающей является хлорогеновая кислота, способная предотвращать мутагенную активность и снижать риск возникновения злокачественных новообразований [8, с. 988; 9, с. 8]. Наибольшая

концентрация этой кислоты зафиксирована в листьях грецкого ореха – 4603 мг/кг.

По сумме фенолкарбоновых кислот лидирует трава эхинацеи пурпурной (лат. *Echinacea angustifolia*) – 11 776,2 мг/кг.

Кроме фенолкарбоновых кислот к фармакологически активным веществам в классе природных полифенольных соединений, проявляющих антиоксидантные свойства, относятся и такие флавонолы, как рутин и кверцетин.

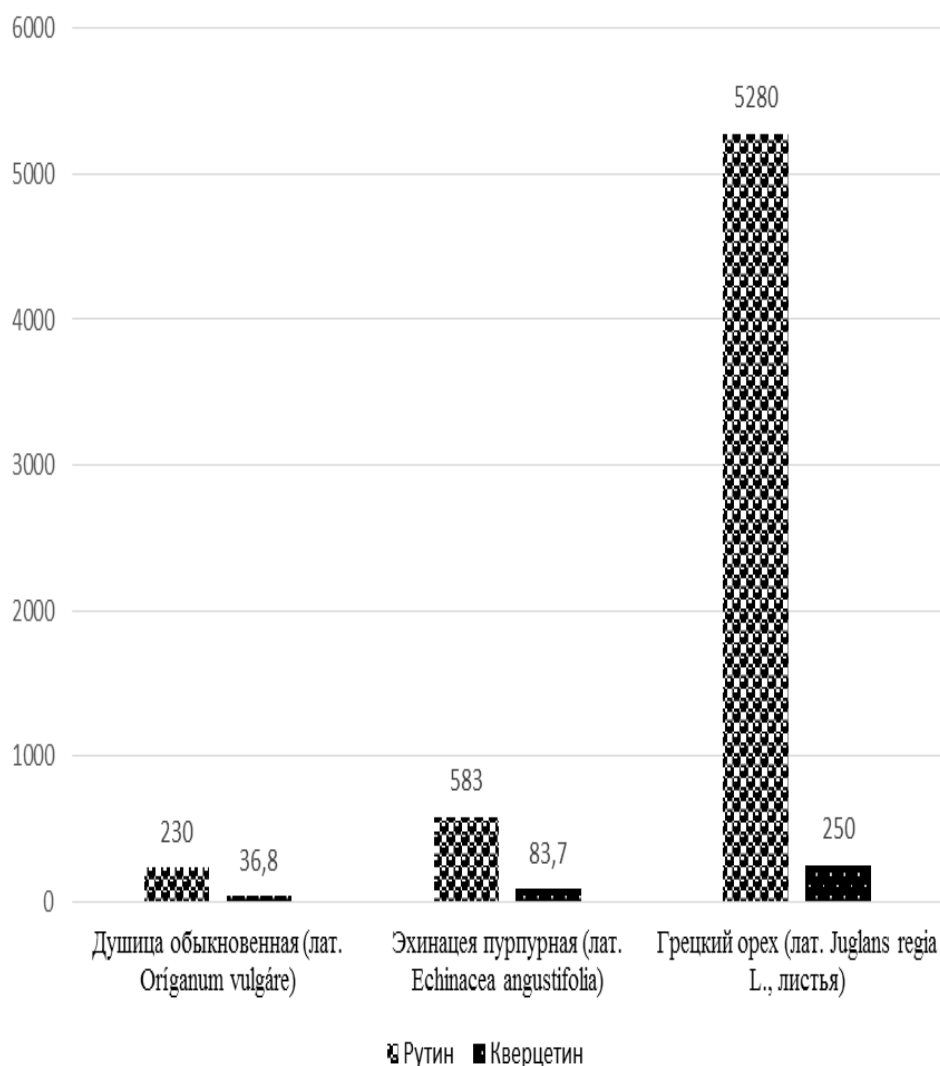


Рис. 5. Содержание рутина и кверцетина в опытных образцах растительного сырья, мг/кг

Fig. 5. The content of rutin and quercetin in experimental samples of plant raw materials, mg/kg

Из многочисленных источников известно [2, с. 380; 9, с. 22], что рутин и кверцетин обладают иммуностимулирующим свойством, улучшают эластичность и упругость кровеносных сосудов, предотвращают инфаркты и инсульты и т.д.

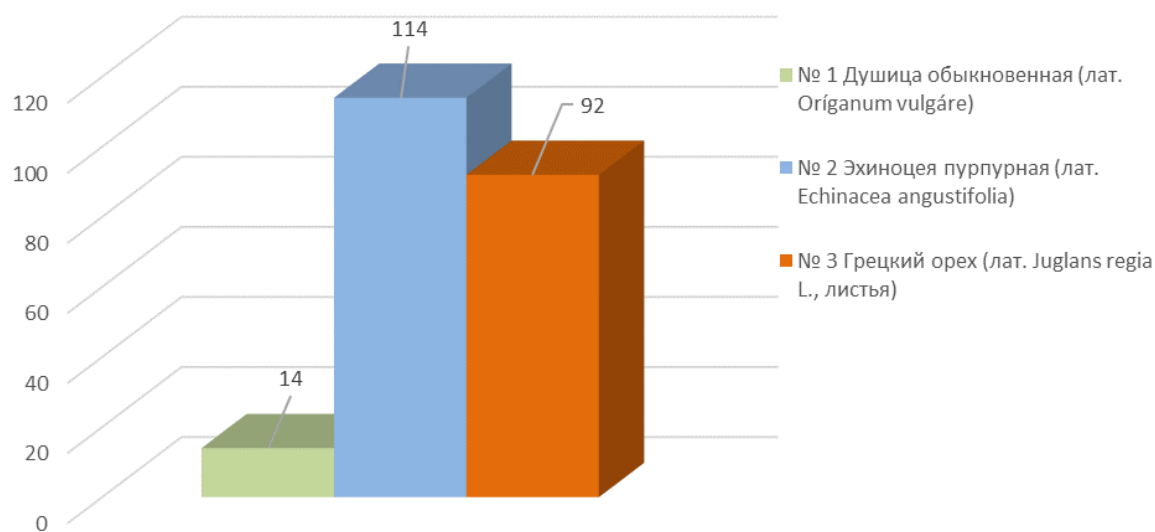
Экспериментально установлено (рис. 5), что содержание рутина (витамин Р) в 1 кг исследуемого растительного сырья находится в интервале 230 мг (трава душицы обыкновенной) – 5280 мг (листья грецкого ореха). При этом следует отметить, что в листьях грецкого

ореха количество рутина превышает суточную потребность (35–50 мг) более, чем в 10 раз.

Диапазон варьирования кверцетина значительно меньше, чем у рутина и составляет 36,8–250 мг/кг.

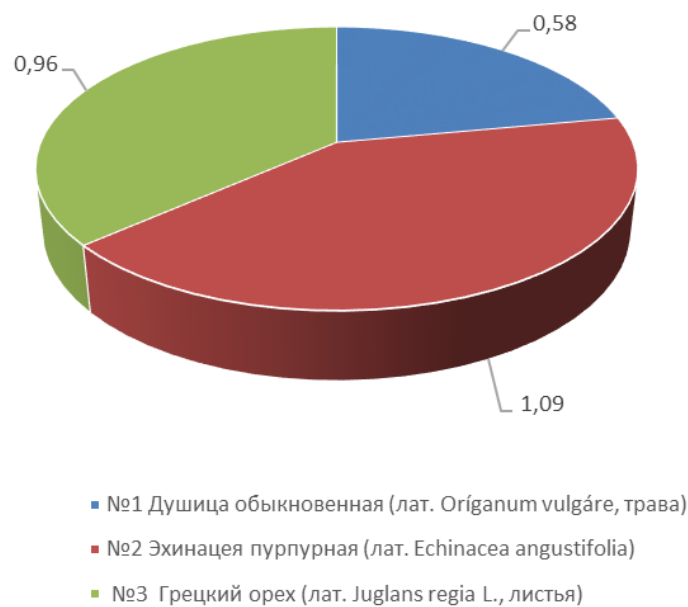
К группе витаминов-антиоксидантов относятся витамины Е и С. Витамин Е является универсальным стабилизатором клеточных мембран, необходим для функционирования половых желез, сердечной мышцы. По нашим данным содержание витамина Е в изученном растительном сырье колеблется от 14 до 114 мг/кг.





**Рис. 6.** Массовая концентрация витамина Е в опытных образцах растительного сырья, мг/кг

**Fig. 6.** Mass concentration of vitamin E in experimental samples of plant raw materials, mg/kg



**Рис. 7.** Антиоксидантная активность опытных образцов растительного сырья в пересчете на галловую кислоту, г/дм³

**Fig. 7.** Antioxidant activity of experimental samples of plant raw materials in terms of gallic acid, g/dm³

Наибольшее количество витамина Е зафиксировано в траве эхинацеи пурпурной (рис. 6).

Витамин С способствует защите внутренних органов и тканей от повреждений различной этиологии. Содержание витамина С в опытных образцах снижается в ряду: листья грецкого ореха

(20,88 мг/100 г) → душица обыкновенная (10,78 мг/100 г) → эхинацея пурпурная (3,96 мг/100 г).

На втором этапе исследований были определены показатели антиоксидантной активности.

Установлено, что самую высокую антиоксидантную активность проявляют

трава эхинацеи пурпурной (1,09 г/дм<sup>3</sup>) и листья грецкого ореха (0,96 г/дм<sup>3</sup>). Минимальное значение антиоксидантной активности наблюдалось у травы душицы обыкновенной (0,58 г/дм<sup>3</sup>) (рис. 7).

**Выводы:**

1. Анализ качественного состава и количественного содержания природных антиоксидантов в исследуемых образцах лекарственно-технического растительного сырья, произрастающего на территории Республики Адыгея, показал, что трава эхинацеи пурпурной (*Echinacea*

*angustifolia*) и листья грецкого ореха (*Juglans regia* L.) имеют достаточно высокую концентрацию этих соединений в сравнении с листьями душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*).

2. Благодаря достаточно высокому содержанию природных антиоксидантов трава эхинацеи пурпурной (*Echinacea angustifolia*) и листья ореха грецкого (*Juglans regia* L.) рекомендуются для использования в составе функциональных пищевых продуктов антиоксидантного действия.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Лекарственные препараты, лекарственные растения и БАДы с антиоксидантной активностью / Яшин Я.И. [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. 2017. Т. 17, № 3. С. 496–505.
2. Яшин А.Я, Веденин А.Н., Яшин Я.И. Природные антиоксиданты – неотъемлемая часть здорового и полноценного питания и защита человека от опасных болезней: обзор // Питание и обмен веществ. 2016. Вып. 4. С. 378–394.
3. СТО 00668034-23-15-2009 Материалы растительного происхождения. Метод определения массовой концентрации аскорбиновой, хлорогеновой и кофейной кислот с применением капиллярного электрофореза.
4. СТО 00668034-097-20018 Биологические объекты, продукты переработки. Определение массовой концентрации кверцетина и рутина методом высокоэффективного капиллярного электрофореза.
5. ГОСТ 31483-2012. Премиксы. Определение содержания витаминов: В(1) (тиаминхлорида), В(2) (рибофлавина), В(3) (пантотеновой кислоты), В(5) (никотиновой кислоты и никотинамида), В(6) (пиридоксина), В(с) (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой кислоты) методом капиллярного электрофореза: межгосударственный стандарт: дата введения 2013-07-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.
6. ГОСТ Р 54634-2011. Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина Е: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2013-01-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. М.: Стандартинформ, 2011. 12 с.
7. ГОСТ Р 54037-2010. Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках: национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 2012-01-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию. Изд. официальное. М.: Стандартинформ, 2012. 9 с.
8. Parr A.J., G.P. Bolwell. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. J. Sci. Food Agric. 2000; 80:985–1012.
9. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Тараховский Ю.С. [и др.]. Пущино: Synchronobook, 2013. 310 с.

**REFERENCES:**

1. Yashin Ya.I. [et al.] Medicines, medicinal plants and dietary supplements with antioxidant activity. Sorption and chromatographic processes. 2017; 17(3):496–505. (In Russ).

2. Yashin A.Ya., Vedenin A.N., Yashin Ya.I. Natural antioxidants are an integral part of a healthy and nutritious diet and protection of a person from dangerous diseases: an overview. Nutrition and metabolism. 2016; 4:378–394. (In Russ).
3. STO 00668034-23-15-2009 Materials of plant origin. Method for determination of mass concentration of ascorbic, chlorogenic and caffeic acids using capillary electrophoresis. (In Russ).
4. STO 00668034-097-20018 Biological objects, processed products. Determination of the mass concentration of quercetin and rutin by the method of high-performance capillary electrophoresis. (In Russ).
5. GOST 31483-2012. Premixes. Determination of the content of vitamins: B(1) (thiamine chloride), B(2) (riboflavin), B(3) (pantothenic acid), B(5) (nicotinic acid and nicotinamide), B(6) (pyridoxine), B(c) (folic acid), C (ascorbic acid) by capillary electrophoresis: interstate standard: date of introduction 2013-07-01. Ed. official. Moscow: Standartinform; 2012. 20 p. (In Russ).
6. GOST R 54634-2011. Functional food products. Method for determination of vitamin E: the national standard of the Russian Federation: date of introduction 2013-01-01. Ed. official. Moscow: Standartinform; 2011. 12 p. (In Russ).
7. GOST R 54037-2010. Food products. Determination of the content of water-soluble antioxidants by the amperometric method in vegetables, fruits, their processed products, alcoholic and non-alcoholic beverages: national standard of the Russian Federation: date of introduction 2012-01-01. Ed. official. Moscow: Standartinform; 2012. 9 p. (In Russ).
8. Parr A.J., Bolwell G.P. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. J. Sci. Food Agric. 2000; 80: 985–1012.
9. Tarakhovsky Yu.S. [et al.] Flavonoids: Biochemistry, Biophysics, Medicine. Pushchino: Synchronobook; 2013. 310 p. (In Russ).

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Анзаур Адамович Схалыхов**, профессор кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук  
arama75@mail.ru  
тел.: 8 (918) 220 08 88

**Хазрет Русланович Сиухов**, профессор кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук  
siukhov@mail.ru

**Зарета Тальбиевна Тазова**, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук  
zareta.tazova@yandex.ru  
тел.: 8 (918) 420 81 54

**Anzaur A. Skhalyakhov**, a professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Technical Sciences  
arama75@mail.ru  
tel.: 8 (918) 220 08 88

**Khazret R. Siukhov**, a professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Technical Sciences  
siukhov@mail.ru

**Zareta T. Tazova**, an associate professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Technical Sciences  
zareta.tazova@yandex.ru  
tel.: 8 (918) 420 81 54

**Людмила Викторовна Лунина**, доцент кафедры стандартизации, метрологии и товарной экспертизы ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук

[lunina1000@mail.ru](mailto:lunina1000@mail.ru)

тел.: 8 (928) 469 39 37

**Lyudmila V. Lunina**, an associate professor of the Department of Standardization, Metrology and Commodity Expertise, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Technical Sciences

[lunina1000@mail.ru](mailto:lunina1000@mail.ru)

tel.: 8 (928) 469 39 37

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64>



УДК 637.35'639

© 2021

Поступила 12.05.2021

Received 12.05.2021

Принята в печать 25.06.2021

Accepted 25.06.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СЫРА «МОЦАРЕЛЛА» С ЗАДАННЫМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Зурет Н. Хатко, Марзият А. Гашева\*, Саида К. Кудайнетова

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

**Аннотация.** В данной статье показана перспективность производства сыра «Моцарелла» из козьего молока на сухой закваске. Сыры содержат жизненно необходимые компоненты питания, являются биологически полноценными и занимают важное место в пищевом рационе. Актуальной проблемой является поиск новых ресурсов. Решением может стать расширение ассортимента сыров за счет молока не только коров, но и других сельскохозяйственных животных, например коз, молоко которых быстрее усваивается и применяется в лечебном и профилактическом питании. На потребительском рынке продукты из козьего молока представлены в основном фермерскими хозяйствами, и их ассортимент невелик. Авторами проведено исследование, посвященное подбору заквасочных культур, содержащих пробиотические культуры из бифидобактерий, ацидофильной палочки и термофильного стрептококка, для оптимизации технологического процесса производства сыра «Моцарелла» на основе козьего молока. Данные культуры представляют собой полезную микрофлору, населяющую организм человека, помогающую усваивать питательные вещества и переваривать пищу. Важным качеством пробиотиков, обеспечивающим их физиологическое действие, является высокая скорость роста и совместимость с другими микроорганизмами, присутствующими в желудочно-кишечном тракте. Установлено, что все исследуемые образцы козьего молока по составу имеют показатели, отвечающие требованиям ГОСТа на козье молоко. Сравнительный анализ коровьего и козьего молока показал преимущественные показатели качества козьего молока в сравнении с коровьим. Изучены процессы свертывания и ферментации козьего молока под действием различных заквасочных культур. Обосновано применение пробиотической закваски АВТ-5-Probio-Тес™, ускоряющей технологический процесс и придающей продукту функциональные свойства. Доказана возможность использования козьего молока в производстве сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой. Микроскопирование образца сыра «Моцарелла» на закваске «АВТ-5» показало, что бифидобактерии выживают после термической обработки при высоких температурах.

**Ключевые слова:** козье молоко, коровье молоко, сыр «Моцарелла», закваска, пробиотические культуры, микроскопирование, термоустойчивость, свертываемость, органолептические и физико-химические показатели, функциональные свойства

Для цитирования: Хатко З.Н., Гашева М.А., Кудайнетова С.К. Разработка технологии сыра «Моцарелла» с заданными функциональными свойствами из козьего молока // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 53-64. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64>

## DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF «MOZZARELLA» GOAT CHEESE WITH SPECIFIED FUNCTIONAL PROPERTIES

Zuret N. Khatko, Marziyat A. Gasheva \*, Saida K. Kudainetova

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

**Abstract.** The article shows the prospects for the production of Mozzarella cheese of goat milk and dry sourdough. Cheese contains vital nutritional components, they are biologically complete and play an important role in the diet. Searching for new resources is an urgent problem. The solution may be to expand the range of cheeses not only of cow milk, but also of other farm animals, for example, goats. Their milk is absorbed faster and is used in medical and preventive nutrition. On the consumer market goat milk products are mainly represented by farms, and their range is small. The authors carried out the research on the selection of starter cultures containing probiotic cultures from bifidobacteria, acidophilus bacillus and thermophilic streptococcus, to optimize the technological process for the production of Mozzarella cheese based on goat milk. These cultures represent a beneficial microflora that inhabits the human body, helping to absorb nutrients and digest food. An important quality of probiotics that ensures their physiological effect is their high growth rate and compatibility with other microorganisms present in the gastrointestinal tract. It has been found that all the studied samples of goat milk in terms of composition have indicators that meet the requirements of GOST for goat milk. Comparative analysis of cow and goat milk has shown predominant indicators of the quality of goat milk in comparison with cow milk. The processes of coagulation and fermentation of goat milk under the influence of various starter cultures have been studied. The use of ABT-5-Probio-Tec™ probiotic starter culture, which accelerates the technological process and imparts functional properties to the product, has been substantiated. The possibility of using goat milk in the production of cheeses with cheddaring and thermomechanical processing has been proven. Microscopic examination of a sample of Mozzarella cheese on ABT-5 sourdough has shown that bifidobacteria survive after heat treatment at high temperatures.

**Keywords:** goat milk, cow milk, Mozzarella cheese, starter culture, probiotic cultures, microscopy, thermal stability, coagulability, organoleptic and physico-chemical indicators, functional properties

For citation: Khatko Z.N., Gasheva M.A., Kudainetova S.K. Development of the technology of «Mozzarella» goat cheese with specified functional properties. *New technologies*. 2021; 17(5):53-64. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64>

Сыры содержат все жизненно необходимые компоненты питания, являются вкусными, диетическими и биологически

полноценными, сбалансированными продуктами [4]. Используя управляемые биотехнологические способы производства,



можно получить сыры не только с приемлемыми органолептическими параметрами, но и с заданными функциональными свойствами.

Актуальной проблемой является поиск новых ресурсов. Решением может стать расширение ассортимента сыров за счет молока не только коров, но и других сельскохозяйственных животных. Например, получение сыров из козьего молока – это шаг к промышленной переработке молока козы. В настоящий момент на рынке продукты из козьего молока представлены в основном фермерскими хозяйствами, и ассортимент их невелик, хотя козье молоко обладает преимущественными признаками по сравнению с коровьим молоком – быстрее усваивается и применяется в лечебном и профилактическом питании.

Цель работы – подбор заквасочных культур и обоснование технологических процессов производства сыра «Моцарелла» на основе козьего молока.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1) изучение состава молока местных пород коз;

2) определение органолептических и физико-химических показателей и технологических свойств козьего молока;

3) сравнение характеристик молока коз и молока коров как сырья для производства сыра «Моцарелла»;

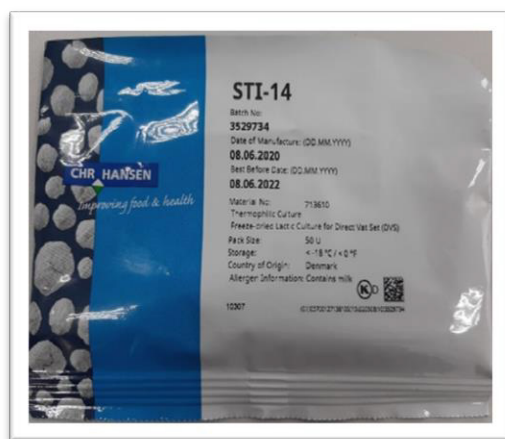
4) анализ процессов свертывания и ферментации козьего молока под действием различных заквасочных культур и определение наилучшей заквасочной культуры.

Объектами исследований служили: козье молоко, заквасочные культуры (рисунк 1), сыр «Моцарелла» из козьего молока.

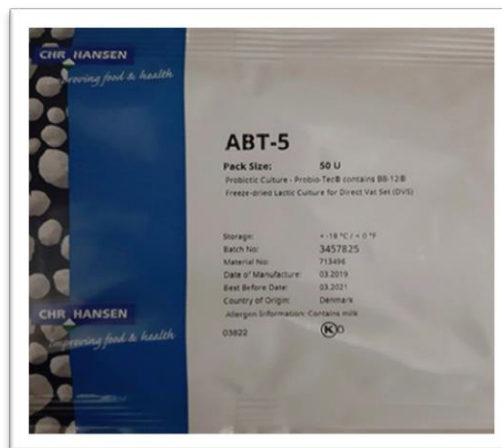
Закваска STI-14 – термофильная бактериальная культура, в составе которой содержится чистый термофильный стрептококк. Данная закваска используется на сегодняшний день при производстве сыров.

Закваска ABT-5-Probio-Tec™ – закваска для пробиотических продуктов. В состав закваски входят такие культуры, как ацидофильная палочка (*Lactobacillus acidophilus*), термофильный стрептококк (*Streptococcus Thermophilus*) и бифидобактерии (*Bifidobacterium*).

Для оценки количественных и качественных показателей изучаемых объектов использовались следующие современные экспериментально-аналитические методы анализа, общепринятые



а



б

Рис. 1. Закваски: ABT-5-Probio-Tec™(а); STI-14 (б)

Fig. 1. Starter cultures: ABT-5-Probio-Tec™ (a); STI-14 (b)

в пищевой промышленности: органолептическая оценка – дегустационный; определение температуры – термометрический; массовой доли белка – метод Къельдаля; массовой доли жира – кислотный метод Гербера; массовой доли сухих веществ – рефрактометрический; титруемой кислотности – титриметрический; группы чистоты – метод фильтрации; плотности – ареометрический; содержание соматических клеток – метод на воздействие препарата «Мастоприм» на клеточную оболочку соматических клеток; термоустойчивости – по алкогольной пробе; свертываемости – с помощью сычужного фермента.

На первом этапе исследования был изучен состав и свойства молока местных пород коз. Для проведения исследований

были взяты три контрольных образца козьего молока, полученные от разных пород коз, таких как: образец 1 – Зааненская; образец 2 – Нубийская; образец 3 – Англо-нубийская.

В данных образцах определялись жир, белок и сухие вещества. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Как показывают данные таблицы 1, все три исследуемых образца козьего молока по составу имеют показатели, отвечающие требованиям ГОСТа на козье молоко [1].

На следующем этапе исследовались органолептические, физико-химические и технологические свойства козьего молока, представленные в таблицах 2, 3, 4.

Как показывают данные таблицы 2, все три исследуемых образца козьего

Таблица 1

**Состав молока коз местных пород**

Table 1

**Composition of local goats' milk**

| Наименование показателя        | Характеристика исследуемых образцов |      |      |
|--------------------------------|-------------------------------------|------|------|
|                                | 1                                   | 2    | 3    |
| Массовая доля жира, %          | 4,1                                 | 4,0  | 3,7  |
| Массовая доля белка, %         | 3,7                                 | 3,0  | 3,1  |
| Массовая доля сухих веществ, % | 13,7                                | 12,7 | 13,4 |

Таблица 2

**Органолептические характеристики исследуемых образцов**

Table 2

**Organoleptic characteristics of the test samples**

| Наименование показателя    | Характеристика исследуемого образца                                                 |                                                                                                             |                                                                                     |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | 1                                                                                   | 2                                                                                                           | 3                                                                                   |
| Внешний вид и консистенция | Однородная жидкость без осадка и хлопьев белка                                      | Однородная жидкость без осадка и хлопьев белка                                                              | Однородная жидкость без осадка и хлопьев белка                                      |
| Вкус и запах               | Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему козьему молоку | Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему козьему молоку. Привкус козьего молока | Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему козьему молоку |
| Цвет                       | Белый                                                                               | Белый                                                                                                       | Белый                                                                               |

Таблица 3

**Физико-химические показатели молока коз местных пород**

Table 3

**Physical and chemical indicators of local goats' milk**

| Наименование показателя                                | Характеристика исследуемого образца |             |             |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                        | 1                                   | 2           | 3           |
| Кислотность, °Т                                        | 18                                  | 19          | 19          |
| Группа чистоты                                         | I                                   | I           | I           |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>                           | 1029,0                              | 1029,0      | 1030,0      |
| Содержание соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> , г | до 500 тыс.                         | до 500 тыс. | до 500 тыс. |

молока имеют хорошие органолептические показатели. Однако образец 2 отличается от остальных образцов, т.к. имеет привкус козьего молока. Далее была дана характеристика исследуемым образцам козьего молока по физико-химическим показателям. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Далее исследовались технологические свойства козьего молока: сычужная свертываемость и термоустойчивость. Как известно, козье молоко отличается низкой термоустойчивостью [5]. Термоустойчивость молока определялась по алкогольной пробе. Для этого молоко исследуют при температуре 20±2 °С. Определяют при помощи водных растворов этилового спирта (68, 70, 72, 75, 80%). Свертываемость молока определялась по стандартной методике с помощью сычужного фермента. В зависимости от продолжительности свертывания молоко делят на три группы

[3]. Полученные результаты сведены в таблицу 4.

Как показывают данные таблицы 4, термоустойчивость молока местных пород коз выражена достаточно хорошо, но, если сравнивать с привычным коровьим молоком, термоустойчивость козьего молока будет намного ниже. Эта особенность может быть обусловлена пониженным содержанием в молоке коз  $\alpha$ s1-казеиновой фракции, которая придает молоку высокую термоустойчивость [8]. Исходя из этого, в технологической схеме производства пастеризация (t 72...76°C с выдержкой 20 с) была заменена на термизацию при t 65...72°C с выдержкой 20...30 мин. Также молоко имеет желательный плотный сгусток. Образец 1 относится к I группе (свертываемость молока хорошая) по продолжительности свертывания, а образец 2 и 3 ко II группе (свертываемость молока нормальная).

Таблица 4

**Технологические свойства козьего молока**

Table 4

**Technological properties of goat milk**

| Образец козьего молока | Состояние сычужного сгустка | Продолжительность свертывания, мин. | Группа термоустойчивости молока |
|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1                      | Плотный                     | I (<15)                             | I                               |
| 2                      | Плотный                     | II (15...40)                        | III                             |
| 3                      | Плотный                     | II (15...40)                        | II                              |

Таблица 5

**Сравнительная характеристика молока коз и молока коров**

Table 5

**Comparative characteristics of goat milk and cow milk**

| Наименование показателя                            | Характеристика |                |
|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                                    | Молоко козье   | Молоко коровье |
| Массовая доля жира, %                              | 4,0            | 3,8            |
| Массовая доля белка, %                             | 3,3            | 3,3            |
| Массовая доля сухих веществ, %                     | 13,3           | 12,8           |
| Кислотность, °Т                                    | 19             | 17             |
| Группа чистоты                                     | I              | II             |
| Плотность, кг/м                                    | 1029,2         | 1028, 0        |
| Содержание соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> | до 500 тыс.    | до 500 тыс.    |

На следующем этапе исследования проводилась сравнительная характеристика молока коз и молока коров как сырья для производства сыра «Моцарелла». Для этого было найдено среднее значение трех образцов молока коз местных пород и приведено в сравнение с образцом коровьего молока. Полученные результаты сведены в таблицу 5.

Как показывают данные таблицы 5, две разновидности молока имеют схожие показатели норм, однако норма по жиру козьего молока выше (имеет норму 4,0, когда у коровьего 3,8), а допустимое содержание соматических клеток в козьем молоке меньше, чем в коровьем [1; 2].

Для разработки технологии производства сыра «Моцарелла» было принято решение взять образец 1 (Зааненская порода коз), т.к. этот образец имеет лучшие органолептические, физико-химические, технологические показатели и не имеет выраженного запаха козьего молока.

Классическая технология «Моцареллы» предусматривает использование молочнокислых микроорганизмов [6].

На втором этапе исследования были взяты два вида заквасок: традиционная STI-14 – термофильный стрептококк и закваска для пробиотических продуктов – АВТ-5-Probio-Тес™.

Для проведения исследования было взято молоко Зааненской породы коз (образец 1). После пастеризации молоко охлаждалось до температуры заквашивания 37°С, после чего образцы козьего молока были заквашены двумя заквасочными культурами (АВТ-5-Probio-Тес™ и STI-14). В процессе заквашивания образцов нарастание кислотности шло почти равномерно. В смеси с закваской АВТ-5-Probio-Тес™ нарастание кислотности шло чуть быстрее, по сравнению с STI-14, т.к. ацидофильная палочка, входящая в состав АВТ-5-Probio-Тес™, способствует быстрому повышению кислотности [7]. Кислотность проверялась каждые 30 минут в течение 2,5...3 часов.

Полученные результаты сведены в таблицу 6 и представлены на рисунке 2.

Как показывают данные таблицы 6 и рисунка 2, кислотность в образце с закваской АВТ-5-Probio-Тес™ нарастает чуть быстрее, за счет присутствия в ней ацидофильной палочки, которая способствует повышению кислотности [7].

Далее сырная масса исследуемых образцов подвергалась чеддеризации. Чеддеризация – это процесс, в ходе которого активно протекает молочнокислое брожение, а сырная масса приобретает характерную слоисто-волоконистую

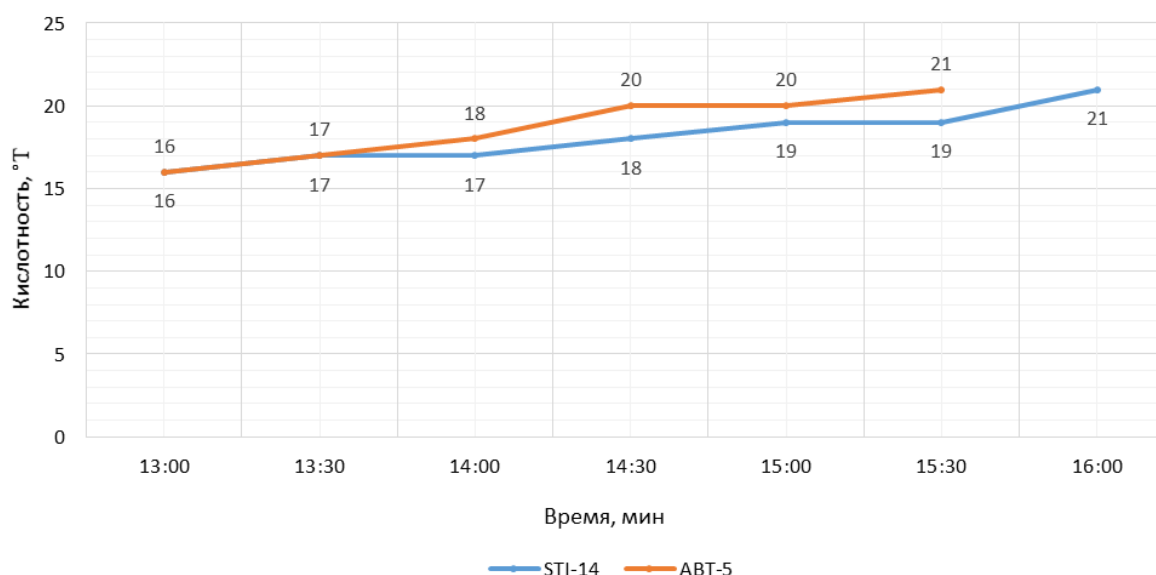
Таблица 6

Изменение кислотности в исследуемых образцах

Table 6

Change in the acidity in the test samples

| Время процесса | Заквасочная культура |        |
|----------------|----------------------|--------|
|                | ABT-5-Probio-Tec™    | STI-14 |
| 10:00          | 16                   | 16     |
| 10:30          | 17                   | 17     |
| 11:00          | 18                   | 17     |
| 11:30          | 20                   | 18     |
| 12:00          | 20                   | 19     |
| 12:30          | 21                   | 19     |
| 13:00          | —                    | 21     |



**Рис. 2.** Изменение кислотности двух образцов с разными заквасочными культурами

**Fig. 2.** Change in the acidity of two samples with different starter cultures

структуру. В процессе чеддеризации каждые 30 минут проверялась рН исследуемых образцов. Полученные результаты сведены в таблицу 7 и представлены на рисунке 3.

Как показывают данные таблицы 7 и рисунка 3, в образце с закваской АВТ-5 рН достигает требуемого значения намного быстрее.

Образцы сырной массы с разными заквасочными культурами представлены на рисунке 4.

После того как рН в массе достигал значения 5,1, сырная масса подверглась плавлению и формованию при высоких температурах. Температура была взята в пределах 65...70°C.

В ходе микропирования выяснилось, что ацидофильная палочка способна выживать при температуре 65...70°C (рисунок 5).

Технология предусматривает частичную посолку в процессе плавления или в рассоле. В работе проводилась

Таблица 7

Показатели pH исследуемых образцов

Table 7

pH indicators of the studied samples

| Время процесса | Закваска          |        |
|----------------|-------------------|--------|
|                | ABT-5-Probio-Tec™ | STI-14 |
| 12:30          | 6,0               | —      |
| 13:00          | 5,8               | 6,1    |
| 13:30          | 5,5               | 6,0    |
| 14:00          | 5,3               | 5,9    |
| 14:30          | 5,1               | 5,7    |
| 15:00          | —                 | 5,5    |
| 15:30          | —                 | 5,3    |
| 16:00          | —                 | 5,1    |

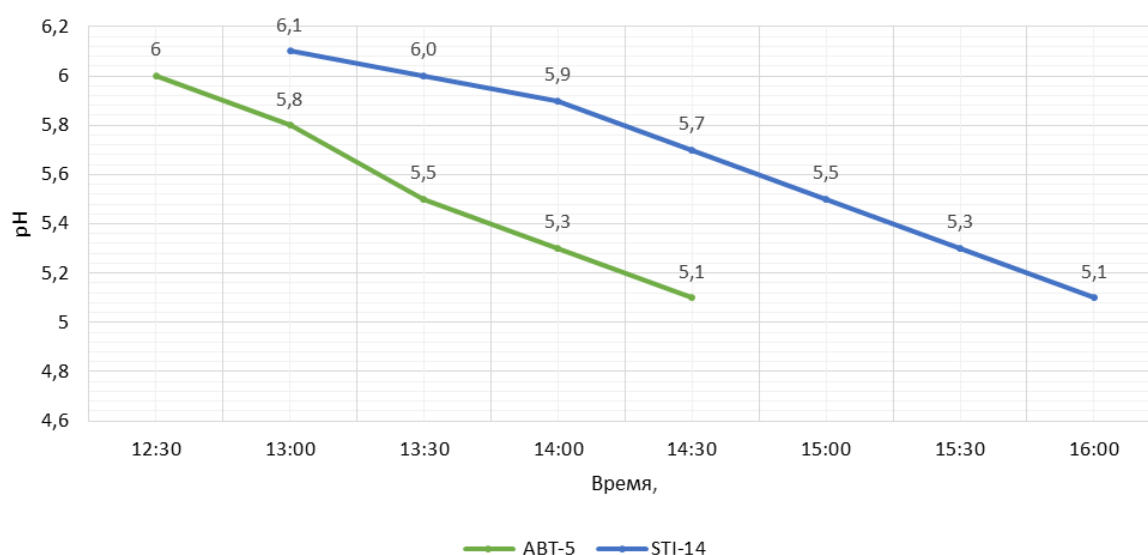


Рис. 3. Изменение pH двух образцов с разными заквасочными культурами

Fig. 3. pH change of two samples with different starter cultures

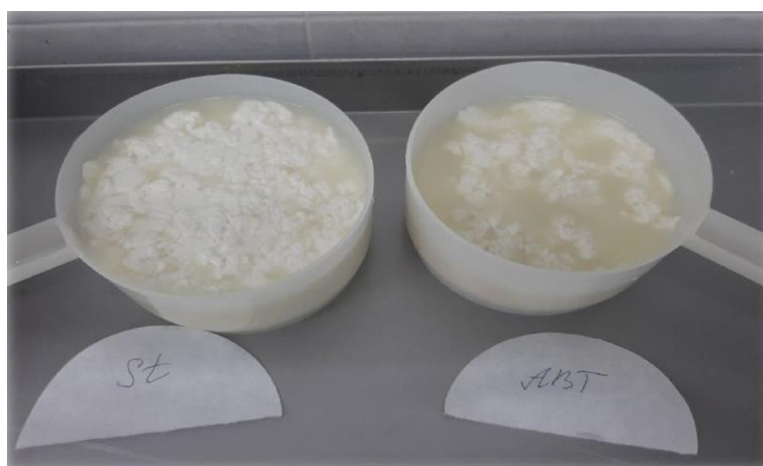
кратковременная посолка сыра «Моцарелла» в рассоле (рисунок 6).

Получившиеся образцы сыра «Моцарелла» показаны на рисунке 7.

После получения сыра «Моцарелла» из козьего молока была проведена его дегустационная оценка, для этого была взята 5-балльная шкала. Результаты дегустационной оценки приведены в таблице 8 и в профилограмме на рисунке 8.

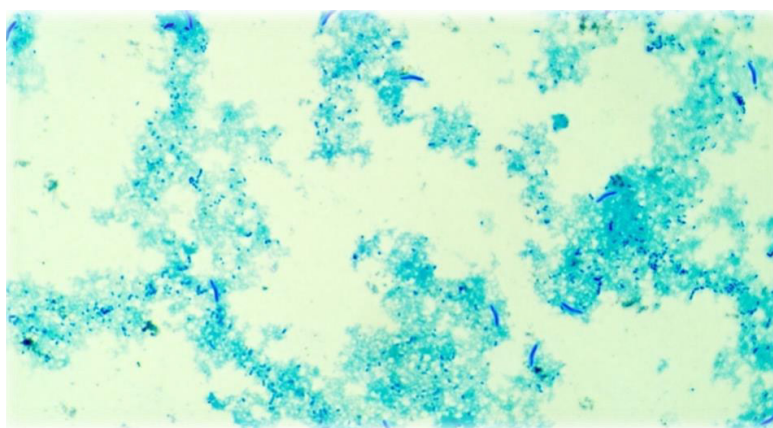
Как показывают данные таблицы 8 и профилограммы органолептического анализа, оба образца имеют высокие оценки. Установлено, что сыр с закваской ABT-5-Probio-Tec™, по сравнению с сыром с закваской STI-14, имеет более выраженный и приятный вкус, однородную и нежную консистенцию. Также присутствие в закваске ABT-5-Probio-Tec™ пробиотических культур позволяет придать сыру функциональную направленность.





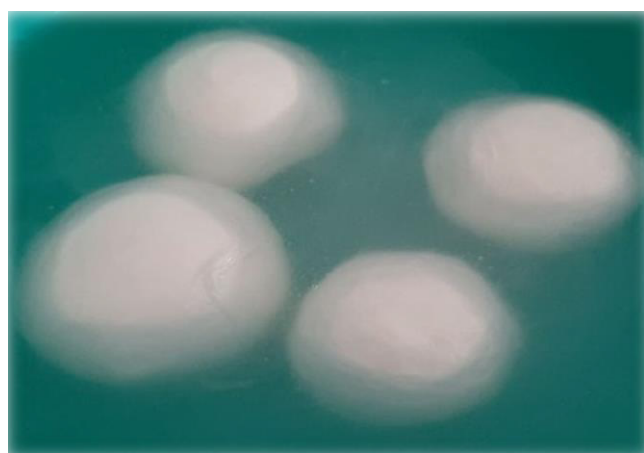
**Рис. 4.** Образцы сырной массы с разными заквасочными культурами

**Fig. 4.** Samples of cheese mass with different starter cultures



**Рис. 5.** Кокки и ацидофильная палочка под микроскопом (увеличение – 100х/1,25 мк)

**Fig. 5.** Cocci and acidophilus bacillus under a microscope (magnification – 100x/1,25  $\mu$ m)



**Рис. 6.** Посолка сыра в рассоле

**Fig. 6.** Salting the cheese in brine

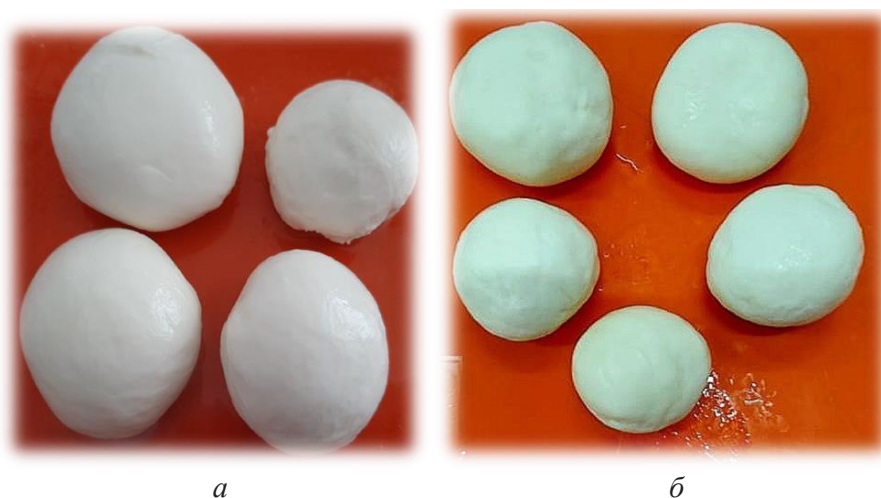


Рис. 7. Сыр «Моцарелла» с закваской: ABT-5-Probio-Tec™(а), STI-14 (б)

Fig. 7. Mozzarella cheese with sourdough: ABT-5-Probio-Tec™ (a), STI-14 (b)

Таблица 8

Органолептическая оценка образцов сыра

Table 8

Sensory evaluation of cheese samples

| Наименование продукта                         | Оценка продукта по 5-балльной шкале |              |              |      |            | Примечания |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|------|------------|------------|
|                                               | Внешний вид                         | Вкус и запах | Консистенция | Цвет | Общий балл |            |
| Сыр «Моцарелла» с закваской ABT-5-Probio-Tec™ | 5                                   | 5            | 5            | 5    | 20         | —          |
| Сыр «Моцарелла» с закваской STI-14            | 5                                   | 4            | 4            | 5    | 18         | —          |

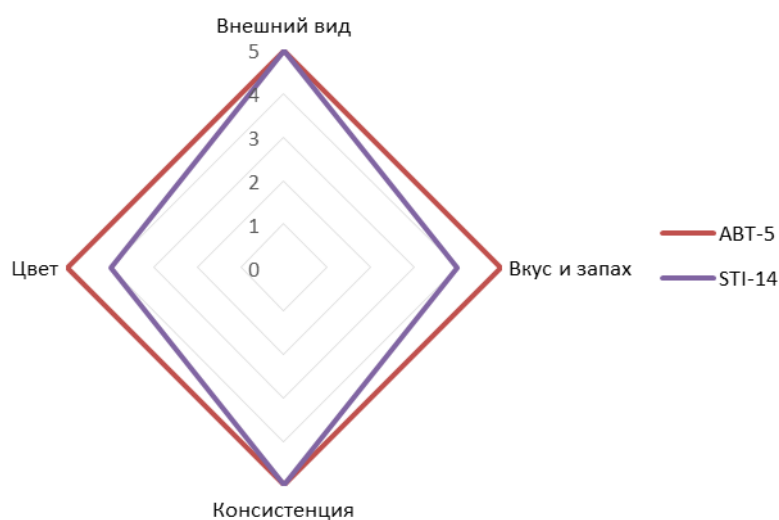


Рис. 8. Профилограмма органолептического анализа образцов сыра

Fig. 8. Profilogram of organoleptic analysis of cheese samples

**Выводы:**

1. Изучение состава молока местных пород коз показало, что все образцы козьего молока по составу имеют показатели, отвечающие требованиям ГОСТа на козье молоко.

2. Исследование органолептических и физико-химических показателей и технологических свойств козьего молока позволяет использовать козье молоко Заненской породы для производства сыра «Моцарелла».

3. Сравнительный анализ коровьего и козьего молока показал, что по многим показателям козье молоко превосходит коровье.

4. Изучены процессы свертывания и ферментации козьего молока под действием различных заквасочных культур, в результате чего была выбрана пробиотическая закваска АВТ-5-Probio-Тес™, ускоряющая технологический процесс и придающая продукту функциональные свойства.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2019. 18 с.
2. ГОСТ Р 52053-2003 «Молоко коровье сырое (с Изменением от 19 октября 2019 г). Технические условия». М.: Стандартинформ, 2020. 29 с.
3. Ермолова Л.С., Кунижев С.М., Аполохова С.Ф. Биологически активные компоненты козьего молока – важные слагаемые здоровья человека // Овцы, козы, шерстяное дело. 2002. № 3. С. 42–46.
4. Мустафина Г.Н. Физико-химический состав молока коз и продуктов его переработки // Сыроделие и маслоделие. 2008. № 1. С. 28–29.
5. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков [и др.]. М.: ДеЛипринт, 2014. 804 с.
6. Смирнов Е.А., Сорокина Н.П. Бактериальные закваски и концентраты в биотехнологии сыроделия: материал технической информации // Сыроделие и маслоделие. 2008. № 6. С. 16.
7. Сборник рекомендаций по приготовлению и применению бактериальных заквасок, препаратов и концентратов в молочной промышленности. Углич: ВНИИМС, 2007. 27 с.
8. Чебакова Г.В., Зачесова И.А. Оценка качества молока и молочных продуктов: учебно-методическое пособие. М.: ИНФРА-М, 2019. 182 с.

**REFERENCES:**

1. GOST 32940-2014 «Raw goat milk. Technical conditions». Moscow: Standartinform; 2019. 18 p. (In Russ).
2. GOST R 52053-2003 Raw cow milk (as amended on October 19, 2019). Technical conditions. Moscow: Standartinform; 2020. 29 p. (In Russ).
3. Ermolova L.S., Kunizhev S.M., Apolokhova S.F. Biologically active components of goat milk – important components of human health. Sheep, goats, wool business. 2002; 3:42–46. (In Russ).
4. Mustafina G.N. Physical and chemical composition of goat milk and products of its processing. Cheese making and butter production. 2008; 1:28–29. (In Russ).
5. Gudkov A.V. [et al.] Cheese making: technological, biological and physicochemical aspects. Moscow: DeLiprint; 2014. 804 p. (In Russ).
6. Smirnov E.A., Sorokina N.P. Bacterial starters and concentrates in biotechnology of cheese making: material of technical information. Cheese making and butter making. 2008; 6:16. (In Russ).
7. Collection of recommendations for the preparation and use of bacterial starters, preparations and concentrates in the dairy industry. Uglich: VNIIMS; 2007. 27 p. (In Russ).
8. Chebakova G.V., Zachesova I.A. Assessment of the quality of milk and dairy products: a teaching aid. Moscow: INFRA-M; 2019. 182 p. (In Russ).

**Информация об авторах / Information about the authors**

---

**Зурет Нурбиевна Хатко**, заведующая кафедрой технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук, доцент

znkhatko@mail.ru

**Марзият Асланчериевна Гашева**, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и организации питания ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат технических наук

irina-gasheva@yandex.ru

**Саида Каплановна Кудайнетова**, магистрант ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

saidakudainetova@yandex.ru

**Zuret N. Khatko**, head of the Department of Food Technology and Organization of Nutrition, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Technical Sciences, an associate professor

znkhatko@mail.ru

**Marziyat A. Gasheva**, an associate Professor of the Department of Food Technology and Organization of Nutrition, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Technical Sciences

irina-gasheva@yandex.ru

**Saida K. Kudainetova**, a post graduate student of FSBEI HE «Maykop State Technological University»

saidakudainetova@yandex.ru

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ECONOMIC SCIENCES

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-65-72>



УДК [338.48:616.9](470)

© 2021

Поступила 26.07.2021

Received 26.07.2021

Принята в печать 10.09.2021

Accepted 10.09.2021

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

### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ РОССИЙСКОГО ТУРИЗМА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА COVID-19

**Антон С. Амосов, Марина К. Ашинова\***

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

**Аннотация.** Туристическая отрасль, в том числе и индустрия гостеприимства, в первую очередь пострадали от пандемии нового коронавируса и оказались в беспрецедентных условиях: полное прекращение деятельности некоторых предприятий из-за закрытия границ и самоизоляции. Для одних стран туризм составляет одну из наибольших долей ВВП и является ключевой отраслью для экономики, для других – туризм и сопряженные с международными путешествиями действия существенно ускоряют темпы экономического развития. Участникам индустрии необходимо понимать, какие инструменты стимулирования доступны сейчас и после пандемии, чтобы разработать системный подход к управлению эффектами пандемии. Цель написания статьи – изучение и структурирование мер стимулирования туристической отрасли в условиях пандемии COVID-19. В работе использованы следующие методы научного познания: абстракция, анализ, индукция, синтез. В статье обоснована актуальность исследования. Рассмотрены некоторые индикаторы функционирования внутреннего туризма в период пандемии в сравнении с предыдущими периодами, в частности индексы цен на различные виды платных услуг населению, развитие коллективных средств размещения в России. При этом наблюдается спад всех показателей в период пандемии, что обусловлено вынужденными карантинными ограничениями и закрытием границ в большинстве стран мира. Рассмотрены наиболее востребованные меры государственной поддержки, предложенные правительством для сферы туризма: поддержка при получении финансирования, налоговые льготы, субсидирование операционных расходов, субсидия для МСП (МРОТ), отсрочки по неналоговым платежам, консультационная и образовательная поддержка, отсрочки и льготы по арендным платежам, предоставление грантов и субсидий по конкурсу и др. Предложены меры поддержки туризма в сложившихся условиях: подготовка новых кадров, помощь в разработке стратегии, развитие предпринимательства, привлечение



туристов, помощь в переходе в онлайн, облегчение деятельности (налоговые, финансовые, регуляторные послабления).

**Ключевые слова:** туристско-рекреационный комплекс, пандемия COVID-19, коронавирус, налоговые льготы, субсидирование, льготы, стратегия, экосистема, цифровая трансформация, бизнес-модели

Для цитирования: Амосов А.С., Ашинова М.К. Меры поддержки российского туризма в условиях пандемии коронавируса COVID-19 // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 65-72. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-65-72>

## MEASURES TO SUPPORT RUSSIAN TOURISM IN THE CONDITIONS OF THE COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC

Anton S. Amosov, Marina K. Ashinova\*

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

**Abstract.** The tourism industry, including the hospitality industry, which were the first to suffer from the new coronavirus pandemic, found themselves in an unprecedented situation: complete cessation of some businesses due to border closures and self-isolation. For some countries tourism makes up one of the largest shares of GDP and is a key industry, for others, tourism and activities associated with international travel significantly accelerate the pace of economic development. Industry actors need to understand what incentive tools are available now and in the aftermath of the pandemic in order to develop a systematic approach to managing the effects of the pandemic. The purpose of the article is to study and structure incentive measures for the tourism industry in the context of the COVID-19 pandemic. The following methods of scientific knowledge has been used: abstraction, analysis, induction, synthesis. The article substantiates the relevance of the study. Some indicators of the functioning of domestic tourism during a pandemic are considered in comparison with previous periods, in particular, price indices for various types of paid services to the population, the development of collective accommodation facilities in Russia. At the same time, there is a decline in all indicators during the pandemic, which is due to forced quarantine restrictions and the closure of borders in most countries of the world. The most popular measures of state support proposed by the government for the tourism sector are the following: support in obtaining financing, tax incentives, subsidizing operating expenses, subsidies for SMEs (minimum wages), deferral of non-tax payments, consulting and educational support, deferrals and incentives for rent payments, provision of grants and subsidies on a competition, etc. The proposed measures to support tourism in the current environment are new personnel training, assistance in developing a strategy, business development, attracting tourists, assistance in the transition to online, facilitation of activities (tax, financial, regulatory exemptions).

**Keywords:** tourism and recreation complex, COVID-19 pandemic, coronavirus, tax incentives, subsidies, benefits, strategy, ecosystem, digital transformation, business models

For citation: Amosov A.S., Ashinova M.K. Measures to support Russian tourism in the conditions of the Covid-19 coronavirus pandemic. *New technologies*. 2021; 17(5):65-72. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-65-72>

Восстановление отрасли зависит от участников экосистемы индустрии туризма  
скоординированных действий разных ма и адаптации лучших практик. Эффекты



изменения спроса и работоспособности индустрии туризма не ограничиваются исключительно одной индустрией. Экосистема туристских потоков и активностей – это сложная взаимосвязанная система действий участников на различных уровнях. Остановка активности туристической индустрии имеет масштабные социально-экономические эффекты. Несмотря на то что ряд фискальных и монетарных мер был предложен на первых этапах развития эпидемиологической обстановки, многие организации, задействованные в

экосистеме индустрии туризма не смогут вернуться к привычным инструментам и моделям работы на протяжении длительного периода времени. Цифровые трансформации бизнес-моделей и процессов в индустрии туризма происходят не так быстро и, возможно, требуют радикальной смены ряда бизнес-процессов, что обуславливает актуальность рассматриваемой проблемы.

Индексы цен на различные виды платных услуг населению увеличились до 4,7% (рис. 1). Вследствие вынужденных



Рис. 1. Индексы цен на различные виды платных услуг населению, % в годовом выражении [1]

Fig. 1. Price indices for various types of paid services to the population, % in annual terms

карантинных ограничений и закрытия границ в большинстве стран мира цены на услуги в сфере зарубежного туризма в 2020 году продолжали снижаться (в среднем на –1,6%).

Число ночевков в коллективных средствах размещения (КСР) в январе – сентябре 2020 г. составило 122,5 млн, сократившись на 43,5% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года. Количество размещенных лиц в

КСР также снизилось на 43,7% по сравнению с январем – сентябрем 2019 г. и в 2020 году составило 30,5 млн человек (таблица 1).

Численность граждан России, размещенных в КСР, при этом упала на 39,3% в годовом выражении, иностранцев – на 70,4%.

Одной из наиболее пострадавших отраслей экономики в период пандемии был объявлен туризм, в связи с чем был

Таблица 1

Развитие коллективных средств размещения в России, 2013–2020 гг. [1]

Table 1

Development of collective accommodation facilities in Russia, 2013–2020 [1]

|                                                                      | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | Январь –<br>сентябрь 2019 г. | Январь –<br>сентябрь 2020 г. | прирост январь –<br>сентябрь 2019 г. /<br>январь – сентябрь<br>2020 г. |
|----------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Число КСР,<br>тыс.                                                   | 14,6  | 15,6  | 20,1  | 20,5  | 25,3  | 28,1  | 28,3  | н/д                          | н/д                          | н/д                                                                    |
| Число номе-<br>ров КСП, тыс.                                         | 600,3 | 670,8 | 770,4 | 794,8 | 884,3 | 975,6 | 992,6 | н/д                          | н/д                          | н/д                                                                    |
| Число мест в<br>КСР, млн                                             | 1,4   | 1,6   | 1,8   | 1,8   | 2,2   | 2,4   | 2,5   | н/д                          | н/д                          | н/д                                                                    |
| Число ночевок<br>в коллектив-<br>ных средствах<br>размещения,<br>млн | 172,6 | 184,0 | 212,2 | 216,8 | 253,0 | 274,6 | 283,2 | 217,1                        | 122,5                        | -43,5                                                                  |
| Численность<br>размещенных<br>лиц в КСР,<br>млн чел., в т.ч.:        | 42,6  | 44,2  | 49,3  | 54,4  | 61,6  | 71,5  | 76,0  | 54,2                         | 30,5                         | -43,7                                                                  |
| граждан<br>России                                                    | 32,6  | 33,8  | 43,7  | 48,3  | 53,5  | 60,9  | 65,2  | 46,5                         | 28,2                         | -38,3                                                                  |
| иностраннх<br>граждан                                                | 4,4   | 4,6   | 5,6   | 6,1   | 8,0   | 10,6  | 10,9  | 7,7                          | 2,3                          | -70,4                                                                  |

принят ряд мер государственной поддержки (рис. 2).

В целях стимулирования внутренних туристических потоков Правительство России выделило 15 млрд руб. на реализацию программы по возвращению гражданам части расходов за покупку туров по России и бронирование билетов (туристический кешбэк).

В целях комплексного развития туристической отрасли 29 апреля 2021 года в Координационном центре Правительства России представлен новый национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» [3], который включает три федеральных проекта: «Развитие туристской инфраструктуры», «Повышение

доступности туристских услуг», «Совершенствование управления в сфере туризма».

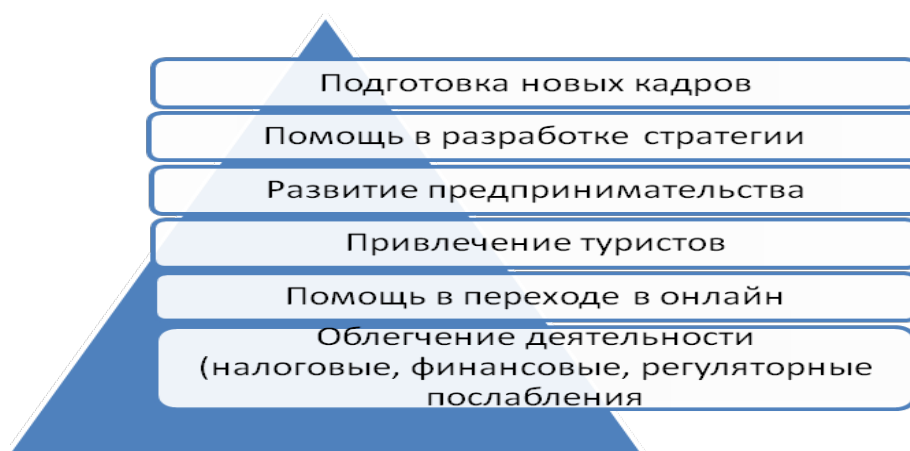
Благодаря инструментам нацпроекта планируется увеличить туристический поток с 65 до 140 млн поездок по стране в год, в два раза увеличить количество рабочих мест в отрасли – до 4,7 млн рабочих мест и экспорт туристических услуг – до 22,5 млрд долларов [4].

Кроме того, обоснована Стратегия развития туризма в России до 2035 года [5], которая предполагает создание корпорации по туризму, функционирующую на базе крупных предприятий туристической отрасли: «Курорты Северного Кавказа»,



**Рис. 2.** Наиболее востребованные меры государственной поддержки для сферы туризма [2]

**Fig. 2.** The most demanded measures of state support for the tourism sector [2]



**Рис. 3.** Меры по поддержке туризма в условиях пандемии

**Fig. 3.** Measures to support tourism in the pandemic conditions

«Корпорация развития Северного Кавказа», фонд «Посети Кавказ».

Меры, представленные в данном исследовании, структурированы не только вокруг фискальных и монетарных мер, но и альтернативных мер поддержки, инициированных в разных странах [6].

На наш взгляд, весьма эффективными мерами поддержки туризма в сложившихся условиях являются (рис. 3).

Удаленное образование предполагает дистанционное обучение в сфере туризма (курсы как для начинающих, так и для профессионалов в зависимости от цели),

направленные на подготовку кадров для будущей трансформировавшейся индустрии туризма и на помощь малому и среднему бизнесу и людям, работающим в сфере туризма, пережить кризис [7].

Помощь в *разработке стратегии* предполагает создание сайта со всеми мерами, стимулирующими индустрию туризма, а также гидами о том, как можно получить помощь и предоставление отчетов о состоянии индустрии туризма в стране и мире. Такие меры направлены на помощь бизнесу, который не может позволить себе провести замер рынка, узнать инсайты, быстро и оперативно получить помощь, необходимую для стратегических решений, а региональным муниципалитетам сориентироваться, что уже есть в других регионах страны.

Кроме того, при разработке стратегии целесообразно, в целях создания специальной зоны для исследования и создания новых решений для развития индустрии туризма в стране, а также поддержки индустрии туризма за счет объединения государства, бизнеса и людей, создание «Туристического кластера» совместно с местной бизнес-школой, создание Фонда по продвижению туризма, создание маркетинговой стратегии по продвижению туризма и выделение туризма в медиа как ключевой отрасли для восстановления страны [8].

Стимулированию новых решений в индустрии туризма (напр., создание *новых бизнес-моделей*) способствует стимулирование участия в конкурсах стартапов, создание туристических акселераторов/хабов, а также гранты предпринимателям в отрасли.

Для *привлечения туристов* из близлежащих стран для увеличения туристического потока и скорейшего восстановления индустрии целесообразно репозиционирование страны для туристов из близлежащих государств как «безопасное» и ближайшее направление.

Привлечению осознанных туристов для увеличения туристического потока и скорейшего восстановления индустрии

будет способствовать позиционирование страны для туристов из всего мира, как страны для агро- и экотуризма.

Стимулированию же развития внутреннего туризма через распространение информации и знаний о местах/достопримечательностях, которые можно посетить внутри страны (соц. медиа + виртуальные туры), способствует репозиционирование страны для ее граждан.

Эти меры будут способствовать поддержанию знания о стране, заинтересовывать и побуждать к планированию будущих поездок с помощью виртуальных туров и кампаний в соцсетях.

*Помощь в переходе в онлайн* предполагает, по нашему мнению, создание платформ для найма людей из пострадавших индустрий в местной коммуне, что будет способствовать решению проблем с трудоустройством.

Облегчение деятельности (налоговые, финансовые, регуляторные послабления)

Инициаторами регуляторных мер должно быть правительство и локальные министерства туризма. К ним следует отнести:

- отмену/снижение госпошлины на получение лицензии на ведение туристического бизнеса в 2020 году или продление периода подачи;
- отмену наказаний/штрафов за нарушения, совершенные или обнаруженные с начала пандемии;
- временная отсрочка выплаты в нац. казну от аэропортов;
- снижение/отмена оплаты патентных прав в магазинах беспошлинной торговли.

Эффективными *налоговыми мерами* в условиях пандемии являются:

- временная приостановка действующих налоговых правил и создание новых положений, облегчающих выплату налоговых долгов, например предоставление специального фракционирования налогового долга;
- изменение налогового законодательства в отношении налога на доходы с

физических лиц, переноса убытков, сроков амортизации и расходов на пожертвования;  
– изменение, упрощение и другие применимые налоговые режимы для мелких налогоплательщиков;

– увеличение сроков подачи/погашения налоговых деклараций;

– перенос оплаты налогов на более поздний период;

– снижение ставки налогов;

– мораторий на некоторые налоги;

– отсрочка/отмена/снижение платежей по страховым взносам за работников.

Эффективные *финансовые меры* предполагают:

– снижение/отмена платы за коммунальные услуги пострадавшим индустриям и людям на определенный период;

– отмена/снижение арендных платежей для малого бизнеса;

– прямые выплаты компаниям из пострадавших отраслей;

– субсидирование заработных плат в пострадавших индустриях работникам с определенным уровнем заработных плат;

– субсидирование внутренних перелетов между регионами;

– улучшение условий по кредитам;

– снятие некоторых комиссий банками;

– предоставление льгот и преференций медикам (созданию специальных туристических продуктов и предложений).

Предложенные меры поддержки туризма не являются исчерпывающими, однако их использование позволит выдержать новые реалии и получить новое развитие после пандемии. Таким образом, пандемию можно назвать большой перезагрузкой для туристической отрасли. Ее могут пережить только те компании, которые смогли адаптироваться под новые реалии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. Декабрь 2020. Динамика спроса на туристические услуги в России на фоне пандемии COVID-19 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/BRE\\_68.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/BRE_68.pdf)

2. О выделении бюджетных ассигнований в целях предоставления в 2020 году субсидии акционерному обществу «Национальная система платежных карт» на стимулирование доступных внутренних туристических поездок через возмещение части стоимости оплаченной туристской услуги [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 18.07.2020 № 1876-р (ред. от 07.12.2020). Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358096/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358096/).

3. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://национальныепроекты.рф/projects/turizm>.

4. Концепция развития санаторно-курортного и туристского комплекса Краснодарского края до 2030 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kurort.krasnodar.ru/activity/informatsiya/kontseptsiya-razvitiya-sanatorno-kurortnogo-i-turistskogo-kompleksa-krasnodarskogo-kraja-do-2030-god>.

5. Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tourism.gov.ru/upload/iblock/298/Стратегия%20развития%20туризма%20на%20период%20до%202035%20года.pdf>.

6. Михайлюк М.Н., Ашинова М.К., Наик Амир Мухаммад. Финансирование малого и среднего бизнеса в условиях пандемии коронавируса COVID-19 // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 2. С. 209–220.

7. Михайлюк М.Н., Ашинова М.К., М. Айуб О.К. Роль инноваций в развитии бизнеса // Новые технологии. 2020. Вып. 2/52. С. 97–106.

8. Моделирование российской идентичности на Северном Кавказе: синергетико-ценологический подход / Чефранов С.Г. [и др.] // Управление мегаполисом. 2012. № 5. С. 53–58.



## REFERENCES:

1. Bulletin on current trends in the Russian economy. December 2020. Dynamics of demand for travel services in Russia against the backdrop of the COVID-19 pandemic [Electronic resource]. Access mode: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/BRE\\_68.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/BRE_68.pdf) (In Russ).
2. On the allocation of budgetary appropriations in order to provide subsidies to the «National System of Payment Cards» JSC in 2020 to stimulate affordable domestic tourist trips through reimbursement of part of the cost of paid tourist services [Electronic resource]: The Order of the Government of the Russian Federation of July 18, 2020 No. 1876-r (as revised on 07.12.2020). Access mode: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358096/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358096/) (In Rus).
3. National project «Tourism and hospitality industry» [Electronic resource]. Access mode: <https://nationalprojects.rf/projects/turizm> (In Russ).
4. The concept of the development of the sanatorium-resort and tourist complex of the Krasnodar Territory until 2030 [Electronic resource]. Access mode: <https://kurort.krasnodar.ru/activity/informatsiya/kontseptsiya-razvitiya-sanatorno-kurortnogo-i-turistskogo-kompleksa-krasnodarskogo-kraya-do-2030-god> (In Russ).
5. Strategy for the development of tourism in the Russian Federation for the period up to 2035 [Electronic resource]. Access mode: <https://tourism.gov.ru/upload/iblock/298/Strategy%20development%20tourism%20for%20period%20to%202035%20year.pdf> (In Russ).
6. Mikhailuk M.N., Ashinova M.K. Naik Amir Muhammad. Financing of small and medium-sized businesses in the context of the COVID-19 coronavirus pandemic. New technologies. 2021; 17–2:209–220. (In Russ).
7. Mikhailyuk M.N., Ashinova M.K., M. Ayub O.K. The role of innovation in business development. New technologies. 2020; 2-52:97–106. (In Russ).
8. Chefranov S.G. et al. Modeling of Russian identity in the North Caucasus: a synergetic-cenological approach. Management of the metropolis. 2012; 5:53–58. (In Russ).

## **Информация об авторах / Information about the authors**

**Антон Сергеевич Амосов**, аспирант  
ФГБОУ ВО «Майкопский государствен-  
ный технологический университет»  
[amosov1985@icloud.com](mailto:amosov1985@icloud.com)

**Марина Казбековна Ашинова**, про-  
фессор кафедры финансов и кредита  
ФГБОУ ВО «Майкопский государствен-  
ный технологический университет», док-  
тор экономических наук, профессор  
[ashinova\\_m@mail.ru](mailto:ashinova_m@mail.ru)

**Anton S. Amosov**, a post-graduate stu-  
dent of FSBEI HE «Maykop State Techno-  
logical University»  
[amosov1985@icloud.com](mailto:amosov1985@icloud.com)

**Marina K. Ashinova**, a professor of the  
Department of Finance and Credit, FSBEI  
HE «Maykop State Technological Universi-  
ty», Doctor of Economics, a professor  
[ashinova\\_m@mail.ru](mailto:ashinova_m@mail.ru)



<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-73-81>



УДК 336.274.6

© 2021

Поступила 12.05.2021

Received 12.05.2021

Принята в печать 25.06.2021

Accepted 25.06.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ОЦЕНКА ДОЛГОВОЙ ПОЛИТИКИ СУБЪЕКТОВ ЮЖНОГО МАКРОРЕГИОНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Светлана К. Ешугова, Саида К. Хамирзова\*

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

**Аннотация.** Актуальность темы обусловлена тем, что долговые кризисы крайне негативно воздействуют на национальную экономику, что предполагает необходимость постоянного внимания со стороны правительства к вопросам управления государственным долгом с целью своевременного выявления возможных нарушений долговой устойчивости. *Предмет исследования* – долговая устойчивость субъектов Юга России как способность субъектов федерации своевременно и в полном объеме обслуживать государственный долг без значительной корректировки баланса доходов и расходов. *Цель исследования* – оценка долговой устойчивости субъектов Юга России и разработка мероприятий, направленных на ее повышение с целью предупреждения возникновения дисбаланса региональных финансов и снижения вероятности наступления долговых кризисов. Увеличение государственных заимствований повышает расходы бюджета на обслуживание государственного долга и может спровоцировать дисбаланс финансовой системы. Диверсификация долгового портфеля позволяет обеспечить его сбалансированность. В структуре долговых портфелей субъектов федерации могут присутствовать бюджетные кредиты, государственные гарантии, государственные ценные бумаги, кредиты кредитных организаций и другие инструменты. В статье отмечается, что долговая устойчивость субъектов РФ напрямую зависит от принимаемых на уровне Федерации решений и объемов государственных расходов, направляемых в конкретные регионы. Поэтому необходимо поддерживать такой уровень долговой устойчивости, который позволит предупредить возникновение дисбаланса региональных финансов и снизить вероятность наступления долговых кризисов. Это предполагает применение единых рекомендаций по оценке долговой устойчивости во всех субъектах РФ. Проведенный в статье анализ объемов и структуры государственного долга субъектов Юга России позволил сделать вывод о том, что долговая политика макрорегиона разрознена: структура долговых портфелей неоднородна; изменение уровня долговой нагрузки может быть связано как с увеличением налоговых и неналоговых доходов, снижением величины государственного долга, так и с обратными процессами.

**Ключевые слова:** бюджетная политика, долговая политика, государственный долг, долговая устойчивость, долговые обязательства, бюджетные кредиты, государственные гарантии, государственные ценные бумаги, кредиты кредитных организаций

Для цитирования: Ешугова С.К., Хамирзова С.К. Оценка долговой политики субъектов южного макрорегиона в современных условиях // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 73-81. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-73-81>

## EVALUATION OF THE DEBT POLICY OF THE SOUTHERN MACROREGION SUBJECTS IN MODERN CONDITIONS

Svetlana K. Eshugova, Saida K. Khamirzova \*

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

**Abstract.** The relevance of the topic is due to the fact that debt crises have an extremely negative impact on the national economy, which implies the need for constant attention on the part of the government to issues of public debt management in order to timely, identify possible violations of debt stability. The subject of the research is the debt sustainability of the constituent entities of the South of Russia as the ability of the constituent entities of the federation to timely and fully service the public debt without significant adjustments to the balance of income and expenses. The aim of the research is to assess the debt sustainability of the constituent entities of the South of Russia and develop measures aimed at increasing it in order to prevent the emergence of an imbalance in regional finances and reduce the likelihood of debt crises. An increase in government borrowing rises budget spending on public debt servicing and can provoke an imbalance in the financial system. Diversification of the debt portfolio helps to ensure its balance. The structure of the debt portfolios of the constituent entities of the Federation may include budget loans, government guarantees, government securities, loans from credit institutions and other instruments. The article notes that the debt sustainability of the constituent entities of the Russian Federation directly depends on the decisions made at the federal level and the amount of government spending directed to specific regions. Therefore, it is necessary to maintain such a level of debt sustainability, which will prevent the emergence of an imbalance in regional finances and reduce the likelihood of debt crises. This presupposes the application of uniform recommendations for assessing debt sustainability in all constituent entities of the Russian Federation. The analysis of the volume and structure of the state debt of the constituent entities of the South of Russia, carried out in the article, made it possible to conclude that the debt policy of the macroregion is fragmented: the structure of debt portfolios is heterogeneous; a change in the level of debt burden can be associated with both an increase in tax and non-tax revenues, a decrease in the amount of public debt, and with reverse processes.

**Keywords:** budget policy, debt policy, public debt, debt sustainability, debt obligations, budget loans, government guarantees, government securities, loans from credit institutions

*For citation: Eshugova S.K., Khamirzova S.K. Evaluation of the debt policy of the southern macroregion subjects in modern conditions. New technologies. 2021; 17(5):73–81. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-73-81>*

Разнородность территорий РФ, сильно дифференцированный уровень их долговой нагрузки усиливают высокую значимость и необходимость перманентной оценки долговой устойчивости субъектов федерации. Кроме того, большинство регионов РФ являются реципиентами в силу

своей низкой бюджетной обеспеченности и получают финансовые ресурсы из федерального центра в форме межбюджетных трансфертов, бюджетных кредитов, государственных гарантий и других инструментов. В этой связи возникает необходимость постоянного совершенствования

подходов к определению долговой устойчивости, чтобы проводить ее оценку, опираясь на особенности долговых портфелей субъектов РФ.

Вне зависимости от формы государственного устройства ключевой составляющей бюджетной политики является долговая политика (управление государственным долгом), которая подлежит ежегодному утверждению Министерством финансов. При этом основу долговой политики формирует Бюджетный кодекс РФ как базовый закон, регламентирующий финансовые отношения по формированию, распределению и использованию общественных финансов [1].

В современном бюджетном законодательстве РФ определено несколько ключевых показателей долговой устойчивости: величина государственного

долга, предельный дефицит бюджета, а также предельный размер заимствований, устанавливающий требования к необходимости сохранения величины заимствований ниже величины источников финансирования дефицита бюджета [2].

При оценке долговой устойчивости субъектов РФ наряду с анализом показателей, регламентируемых в нормативных правовых документах, важно учитывать изменение таких индикаторов, как ВРП, уровень безработицы, занятости, инфляции и других показателей [3].

При возникновении дисбалансов в долговой политике, выражающихся в нарушении нормативных требований к показателям устойчивости государственного долга, долговой кризис констатируют лишь тогда, когда данные дисбалансы

Таблица 1

**Преимущества и недостатки инструментов долговых обязательств**

Table 1

**Advantages and Disadvantages of Debt Instruments**

| Долговое обязательство        | Достоинства                                                                                                                                         | Недостатки                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Бюджетные кредиты             | Снижение стоимости обслуживания государственного долга.<br>Повышение долговой устойчивости субъектов                                                | Перекладывание ответственности на федеральные органы власти.<br>Дестимулирование субъектов в формировании собственных доходов.<br>Снижение потребности привлечения ресурсов на рыночных условиях.<br>Повышение долгового бремени федеральных органов власти |
| Государственные гарантии      | Снижение стоимости обслуживания государственного долга.<br>Снижение стоимости привлечения кредитов кредитных организаций и повышение их доступности | Перекладывание ответственности по неисполнению обязательств на федеральные органы власти                                                                                                                                                                    |
| Государственные ценные бумаги | Рыночная ориентированность портфеля.<br>Отсроченное обязательство погашения долгового обязательства                                                 | Обязательства по государственным ценным бумагам могут превышать процентную ставку по коммерческому кредиту                                                                                                                                                  |
| Кредиты кредитных организаций | Рыночная ориентированность портфеля                                                                                                                 | Высокая стоимость обслуживания.<br>Увеличение риска неисполнения долговых обязательств                                                                                                                                                                      |

провоцируют отрицательную динамику макроэкономических показателей [4].

Для оценки долговой устойчивости субъектов РФ необходимо принимать во внимание и другие параметры бюджетной системы: доходы, расходы, дефицит, профицит федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ, государственных внебюджетных фондов [5].

Субъекты РФ вправе самостоятельно выстраивать политику управления государственным долгом и формировать его структуру, выбирая разные инструменты долговых обязательств. Диверсификация

долгового портфеля субъекта позволит обеспечить его сбалансированность. В структуру долговых портфелей могут включаться бюджетные кредиты, государственные гарантии, государственные ценные бумаги, кредиты кредитных организаций и другие инструменты [6] (см. табл. 1).

Следует учитывать, что правила предоставления бюджетных кредитов и государственных гарантий утверждаются ежегодно и могут отличаться в зависимости от необходимости установления дополнительных ограничений с целью сокращения величины государственного

Таблица 2

Структура государственного долга субъектов Юга РФ на 01.01.2020 г.

Table 2

The structure of public debt of constituent entities of the South of the Russian Federation as of 01.01.2020

| Субъект Российской Федерации        | Государственные ценные бумаги, % | Кредиты кредитных организаций, % | Бюджетные кредиты, % | Государственные гарантии, % | Другие, % | Доля ГД в ВРП, % |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------|------------------|
| Республика Адыгея                   | 0,0                              | 31,85                            | 68,15                | 0,0                         | 0,0       | 3,16             |
| Республика Калмыкия                 | 0,0                              | 33,37                            | 66,63                | 0,0                         | 0,0       | 5,05             |
| Республика Крым                     | 0,0                              | 0,0                              | 94,38                | 0,0                         | 5,62      | 1,48             |
| Краснодарский край                  | 3,52                             | 46,41                            | 43,47                | 6,6                         | 0,0       | 6,74             |
| Астраханская область                | 0,0                              | 50,51                            | 49,49                | 0,0                         | 0,0       | 7,01             |
| Волгоградская область               | 21,91                            | 30,84                            | 45,79                | 1,47                        | 0,0       | 6,93             |
| Ростовская область                  | 0,0                              | 69,84                            | 29,38                | 0,78                        | 0,0       | 2,99             |
| г. Севастополь                      | 0,0                              | 0,00                             | 0,0                  | 0,0                         | 0,0       | 0                |
| Республика Дагестан                 | 0,0                              | 20,21                            | 64,1                 | 15,69                       | 0,0       | 2,53             |
| Республика Ингушетия                | 0,0                              | 0,0                              | 100,0                | 0,0                         | 0,0       | 4,30             |
| Кабардино-Балкарская Республика     | 0,0                              | 49,83                            | 46,08                | 4,08                        | 0,0       | 7,45             |
| Карачаево-Черкесская Республика     | 0,0                              | 31,85                            | 65,4                 | 1,38                        | 1,37      | 7,48             |
| Республика Северная Осетия – Алания | 0,0                              | 11,0                             | 88,44                | 0,56                        | 0,0       | 7,19             |
| Чеченская Республика                | 0,0                              | 0,0                              | 87,43                | 12,57                       | 0,0       | 3,11             |
| Ставропольский край                 | 22,59                            | 39,02                            | 37,10                | 1,28                        | 0,0       | 5,85             |

долга субъекта и общего объема долго-  
вых обязательств.

Показатели структуры государственного долга субъектов Юга РФ по состоянию на 01.01.2020 г. приведены в таблице 2 [8].

Для тех субъектов, в долговых портфелях которых преобладают дорогие долговые инструменты, следует увеличить объемы бюджетных кредитов, которые, с одной стороны, дестимулируют региональные органы власти к формированию рыночно ориентированных портфелей, но, с другой стороны, позволяют избежать риска неплатежей и нарушений долгой устойчивости.

К субъектам РФ, в долговых портфелях которых преобладают бюджетные кредиты, относятся: Республика Крым, Астраханская область, г. Севастополь, Республика Ингушетия – 100 % бюджетных кредитов в структуре долгового портфеля; Республика Дагестан – 94,5%, Республика Северная Осетия – Алания – 86,3%, Чеченская Республика – 84,4%, Кабардино-Балкарская Республика – 69,1%, Краснодарский край – 59,1%, Карачаево-Черкесская Республика – 58,6%, Волгоградская область – 45,2%, Республика Адыгея – 46,4%, Республика Калмыкия – 40,1%, Ростовская область – 37,6%, Ставропольский край – 48,1%. Изменение структуры долговых портфелей данных субъектов в сторону сокращения доли бюджетных кредитов необходимо в том случае, если долговая нагрузка демонстрирует тенденцию к сокращению и субъект самостоятельно без участия федеральных органов власти может справиться с обслуживанием государственно-го долга [7].

Результаты проведенного анализа позволяют сделать следующие выводы: структура долгового портфеля и величина государственного долга не зависят от величины ВРП; доля отдельных финансовых инструментов в структуре долговых портфелей может как меняться, так и оставаться неизменной.

При анализе структуры долгового портфеля субъектов Юга России выявлено, что увеличение доли государственных ценных бумаг, как наиболее рыночно ориентированного инструмента заимствований, является положительной тенденцией и позволяет характеризовать долговой портфель как прогрессивный с точки зрения составляющих его инструментов. В свою очередь, увеличение доли бюджетных кредитов, предоставляемых субъектам РФ в структуре долгового портфеля, является негативной тенденцией, поскольку свидетельствует о повышении иждивенческих настроений и неспособности некоторых субъектов покрывать бюджетный дефицит, используя рыночные механизмы. Кроме того, следует учитывать, что правила предоставления бюджетных кредитов утверждаются ежегодно и могут отличаться в зависимости от необходимости установления дополнительных ограничений с целью сокращения величины государственного долга субъекта и общего объема его долговых обязательств.

Преобладание в структуре долгового портфеля субъектов РФ коммерческих кредитов может негативно отразиться на сохранении долговой устойчивости в силу высокой стоимости обслуживания и изменения первоначальных условий заимствований.

Государственные гарантии как инструмент, входящий в структуру долгового портфеля субъектов РФ, свидетельствует о привлечении субъектом финансовых ресурсов в приоритетные социальные и инвестиционные проекты, что является положительной характеристикой.

Таким образом, выработка рекомендаций по управлению государственным долгом должна учитывать особенности структуры государственного долга субъекта, специфику его географического и социально-экономического положения, а также быть направлена на снижение долговой нагрузки, от которой зависит долговая устойчивость региона.



Далее приведены результаты расчета долговой нагрузки территорий, которая определяется как отношение государственного долга субъекта РФ к налоговым и неналоговым доходам бюджета. Рейтинг субъектов по уровню долговой нагрузки ежегодно рассчитывается РиаРейтинг, а также доступен в системе I-Monitoring. Расчет долговой нагрузки субъектов Юга России представлен в таблице 3 [8].

Согласно приведенным в таблице 3 данным, самый высокий объем государственного долга в 2019 г. среди субъектов Юга России наблюдался в Краснодарском крае – 99,52 млрд руб., однако это не отразилось негативно на уровне его

долговой нагрузки, составлявшей 31,3%. Наиболее высокий уровень долговой нагрузки сложился в Карачаево-Черкесской Республике – 58,1% при величине государственного долга 5,10 млрд руб., что в 1,9 раз превышает долговую нагрузку Краснодарского края.

По данным Министерства финансов РФ, суммарный объем государственного долга субъектов РФ по итогам 2019 г. сократился на 93,3 млрд руб. (или на 4,2%), составив 2,1 трлн руб. на 1 января 2020 г. Наибольший вклад в его снижение внес Краснодарский край (– 40,65 млрд руб.).

Согласно приведенным данным, можно сделать вывод о проведении в регионах Юга России типа долговой

Таблица 3

Долговая нагрузка субъектов Юга России на 01.01.2020 г.

Table 3

Debt load of the constituent entities of the South of Russia as of 01.01.2020

| Субъект Российской Федерации                             | Налоговые и неналоговые доходы, млрд руб. | Объем государственного долга, млрд руб. | Долговая нагрузка, % |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|
| <b>Южный федеральный округ, в том числе:</b>             | 742,77                                    | 200,75                                  | 27,0                 |
| Республика Адыгея                                        | 15, 15                                    | 3,67                                    | 24,1                 |
| Республика Калмыкия                                      | 8, 34                                     | 4,62                                    | 55,7                 |
| Республика Крым                                          | 62, 83                                    | 3,45                                    | 41,6                 |
| Краснодарский край                                       | 318, 1                                    | 99,52                                   | 31,3                 |
| Астраханская область                                     | 47, 21                                    | 13,70                                   | 29,1                 |
| Волгоградская область                                    | 93, 78                                    | 47,02                                   | 50,1                 |
| Ростовская область                                       | 180, 49                                   | 28,77                                   | 15,9                 |
| г. Севастополь                                           | 16, 88                                    | –                                       | –                    |
| <b>Северо-Кавказский федеральный округ, в том числе:</b> | 200, 39                                   | 68,83                                   | 34,4                 |
| Республика Дагестан                                      | 43, 69                                    | 9,33                                    | 21,4                 |
| Республика Ингушетия                                     | 4, 43                                     | 2,03                                    | 46,1                 |
| Кабардино-Балкарская Республика                          | 16, 93                                    | 8,05                                    | 47,6                 |
| Карачаево-Черкесская Республика                          | 8, 82                                     | 5,10                                    | 58,1                 |
| Республика Северная Осетия – Алания                      | 16, 71                                    | 8,42                                    | 50,4                 |
| Чеченская Республика                                     | 18, 84                                    | 4,49                                    | 23,9                 |
| Ставропольский край                                      | 90, 98                                    | 31,41                                   | 34,5                 |



политики, нацеленного на снижение долговой нагрузки. В ряде субъектов (Республика Адыгея, Краснодарский край) снижение долговой нагрузки произошло в основном за счет повышения налоговых и неналоговых доходов региональных бюджетов, а не за счет существенного уменьшения объемов государственного долга. Такая стратегия представляется обоснованной и позволяет повысить долговую устойчивость регионов, не прибегая к дополнительным заимствованиям и привлечению средств федерального бюджета. В Республике Калмыкия увеличение долговой нагрузки объясняется превышением прироста государственного долга над приростом налоговых и неналоговых доходов.

Анализ структуры и объемов государственного долга субъектов ЮФО и СКФО позволил установить, что долговая политика макрорегиона разрозненна: структура портфелей неоднородна; закономерности в изменении финансовых инструментов в структуре портфелей не прослеживаются; изменение уровня долговой нагрузки может быть связано как с увеличением налоговых и неналоговых доходов, снижением величины государственного долга, так и с обратными процессами; сокращение государственного долга в текущем периоде не означает продолжения тенденции в будущем и т.д. В подтверждение последнего тезиса можно привести факт возобновления роста государственного долга регионов РФ в 2020 г. По данным Министерства финансов РФ, объем государственного долга всех субъектов РФ по итогам 2020 г. вырос на 383 млрд руб. (18,1%) и составил на 1 января 2021 г. 2,496 трлн руб. Причиной роста государственного долга, который зафиксирован впервые за последние четыре года, называют недополучение доходов бюджетов в результате пандемии COVID-19. Наибольший вклад в рост государственного долга внесли г. Санкт-Петербург (+182,4%), Московская (+54,7%),

Свердловская (+48,2%) и Кемеровская (+85,9%) области [9].

Рост государственного долга в 2020 г. во многом спровоцирован снижением налоговых и неналоговых доходов бюджетов субъектов РФ на 2,5%. При этом структура государственного долга в 2020 г. изменилась по сравнению с 2019 г. Доля бюджетных кредитов выросла с 41,9% в 2019 г. до 44,2% в 2020 г.; на них приходится большая часть региональной задолженности. Региональные власти стали активно выпускать облигационные займы, что отразилось на продолжающемся росте их доли в суммарном объеме госдолга. По итогам 2020 г. удельный вес долговых ценных бумаг в общей структуре госдолга составил 30,8% (против 27,9% в 2019 г.). Сократилась доля коммерческих кредитов с 27,2% в 2019 г. до 22,8% в 2020 г. Также снизились госгарантии – их доля по итогам 2020 г. составляет меньше 2% (2,6% в 2019 г.) [9].

В целях предупреждения негативного влияния факторов долговой устойчивости, а также повышения эффективности управления государственным долгом субъектов РФ целесообразно внедрение следующих мероприятий.

1) Повышение налоговых и неналоговых доходов бюджета – фактор, способствующий снижению долговой нагрузки и укреплению долговой устойчивости территорий.

2) Изменение условий привлечения/предоставления заимствований (государственных ценных бумаг, государственных гарантий, бюджетных кредитов, кредитов кредитных организаций и т.д.), которые снизят нагрузку на региональный бюджет.

3) Повышение качества планирования и исполнения бюджетов; своевременная корректировка параметров бюджета в процессе его исполнения.

4) Учет макроэкономических факторов, влияющих на привлечение заемных средств, при формировании и реализации долговой политики субъектов и др.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19702/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/).
2. Основные направления государственной долговой политики Российской Федерации на 2017–2019 гг. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.minfin.ru/common/upload /library/2017/02/main/Dolgovaya\\_politika\\_2017-2019.pdf](https://www.minfin.ru/common/upload /library/2017/02/main/Dolgovaya_politika_2017-2019.pdf).
3. Ермакова Е.А. Методические подходы к оценке эффективности долговой политики субъекта РФ // Финансы и кредит. 2018. № 28 (604). С. 32–40.
4. Куцури Г.Н. Долговая устойчивость государственных финансов Российской Федерации // Экономика и предпринимательство. 2015. № 3, ч. 2. С. 351–355.
5. Санакоев А.Ю. Факторы долговой устойчивости субъектов Российской Федерации // Аудит и финансовый анализ. 2018. № 6. С. 85–88.
6. Сангинова Л.Д. Эффективная долговая политика субъектов Российской Федерации: теория и практика // Экономика. Налоги. Право. 2018. № 1. С. 96–105.
7. Долговая нагрузка на региональные бюджеты снижается 4 год подряд [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://riarating.ru/regions/20200219/630154309.html>.
8. Рейтинг субъектов РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iminfin.ru/areas-of-analysis/rejtingi/rating-0001-0001-report?territory=79000000>.
9. Долговая нагрузка на региональные бюджеты возобновила свой рост [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://riarating.ru/regions/20210218/630194870.html>.

### REFERENCES:

1. The Budget Code of the Russian Federation [Electronic resource]. Reference and legal system «ConsultantPlus». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19702/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/). (In Russ).
2. The main directions of the state debt policy of the Russian Federation for 2017-2019. [Electronic resource]. URL: [https://www.minfin.ru/common/upload /library/2017/02/main/Dolgovaya\\_politika\\_2017-2019.pdf](https://www.minfin.ru/common/upload /library/2017/02/main/Dolgovaya_politika_2017-2019.pdf). (In Russ).
3. Ermakova E.A. Methodological approaches to assessing the effectiveness of the debt policy of a constituent entity of the Russian Federation. Finance and Credit. 2018; 28(604):32–40. (In Russ).
4. Kutsuri G.N. Debt sustainability of public finances of the Russian Federation. Economics and Entrepreneurship. 2015; 3(2):351–355. (In Russ).
5. Sanakoev A.Yu. Debt sustainability factors of the constituent entities of the Russian Federation. Audit and financial analysis. 2018; 6:85–88. (In Russ).
6. Sanginova L.D. Effective debt policy of the constituent entities of the Russian Federation: theory and practice. Economics. Taxes. Right. 2018; 1:96–105. (In Russ).
7. Debt burden on regional budgets decreases for 4 years in a row [Electronic resource]. Access mode: <https://riarating.ru/regions/20200219/630154309.html>. (In Russ).
8. Rating of subjects of the Russian Federation [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iminfin.ru/areas-of-analysis/rejtingi/rating-0001-0001-report?territory=79000000>. (In Russ).
9. Debt burden on regional budgets resumed its growth [Electronic resource]. Access mode: <https://riarating.ru/regions/20210218/630194870.html>. (In Russ).

### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Светлана Кадирбечивна Ешугова**, декан факультета экономики и управления ФГБОУ ВО «Майкопский

**Svetlana K. Yeshugova**, Dean of the Faculty of Economics and Management, FSBEI HE «Maykop State Technological

государственный технологический университет», кандидат экономических наук, доцент

тел.: 8 (8772) 52 18 28

**Саида Казбековна Хамирзова**, доцент кафедры финансов и кредита ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат экономических наук, доцент

тел.: 8 (8772) 52 18 28

University», Candidate of Economic Sciences, an associate professor

tel.: 8 (8772) 52 18 28

**Saida K. Khamirzova**, an associate professor of the Department of Finance and Credit, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Economics, an associate professor

tel.: 8 (8772) 52 18 28

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-82-98>



УДК 330.1:338.2:378

© 2021

Поступила 03.09.2021

Received 03.09.2021

Принята в печать 15.10.2021

Accepted 15.10.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКСТЕРНАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ ОБРАЗОВАНИЯ И ИХ ЗНАЧИМОСТИ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Анзор Х. Каранашев<sup>1\*</sup>, Алла В. Блинникова<sup>2</sup>, Виктор Д. Орехов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»;  
ул. Чернышевского, д. 173, г. Нальчик, 360004, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»;  
Рязанский проспект, д. 99, г. Москва, 109542, Российская Федерация

<sup>3</sup> Университет «Синергия»;  
ул. Мещанская, д. 9/14, стр. 1, г. Москва, 12990, Российская Федерация

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 19-29-07328

**Аннотация.** Целью исследования является оценка количественного влияния образования на возникновение экстерналий и экономическое развитие. Показано, что повышение образования специалистов во взаимодействии с инновационной деятельностью способствует появлению экстернальных эффектов, которые имеют высокий уровень значимости для экономической динамики. В итоге суммарный вклад в ВВП в результате дополнительного года обучения специалиста с высшим образованием возрастает примерно на 50%. Реализуя этот эффект, крупнейшие экономики мира (США, Европейский Союз, Китай и Япония) в течение последних 25 лет увеличивают долю специалистов с третичным (профессиональным) образованием примерно линейно с темпом  $0,8 \pm 0,2\%$  в год. Для России положительный эффект от высокого уровня третичного образования существенно снижается за счет проблем взаимодействия с экономическим окружением. Доходы, которые получают сами инноваторы, в значительной доле случаев относительно невелики. В частности, для инновации «Открытое дистанционное образование» доход инноватора составил порядка 0,3% от доходов других получателей выгоды от инновации. Значительно большая доля доходов от инновации реализуется как экстернальный эффект других пользователей инновации, в особенности потребителей выпускаемых продуктов и последователей. Количественные оценки экстернального вклада в ВВП инновации «Открытое дистанционное образование» показывают, что они составляют порядка 14 тысяч долларов на выпускника, а всего 340 миллионов долларов в год. Полученные результаты могут

использоваться для оценки отдачи от образования и разработки стратегий профессиональной подготовки персонала и инновационного развития.

**Ключевые слова:** инновации, дистанционное обучение, экстерналии, человеческий капитал, отдача от образования, ВВП, экономическое развитие, НИОКР

Для цитирования: Каранашев А.Х., Блиникова А.В., Орехов В.Д. Исследование закономерностей возникновения экстерналий эффектов образования и их значимости для экономического развития // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 82-98. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-82-98>

## INVESTIGATION OF REGULARITIES OF OCCURRENCE OF EXTERNAL EFFECTS OF EDUCATION AND THEIR SIGNIFICANCE FOR THE ECONOMIC DEVELOPMENT

Anzor H. Karanashev<sup>1</sup> \*, Alla V. Blinnikova<sup>2</sup>, Victor D. Orekhov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov»;  
173 Chernyshevsky str., Nalchik, 360004, the Russian Federation

<sup>2</sup> FSBEI HE «State University of Management»;  
99 Ryazansky prospect,

Moscow, 109542, the Russian Federation

<sup>3</sup> Synergy University;  
9/14 Meshchanskaya str., bldg. 1, Moscow, 12990, the Russian Federation

### ACKNOWLEDGEMENT

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project No. 19-29-07328

**Abstract.** The aim of the research is to assess the quantitative impact of education on the emergence of externalities and economic development. It has been shown that the increase in the education of specialists in interaction with innovative activity contributes to the emergence of external effects, which have a high level of significance for economic dynamics. As a result, the total contribution to GDP, as a result of an additional year of study for a specialist with a higher education, increases by about 50%. Realizing this effect, the largest economies of the world (the USA, the European Union, China and Japan) have been increasing the share of specialists with tertiary (vocational) education approximately linearly at a rate of  $0,8 \pm 0,2\%$  per year over the past 25 years. For Russia, the positive effect of a high level of tertiary education is significantly reduced due to the problems of interaction with the economic environment. The income that innovators themselves receive is, in a significant proportion of cases, relatively small. In particular, for the «Open Distance Education» innovation, the innovator's income was about 0,3% of the income of other recipients of benefits from the innovation. A significantly large share of the income from innovation is realized as an external effect of other users of the innovation, especially the consumers of the manufactured products and followers. Quantitative estimates of the external contribution to GDP of the innovation «Open Distance Education» show that they amount to about 14 thousand dollars per graduate, and only 340 million dollars a year. The findings can be used to assess the impact of education and develop strategies for staff training and innovation development.

**Keywords:** innovation, distance learning, externalities, human capital, return on education, GDP, economic development, R&D



*For citation: Karanashev A.Kh., Blinnikova A.V., Orekhov V.D. Investigation of regularities of occurrence of external effects of education and their significance for the economic development. New technologies. 2021; 17(5):82-98. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-82-98>*

### *Введение*

Одним из важнейших факторов социально-экономического развития и расширенного воспроизводства человеческого капитала является образование. Поэтому для планирования этих процессов важно иметь корректную оценку отдачи от образования. Однако проведенные расчеты показывают значительную вариацию результатов: в Великобритании в 80-е годы – 6,8–15,3%; в Китае в начале 1990-х годов – 4,8–12,2%; в России в середине 2000-х годов норма отдачи от образования составляла 7–8% за каждый дополнительный год обучения, что соответствует развитым странам [1].

Вместе с тем, образование кроме непосредственного эффекта дает еще и экстерналии (внешние) эффекты. Количественная оценка большинства этих эффектов для образования отсутствует. Как правило, экстерналии эффекты возникают, если существует развитый рынок одних благ и отсутствует – других, причем в производстве используется бесплатный ресурс [2]. Такая ситуация характерна для воспроизводства человеческого капитала, поскольку он в существенной мере формируется вне рыночных отношений. Существование экстерналии приводит к дефициту связанных с ними продуктов и перекосам в их инвестировании [3, с. 687].

Одним из первых обратил внимание на наличие экстерналии образования английский экономист Томас Мальтус, который писал: «Образование принадлежит к числу тех благ, которыми может пользоваться каждый, не только не причиняя этим вреда другим, но, наоборот, доставляя им пользу. Я полагаю, что путем образования человек приобретает ту благородную гордость, тот здравый смысл и честный образ мыслей, которые способны удержать его от обременения

общества семьей, если нет средств для ее прокормления; поведение такого человека служит примером для всех окружающих и содействует улучшению их положения, насколько это достижимо при посредстве индивидуального воздействия» [4].

В различных работах приводится много примеров экстерналии образования: повышение культурного уровня населения, снижение преступности, рост занятости, формирование профессиональных связей, повышение уровня здоровья, снижение социальной напряженности, рост знаний [5] и ускорение научно-технического прогресса. С другой стороны, отмечается наличие высокого уровня неопределенности при количественной оценке национального экстерналии эффекта, связанного с образованием. Значительную неопределенность вносит в экономические отношения образования интеллектуальная компонента деятельности людей [6].

В качестве примера оценки величины экстерналии эффекта нобелевский лауреат по экономике James Heckman [7] приводит результаты следующего проекта: в штате Мичиган среди детей с отставанием в умственном развитии по IQ были случайным образом отобраны две группы детей в возрасте 4–5 лет для участия в Perry Pre-School Programme. Далее за экспериментальной и контрольной группами велось постоянное наблюдение. К возрасту 27 лет отдача составила 5,7 доллара на каждый вложенный доллар, по сравнению с контрольной группой [8]. Выпускники имели более высокую зарплату, но основную часть отдачи (65%) связывают со снижением уровня преступности. Вместе с тем отмечается, что подобные проекты способствуют удержанию учеников в школе и улучшению последующего их участия в



трудовой деятельности и в целом дают умеренный положительный эффект.

Прямым продуктом образовательной деятельности является также работа в сфере НИОКР [9], которая дает обществу новые знания и технологии, непосредственно используемые в производственной деятельности. Поскольку данная сфера далеко не всегда имеет прямые контракты с образовательными учреждениями, то деятельность в области НИОКР можно отнести к важнейшим экстерналиям образовательной деятельности.

Таким образом, к экстерналиям образования относятся не только разнообразные социально-культурные аспекты развития общества, но и значительная доля технологического и производственного развития. И если оценивать количественно культурные аспекты крайне не просто, то технологическое развитие будет находить отражение в экономическом росте, включая ВВП и ВВП на душу населения.

Целью данной работы является определение количественного влияния образования через экстерналии на экономический рост во взаимосвязи с инновационной деятельностью.

### 1. Методика

Ввиду сложности прямого измерения экстерналий в работе оценивается суммарный эффект экономического развития во взаимосвязи с ростом образования работников и на его основе оценивается экстерналий эффект. К концу второго тысячелетия доля человеческого капитала (ЧК) в национальном богатстве крупнейших экономик достигла 75–78% и имела тенденцию к дальнейшему росту [10, 11]. Это позволяет именно ЧК сделать сердцевинной прогностической модели для оценки динамики ВВП. Кроме того, есть компоненты физического капитала, пропорциональные ЧК, поскольку он создается работниками тем в большей мере, чем больше ЧК. С учетом этого с некоторой погрешностью можно считать, что весь прирост ВВП на душу населения (далее ВВП/Д или  $G/N$ ) будет

пропорционален удельному индексу человеческого капитала ( $I_{HC}$ ) –  $I_{HC}$  в соответствии с зависимостью (1).

$$G/N \approx 0,5 \cdot I_{HC} \cdot M_0 \cdot M_C \quad (1)$$

Здесь  $M_0 = 200\,000$  междунар. долларов 2017 года – коэффициент, определяющий порядок величины  $G/N$ . Коэффициент 0,5 введен для того, чтобы в первом приближении отразить, что трудоспособное (25–64 года) занятое население составляет около половины граждан страны. Коэффициент  $M_C$  характеризует в этом уравнении особенности экономики конкретных стран, в том числе учитывает реальную долю работающего населения.

Большинство моделей человеческого капитала указывает на его связь с образованием, в частности, его зависимость от числа лет обучения [12]. Однако с точки зрения величины человеческого капитала, год обучения в средней школе и в третичном образовании далеко не эквивалентны. Об этом, в частности, свидетельствует вывод, представленный в работах J. Mincer [13], о том, что зарплата работника экспоненциально зависит от количества лет ( $E$ ) его образования  $Y = Y_0 e^{RE}$  (функция доходов). Поэтому удельный индекс человеческого капитала определим с дифференциацией вклада в ВВП (1) специалистов с различным уровнем образования согласно зависимости (2) [14].

$$I_{HC} = \sum K_i \cdot D_i \quad (2)$$

Здесь  $D_i$  – доля специалистов с уровнем образования –  $i$  среди населения в возрасте 25–64 года, а  $K_i$  – весовые коэффициенты вклада в  $I_{HC}$  уровня образования –  $i$ . Для всех рассматриваемых стран набор  $K_i$  одинаков, причем для уровня бакалавра примем нормированную величину  $K_i = 1$ .

Будем принимать в учет пять образовательных уровней, согласно классификации ISCED 2011 [15], представленных в таблице 1. Поскольку для расчетов мы будем использовать экономические

характеристики развитых стран, то продолжительность обучения ориентирована на уровень этих стран. В качестве уровня  $E_5$  будем рассматривать не формальный образовательный уровень (8 – докторантура), а работников в сфере НИОКР, поскольку реальный вклад в ВВП дает не формальное образование, а работа в области НИОКР, а количество таких специалистов в ряде стран значительно отличается от числа выпускников докторантуры. Поскольку мы приняли, что доля работников трудоспособного возраста приближенно составляет 50% от численности населения, то и доля специалистов НИОКР должна быть отнесена к 50% доли населения.

Для определения весовых коэффициентов  $K_i$  воспользуемся статистическими данными по крупнейшим экономикам,

на которые меньше влияют различные случайные факторы. В частности, будем рассматривать восемь экономик: США, ЕС–23, Китай, Япония, Бразилия, Турция, Мексика, Индонезия, образовательные и другие характеристики которых представлены в таблице 2, применительно к 2017 году в международных долларах 2017 года. Поскольку величины  $G/N$  и  $D_i$  подвержены небольшим отклонениям от монотонных значений, то для их сглаживания здесь взяты их осредненные значения за пять лет (2015–2019). В число этих экономик не включены Индия и Россия, поскольку предыдущие исследования [14] показали, что они значительно отклоняются от общих закономерностей.

Будем определять  $K_i$  из условия минимума коэффициента вариации значений  $M_c$  для выбранных восьми экономик

Таблица 1

Группы работников по уровню образования согласно ISCED 2011

| Employee groups by educational level according to ISCED 2011 |                             |                 |            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|
| Уровень                                                      | Название уровня образования | Е, лет обучения | ISCED 2011 |
| $E_1$                                                        | Неполное среднее            | 8               | 1–2        |
| $E_2$                                                        | Среднее образование         | 12              | 3–4        |
| $E_3$                                                        | Среднее специальное         | 14              | 5          |
| $E_4$                                                        | Высшее образование          | 17–18           | 6, 7       |
| $E_5$                                                        | Научная деятельность        | 22              | 8          |

Таблица 2

Характеристики рассматриваемых экономик

| Characteristics of the economies under consideration |           |           |           |           |           |            |
|------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Название страны                                      | $D_1, \%$ | $D_2, \%$ | $D_3, \%$ | $D_4, \%$ | $D_5, \%$ | $G/N, K\$$ |
| ЕС–23                                                | 19,1      | 46,3      | 5,4       | 28,4      | 0,80      | 42,7       |
| США                                                  | 9,4       | 44,3      | 11,0      | 34,4      | 0,88      | 60,3       |
| Китай                                                | 53,9      | 30,0      | 7,9       | 7,9       | 0,26      | 14,4       |
| Япония                                               |           | 47,5      | 20,8      | 30,6      | 1,07      | 40,6       |
| Бразилия                                             | 48,9      | 34,1      |           | 16,8      | 0,18      | 14,6       |
| Турция                                               | 55,5      | 19,3      | 5,4       | 19,6      | 0,25      | 27,6       |
| Мексика                                              | 57,1      | 20,2      | 0,33      | 22,3      | 0,063     | 19,7       |
| Индонезия                                            | 61,6      | 26,0      | 3,0       | 9,3       | 0,043     | 11,0       |

–  $CV_8(M_C)$ . Будем далее считать, что рост экономик в данной модели, которую будем называть ViC, происходит под влиянием следующих факторов:

– Рост населения согласно среднему прогнозу ООН [27];

– Рост ЧК на основе прогноза роста образования работников, согласно формулам (1), (2);

– Рост числа научных работников, как основы технологического прогресса [16]. Коэффициент  $D_5$  включен в число компонент индекса человеческого капитала (2);

– Текущая величина ВВП/Д страны (G) как основной источник капиталовложений.

## 2. Зависимость ВВП на душу населения от образования

Для определения удельного индекса человеческого капитала  $I_{HC}$  необходимо найти оптимальные значения коэффициентов  $K_i$ . Можно взять в качестве начальных значений для  $K_i$  линейное распределение пропорционально количеству лет обучения. В этом случае коэффициент вариации величины  $M_C$  для восьми стран  $CV_8(M_C) = 48\%$ , что явно неприемлемо.

Далее будем варьировать  $K_i$ , вычислять значения  $I_{HC}$  и  $M_C$  и определять значения коэффициентов вариации –  $CV(M_C)$  для исследуемых экономик. За

оптимальные значения  $K_i$  примем те, которые обеспечивают минимум  $CV_8(M_C)$  с точностью до 0,05%. Полученные расчетные значения оптимальных  $K_i$ , а также коэффициенты вариации для восьми и трех крупнейших экономик –  $CV_3(M_C)$  и среднеарифметическое значение  $M_C(M_8)$  приведены в таблице 3 применительно к образовательным характеристикам стран в 2017 году. В таблице 4 даны значения  $I_{HC}$  и  $M_C$ , полученные при оптимизации.

За счет оптимизации удалось значительно уменьшить значения коэффициентов вариации. Их значения представлены на рис. 1. В аналитическом виде зависимость  $K_i$  от числа лет обучения (E) при учете всех пяти уровней обучения имеет вид (3):

$$K_i = 0,00000222 \cdot 10^{0,325 \cdot E} \quad (3)$$

Поскольку коэффициенты  $K_i$  для вторичного образования ( $K_1$  и  $K_2$ ) более чем на два порядка меньше, чем коэффициенты вклада третичного образования, то они будут влиять только на ВВП/Д стран с очень малыми долями третичного образования. Если учитывать только три наибольших коэффициента вклада в ВВП/Д (рис. 1), то аналитическая зависимость  $K_i$  будет иметь вид (4):

$$K_i = 0,000487 \cdot 10^{0,206 \cdot E} \quad (4)$$

Таблица 3

Оптимальные  $K_i$ , коэффициенты вариации и  $M_8$

| Optimal $K_i$ , Coefficients of Variation and $M_8$ |       |       |       |       |            |       |            |
|-----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|------------|
| $K_1$                                               | $K_2$ | $K_3$ | $K_4$ | $K_5$ | $CV_8, \%$ | $M_8$ | $CV_3, \%$ |
| 0,001                                               | 0,003 | 0,50  | 1,0   | 20    | 15,9       | 0,863 | 11,6       |

Table 3

Таблица 4

Значения параметров  $I_{HC}$  и  $M_C$ , полученные при вычислении  $K_i$

| The values of the $I_{HC}$ and $M_C$ parameters obtained from the calculation of $K_i$ |       |      |       |       |        |        |        |           |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|-----------|---------|
|                                                                                        | EU-23 | USA  | China | Japan | Brazil | Turkey | Mexico | Indonesia | Среднее |
| $I_{HC}, \%$                                                                           | 47,3  | 57,6 | 17,2  | 62,5  | 20,6   | 27,4   | 23,9   | 11,8      |         |
| $M_C$                                                                                  | 0,90  | 1,05 | 0,83  | 0,65  | 0,71   | 1,01   | 0,83   | 0,93      | 0,86    |

Table 4

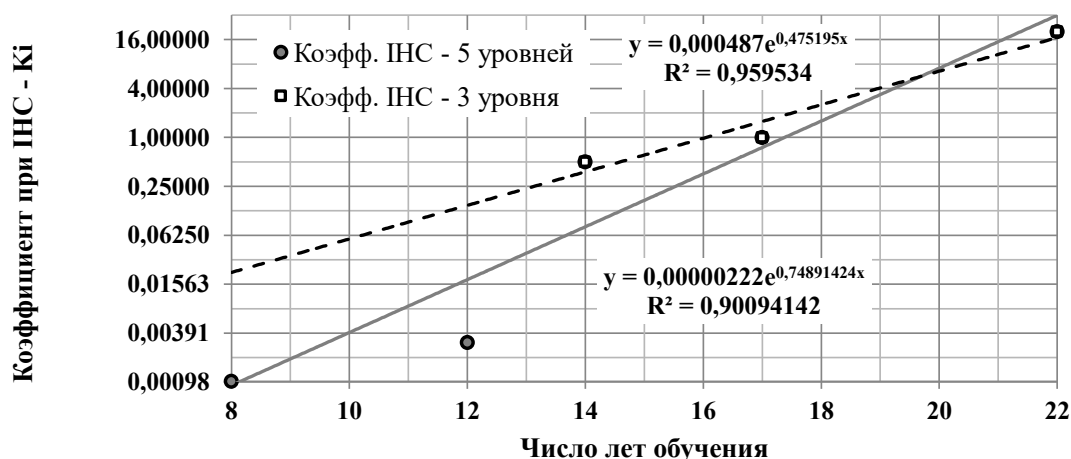


Рис. 1. Зависимость коэффициентов  $K_i$  вклада в ВВП/Д от числа лет обучения

Fig. 1. Dependence of the coefficients  $K_i$  of the contribution to GDP/D on the number of years of study

Соответственно, вклад в ВВП/Д каждой группы специалистов, в зависимости от их уровня образования на единицу  $D_i$ , с учетом (1), (2), при  $M_c = 0,863$  приближенно будет иметь вид (5):

$$G/N \approx 42,0 \cdot 10^{0,206 \cdot E} \quad (5)$$

Поскольку в уравнение (1) введен коэффициент 0,5 для учета того, что специалисты, вносящие вклад в ВВП/Д, составляют около половины жителей страны, то индивидуальный вклад специалиста в ВВП будет вдвое больше. В частности, для специалистов с высшим образованием при  $M_c = 0,863$  этот вклад составит 267 тысяч международных долларов 2017 года. Изменение уровня образования от высшего (17 лет) на 1 год составит примерно 131,5 тысячи долларов, или 49%. Если бы мы рассматривали темп роста от более низкого уровня образования, то в процентах он был бы намного больше, но его абсолютные значения были бы значительно меньше. Отметим также, что вклад специалистов научного уровня составит 2,86 миллиона долларов за год.

Применительно к России  $M_c = 0,4$ , и соответственно вклад специалиста в ВВП в 2,16 раза меньше. Есть несколько причин столь малого коэффициента  $M_c$  для России. Как видно из таблицы 4, наибольшие значения  $M_c$  имеют страны,

расположенные вблизи крупнейших мировых экономических центров: США и центр Европы. В последнее время увеличивается значение  $M_c$  для Китая, который становится важнейшим центром экономической активности. Также играет роль наличие крупных водных артерий, по которым удобно транспортировать товары, но многие промышленные центры России удалены от таких водных путей. На данный показатель оказывают влияние также различные экономические санкции и торговые союзы, которые осложняют внешнеэкономическую деятельность России.

Поскольку соотношение различных компонент образования меняется достаточно сильно, то важно проверить, в какой мере можно использовать для прогнозирования экономической динамики представленную здесь модель на протяжении длительного времени. Поскольку коэффициенты для вторичного образования пренебрежимо малы, а коэффициенты для среднего специального и высшего образования достаточно близки, то можно приближенно считать, что  $K_i$  для третичного образования равно единице. При оптимизации такой модели коэффициент для вклада специалистов уровня НИОКР снижается до  $K_5=18$ . Поэтому приближенная формула для удельного индекса

человеческого капитала принимает вид (6), где  $Dtr$  – доля специалистов с третичным образованием в составе населения в возрасте 25–60 лет, а  $N_s$  – число специалистов уровня НИОКР.

$$I_{HC} = Dtr + 36 \cdot (N_s/G) \cdot (G/N) \quad (6)$$

Следует отметить, что доля специалистов, имеющих третичное образование, в крупнейших экономиках мира растет практически линейно с темпом  $0,8 \pm 0,2$  % в год, как это показано на рис. 2 [17; 18].

Для проверки модели роста ВВП на душу населения ( $G/N$ ) на рис. 3 приведены зависимости отношения ВВП/Д к  $M_c \cdot I_{HC}$  от времени с 1996 по 2019 годы. При этом использовались значения  $M_c$ , приведенные в таблице 4, применительно к 2017 году.

Видно, что на протяжении последних семи лет отношение ВВП/Д к  $M_c \cdot I_{HC}$  изменяется относительно мало. Но в предыдущий период отклонение составляло до 40% применительно к Европейскому союзу. Можно предположить, что это связано с благоприятной для ЕС рыночной

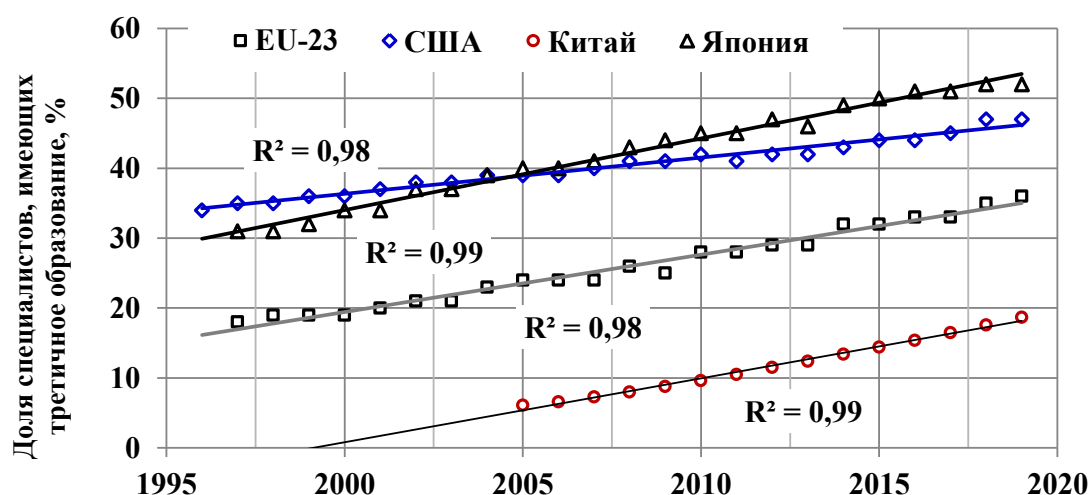


Рис. 2. Динамика доли специалистов, имеющих третичное образование

Fig. 2. Dynamics of the share of specialists with tertiary education

ситуацией после распада Советского Союза. Затем эти выгоды стали уменьшаться, а также оказал негативное влияние кризис 2008 года. Рост исследуемого отношения для Китая, вероятно, связан с успешным процессом его встраивания в мировую экономику. Для ведущей мировой экономики – США, а также для Индии данное отношение близко к постоянному. Относительная стабильность данного отношения на протяжении 23 лет свидетельствует о том, что сформированная модель оценки ВВП на душу населения на основе доли специалистов с высоким уровнем образования достаточно устойчива к изменению различных образовательных и экономических показателей.

Таким образом, мы показали, что экономическая динамика непосредственно связана с образованием. Подводя итоги данной части исследования, отметим, что год образования увеличивает вклад специалистов в ВВП стран в несколько раз больше, чем указано в приведенных выше публикациях [1]. Такой эффект реализуется в результате того, что в указанных работах не оценены экстернальные эффекты, а они очень велики. Как мы отмечали во введении, это связано с тем, что эти экстерналии влияют непосредственно на научно-технологическое и производственное развитие экономики. Исследованием механизмов их влияния мы займемся ниже.



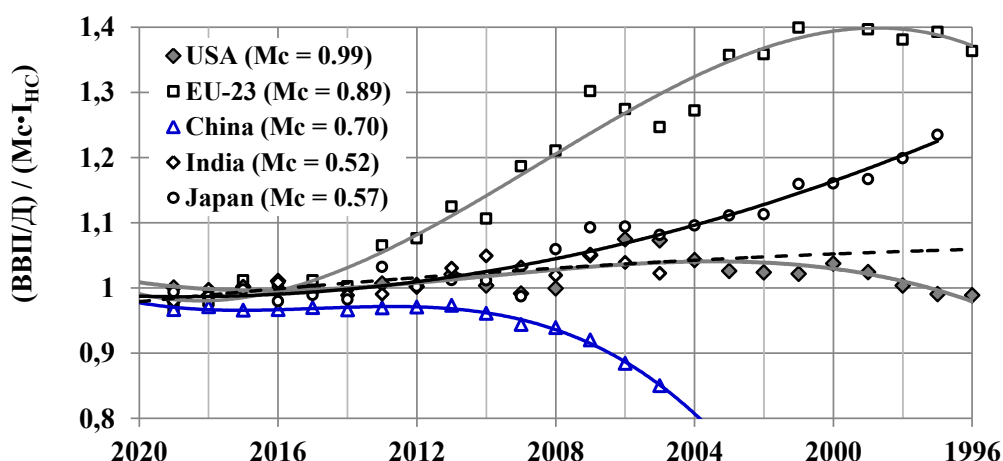


Рис. 3. Динамика отношения ВВП/Д к  $M_c \cdot IHC$  по времени

Fig. 3. Dynamics of the ratio of GDP / D to  $M_c \cdot IHC$  over time

### 3. Распределение доходов и затрат при реализации инноваций

Как мы показали выше, образование непосредственно влияет на расширенное воспроизводство человеческого капитала. Попадая в традиционные компании, этот ЧК способствует увеличению дохода компании и кумулятивно – ВВП страны. Это основной эффект от образования, именно для этого оно предназначено. Но если представители ЧК попадают в инновационные компании, то они

участвуют в производстве инновационных продуктов. Дополнительный доход от инноваций может получать не только компания-инноватор, в том числе путем увеличения заработной платы сотрудников, но и ее потребители, поставщики комплектующих, сети продаж, налоговые органы и даже последователи, которые копируют инновацию. Сообщество НИОКР также получает результаты инноваций в виде вклада в стратегический инновационный потенциал и в свою

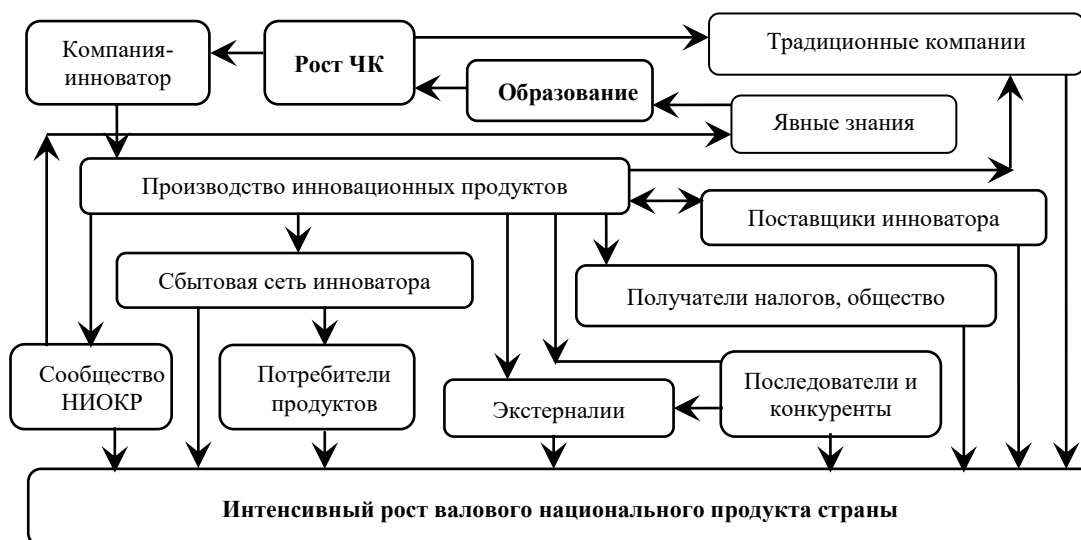


Рис. 4. Модель влияния образования на инновационные экстерналии

Fig. 4. Model of the influence of education on innovative external effects



очередь вносит вклад в капитал явных знаний общества. Именно так реализуется основной экстерналий эффект от инноваций. Соответствующая схема транзакций представлена на рис. 4.

Нужно отметить, что, поставляя инновационный продукт на рынок, компания несет значительные издержки на его разработку, создание или адаптацию производственных мощностей, распределение и продвижение товара. Для того чтобы окупить эти расходы, компания принимает определенную ценовую стратегию: «снятия сливок» для особо привлекательных товаров либо «вторжения цен», рассчитывая за счет низких цен захватить большую долю рынка. Оба эти варианта ведут к длительной окупаемости затрат на инновацию. В первом случае – за счет относительно медленного роста продаж, а во втором – за счет малой прибыльности. Стратегия «вторжения цен» приводит к тому, что большую часть выгоды от инновационного продукта получает потребитель.

С другой стороны, известно, что многим компаниям-инноваторам не хватает ресурсов на то, чтобы захватить существенную долю рынка. В результате основной доход от реализации инновации получают последователи и конкуренты. Как правило, большинство инноваций

копируется не более чем за 3 года. В частности, по представленным в таблице 5 крупным инновациям успех сопутствовал последователям [19].

Так, компания Apple была пионером в области персональных компьютеров и обладала сильным творческим потенциалом, технологиями и существенной долей рынка. Компания IBM вышла на рынок ПК с относительным запозданием. Но для нее было важно отложить выход на рынок до того времени, когда ослабнут рыночные и технологические риски и отрасль достигнет состояния, когда ценность приобретают такие преимущества IBM, как развертывание крупномасштабного производства и сбыт. В результате IBM удалось захватить лидерство и установить доминирующий стандарт на этом рынке.

Понятно, что последователь, который смог занять большую долю рынка, получил и доминирующий доход от этой инновации. Существенно, что это экстерналий доход от образования, поскольку ни образовательные организации, ни заказчики обучения персонала не относятся к данным компаниям-последователям. Таким образом, взаимодействие образования и инновационного процесса приводит к возникновению экстерналий, которые имеют большое значение для экономического развития.

Таблица 5

**Инновации, при реализации которых лидерами стали последователи**

Table 5

**Innovations driven by followers that became leaders**

| Продукт                          | Инноватор            | Последователь    |
|----------------------------------|----------------------|------------------|
| Реактивные самолеты              | De Havilland (Comet) | Boeing           |
| Персональный компьютер для офиса | Xerox                | IBM              |
| Копировальный аппарат            | Xerox                | Canon            |
| Видеомагнитофон                  | Ampex/Sony           | Matsushita       |
| Микроволновая печь               | Raytheon             | Samsung          |
| Диетическая кола                 | R.C.Cola             | Coca-Cola        |
| Приставка для видеоигр           | Atari                | Nintendo/Sega    |
| Рентгеновский сканер             | EMI                  | General Electric |

#### 4. Распределение доходов от инноваций в образовательной организации

Оценим величину экстерналий, получаемых различными субъектами, от образовательной инновации «Открытое дистанционное образование». Разработчиком данной инновации является The Open University, UK, а инноватором в России – Международный институт менеджмента ЛИНК (сокращенно МИМ ЛИНК, ранее МЦДО ЛИНК) [20]. Данная программа внедрялась в России с 1992 года.

Успешному внедрению инновации на российский рынок способствовало то, что в то время на нем отсутствовали качественные программы бизнес-образования, особенно международного уровня, а также ряд инновационных педагогических, технологических и маркетинговых инноваций, в частности следующие:

1. Обеспечение слушателя полным комплектом учебных материалов, необходимым для обучения, разработанным The Open University;

2. Программированные учебники – рабочие тетради, которые выдаются лично слушателю и содержат задания по использованию концепций курса;

3. Ежемесячные очные занятия в регионе проживания слушателя;

4. Обучение на основе практической ситуации слушателей во всех учебных компонентах;

5. Активные методы обучения, позволяющие эффективно использовать время слушателя: групповые дискуссии, деловые игры, интерактивные учебные материалы;

6. Андрагогический подход – учет в учебном процессе особенностей обучения взрослых людей, которые имеют богатый управленческий опыт;

7. Использование проблемного подхода в обучении;

8. Использование метода case study и рабочих ситуаций;

9. Модульное построение программ из полугодовых курсов;

10. Универсальность учебных концепций и обучение их использованию в различных видах и условиях деятельности;

11. Документ об окончании обучения международного уровня (The Open University, UK);

12. Специальная система подготовки преподавателей к использованию учебной технологии.

Высокий уровень уникальности и качества учебно-методического комплекса (технологии), несмотря на высокую по тем временам стоимость, позволил данной инновации быстро привлечь внимание потребителей. Примерно с 1994 года она массово использовалась на рынке бизнес-образования, где потребителями были руководители различного уровня. Была создана учебная сеть распределения услуги примерно в 80 городах, включая страны ближнего зарубежья. Среднее число потребителей составляло около 3000 человек в год.

За счет большого числа системно взаимосвязанных уникальных компонент уникальность продукта поддерживалась длительное время, хотя за счет диффузии отдельные компоненты были скопированы последователями. Также происходило насыщение образовательной технологии новыми дистанционными компонентами. Поэтому время эксплуатации инновации будем считать составляющим 8 лет.

Оценки экстерналий применительно к России будут выполнены по порядку величины с использованием следующих приближенных данных:

– число обучаемых потребителей в год – 3000 годовых курсов,

– число лет получения дохода от первоначальной инновации – 8 лет,

– число лет отдачи выпускников от обучения – 7 лет,

– стоимость обучения одного человека в течение года, приведенная к международным долларам 2017 года, – 2600 долл.,

– доход головной организации-инноватора с одного годового курса – 700 долл.,

- доход сети распределения с одного годового курса – 1330 долл.,
- оплата преподавателей с одного годового курса – 392 долл.,
- доход провайдера инноваций с одного годового курса – 182 долл.

Будем считать, что все потребители имели высшее образование. Обучение в течение года в соответствии с дистанционной технологией будем приравнивать к полугоду обучения по очной технологии. Соответственно, вклад в ВВП России при  $M_c = 0,4$  составляет 30,3 тыс. долл. Многие слушатели МИМ ЛИНК оплачивают обучение ежемесячно и тратят на это около 10% своей заработной платы. Поэтому будем считать, что заработная плата руководителя до начала обучения приблизительно равна 26,0 тыс. долл. в год. По результатам обучения он планирует получить прибавку к заработной плате на уровне 20%, или 5,3 тыс. долл. В тех случаях, когда за обучение платит компания, она, как правило, ориентируется на то, чтобы стоимость обучения была значительно меньше, чем дополнительная выгода, которую она потенциально получит за год, поскольку имеются разнообразные риски не получить ожидаемую выгоду. Поэтому будем считать, что эта выгода составляет примерно четырехкратную стоимость обучения, или 10,4 тыс. долл. в год. Дополнительный (экстернальный) вклад в ВВП страны с одного слушателя за год составит:

$$G_{\text{EXT}} = (30,3 - 10,4 - 2,6/7 - 5,3) \text{ тыс. долл.} = 14,2 \text{ тыс. долл.} \quad (7)$$

Расчет доходов, получаемых различными участниками учебного процесса, представлен в таблице 6 в тысячах международных долларов 2017 года. Относительная доля дохода рассчитана по отношению к суммарному вкладу в ВВП страны за 7 лет от слушателей, обученных за 8 лет (без учета последователей).

Как следует из таблицы 5, доход инноватора за 8 лет составил примерно 16,8 млн долларов, или 0,33% от вклада в ВВП страны за счет повышения

производительности труда выпускников. Величина вклада в ВВП за 8 лет работы инновационной технологии составила 5,1 миллиарда долларов 2017 года. При этом порядка 47% от этого вклада в ВВП относятся к экстерналию эффекту.

Поскольку оценка экстерналию вклада в ВВП страны оценивалась приближенно, то можно ожидать, что соотношение долей, полученных компаниями, слушателями и в виде экстерналию дохода, может несколько отличаться от приведенных в таблице 5 цифр, однако по порядку величины они в любом случае достаточно велики. Также в любом случае доход инноватора не превосходит 1%, то есть очень мал.

В каком же виде реализовался этот экстернальный эффект? Поскольку инновация использовалась в управленческой сфере, то повышение квалификации выпускников должно привести к улучшению работы соответствующих компаний, повышению качества и количества поставляемых ими продуктов. Следовательно, дополнительный доход получают потребители этих компаний и их поставщики, которые получают более выгодные поставки. Величина этого дополнительного дохода по порядку величины должна быть приблизительно равна дополнительному доходу компаний, руководители которых прошли обучение. Именно это мы видим в таблице 5: экстернальный доход примерно равен доходу компаний, руководители которых прошли обучение. Модель взаимосвязей между субъектами инновационной образовательной деятельности, описанная здесь, представлена на рис. 5 в виде системной схемы.

Как отмечалось выше, один из наиболее крупных экстерналию эффектов реализуется за счет того, что последователи используют инновацию, несколько изменяя ее и осуществляя поставку другому сегменту потребителей. Нужно отметить, что в результате внедрения в России «Открытого дистанционного образования»

Таблица 6

Доходы участников учебного процесса

Table 6

Income of the participants in the educational process

|     | Статья доходов                                                                               | Доход, тыс. долл. | Доля дохода, % |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|
| 1.  | Доход инноватора за 8 лет                                                                    | 16 800            | 0,33%          |
| 2.  | Доход провайдера инновации в РФ                                                              | 4 368             | 0,09%          |
| 3.  | Доход сети распределения                                                                     | 31 920            | 0,63%          |
| 4.  | Оплата преподавателей                                                                        | 9 408             | 0,18%          |
| 5.  | Суммарный доход образовательных организаций с инновации за 8 лет                             | <b>62 496</b>     | 1,2%           |
| 6.  | Вклад в ВВП страны за год одного выпускника с высшим образованием в результате года обучения | 30,3              |                |
| 7.  | Дополнительный доход компании с одного выпускника в результате года обучения                 | 10,4              |                |
| 8.  | Экстернальный вклад в ВВП страны с одного выпускника за год                                  | 14,2              |                |
| 9.  | Ежегодный вклад в ВВП страны выпускников, обученных за 8 лет (без учета последователей)      | <b>726 833</b>    |                |
| 10. | Ежегодный экстернальный доход страны за счет обучения руководителей в течение 8 лет          | 340 721           | 47%            |
| 11. | Ежегодный доход компаний за счет обучения руководителей на протяжении 8 лет                  | 250 000           | 34%            |
| 12. | Ежегодный дополнительный доход выпускников                                                   | 127 200           | 18%            |

фактически был создан новый рынок образовательных продуктов, отличный от очного и заочного образования. Но для успешной деятельности на этом рынке необходимо было получить законодательное разрешение на такую деятельность, поскольку образовательная отрасль является лицензируемой. Вначале государство дало разрешение на дистанционное обучение в рамках эксперимента. Но в дальнейшем требовалось законодательное оформление правил использования такой технологии. Это потребовало создания отраслевого сообщества дистанционного обучения. С этой целью МИМ ЛИНК ознакомил заинтересованные учебные заведения с технологическими особенностями дистанционного обучения.

Одним из первых последователей в сфере дистанционного образования стал

Московский экономико-статистический институт – МЭСИ. Вот как охарактеризовал эту новую технологию ректор МЭСИ Владимир Тихомиров: «Дистанционное образование всё настойчивей входит в реалии нашей жизни. Всё руководство нашего университета прошло подготовку в ЛИНКе. И теперь мы развиваем уже высшее дистанционное образование на базе нашего университета. Уверен, что на ниве дистанционного образования всем найдется место. Было бы желание, упорство и талант» [21]. Для оценки экстернального дохода, полученного МЭСИ как последователем инноватора, использовались следующие данные:

- число лет получения дохода от первоначальной инновации – 8 лет,
- число выпускников за 8 лет – 60 000,
- стоимость обучения одного студента за 4 года – 10 000 долл.,



Рис. 5. Влияние инновационного бизнес-образования на формирование экстерналий дохода

Fig. 5. Influence of innovative business education on the formation of external income

– доля дохода, полученная за счет использования инновации, – 10%,

– в связи с дистанционной технологией обучения будем считать, что выпускники получают знания на уровне  $E_3$ , согласно таблице 1 и  $K_3 = 0,5$ . Соответственно, вклад выпускника в ВВП страны за год составляет 20 000 долларов.

Суммарные оценки результатов последователя следующие: суммарный доход за счет использования инновации в течение 8 лет – 60 млн долл., и именно этот доход следует считать экстерналий, поскольку он является результатом использования инновационной технологии дистанционного обучения и не был предметом рыночных взаимоотношений с провайдером инновации. Ежегодный вклад выпускников в ВВП страны – 1 200 млн долл. Хотя достоверно оценить величину экстерналий дохода в составе этой компоненты не представляется возможным, однако ясно, что он существует и достаточно большой. Кроме экстерналий доходов, которые создают выпускники МЭСИ, значительные

экстерналии генерируют и другие последователи, использовавшие данную инновацию.

В настоящее время дистанционную образовательную технологию используют многие высшие учебные заведения страны. Однако в связи с быстрым ростом возможностей электронных каналов коммуникации доминирующим направлением в последнее время стала технология E-learning, которая значительно отличается от «Открытого дистанционного образования» снижением доли активных методов обучения. В условиях пандемии Covid-19 многие образовательные учреждения были вынуждены использовать дистанционные технологии. Этот опыт показал, что массовое использование технологий обучения типа E-learning ведет к существенному снижению качества обучения. В результате вновь возникает необходимость использовать инновационные компоненты, которые были привнесены в российское образование «Открытым дистанционным образованием». Тем самым расширяется зона



возникновения экстерналий эффектов данной инновации.

Таким образом, в работе показано, что экстерналий доходы, возникающие в процессе использования инноваций, велики и являются важным компонентом социально-экономического развития. Также эти экстерналий эффекты оказывают существенное влияние на развитие человеческого капитала, в том числе на сообщества НИОКР и управления.

### Выводы

Предложена модель формирования экстерналий эффектов образования в условиях взаимодействия с инновационной деятельностью. Показано, что эти эффекты имеют высокий уровень значимости для экономической динамики.

Качественно и количественно показано, что доход, который получает инноватор, в значительной доле случаев является относительно небольшим. Для инновации «Открытое дистанционное образование» (ОДО) доход инноватора составляет порядка 0,3% от доходов, полученных другими пользователями инновации.

Значительная доля доходов от инновации реализуется как экстерналий доход других пользователей инновации, в особенности потребителей продуктов и последователей. Количественные оценки экстерналий вклада в ВВП страны выпускников ОДО показывают, что они составляют порядка 340 миллионов долларов в год.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лукьянова А.Л. Отдача от образования: что показывает метаанализ: Препринт WP3/2010/03. М.: Высш. школа экономики, 2010.
2. Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика / пер. с англ. 2-е изд. М.: Дело Лтд, 1995. 236 с.
3. Макконэлл К.Р., Брю С.Л. Экономикс. Принципы, проблемы и политика / пер. с англ. 16-е изд. М.: ИНФРА-М, 2006.
4. Мальтус Т.Р. Опыт о законе народонаселения / пер. с англ. М.: Лашкевич и К, 1895.
5. Власов М.В., Попов Е.В. Экстерналий эффекты производства новых знаний // Вестник УГТУ-УПИ. 2006. № 7 (78). С. 5–11.
6. Самсонова О.В. Проблемы управления образованием. Инвестиции в образование. Государственное управление // Электронный вестник. 2008. Вып. 16.
7. James J. Heckman. Policies to foster human capital. Research in Economics. 2000; 54:3–56.
8. Schweinhart L., Barnes H., Weikart D. Significant benefits: The High-Score Perry pre-school study through age 27. Ypsilanti, Michigan: High Scope Press, 1993.
9. Мелихов В.Ю. Формы экстерналий (внешних эффектов) образования // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2006. № 6. С. 226–230.
10. Корицкий А.В. Влияние человеческого капитала на экономический рост: учебное пособие. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. 244 с.
11. Корчагин Ю.А. Российский человеческий капитал: фактор развития или деградации?: монография. Воронеж, 2005.
12. Barro R.J., Lee J.W. International Data on Education and Attainment: Updates and Implications, Oxford Economic Papers. 2001; 53–3; World Development Indicators. Washington: World Bank, 2005.
13. Mincer J. The Production of Human Capital and the Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. Working Paper of the NBER; 1994. P. 4838.
14. Orekhov V.D. et al. Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. Opción, Año 35, VE, Especial 2019; 20:2337–2365.
15. International Standard Classification of Education ISCED 2011. UIS UNESCO. 2013. Montreal, Canada [Electronic resource]. URL: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/isced-2011-ru.pdf>. Accessed: 11.04.2021.



16. Prichina O.S., Orekhov V.D., Shchennikova E.S. World number of scientists in dynamic simulation for the past and the future. *Economic and Social Development Book of Proceedings*. Varazdin Development and Entrepreneurship Agency; Russian State Social University. 2017. P. 69–81.
17. Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris [Electronic resours]. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en/](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en/)
18. Донецкая С.С., Цзи Цяньнань. Реформирование системы высшего образования в Китае: современные итоги // *Высшее образование в России*. 2018. Т. 27, № 12. С. 79–92.
19. Teece D. *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*. Cambridge, Ballinger; 1987. P. 186–188.
20. Щенников С.А. Новые технологии образования: Опыт сотрудничества МЦДО «ЛИНК» и Британского Открытого Университета // *Международное научное сотрудничество*. 1995. № 3. С. 22.
21. Жураков А. Пути и методы развития дистанционного бизнес-образования [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ou-link.ru/pub/1997vv02.html/>

### REFERENCES:

1. Lukyanova A.L. Give-backs from education: what the meta-analysis shows: Preprint WP3 / 2010/03. Moscow: Higher. School of Economics; 2010. (In Russ).
2. Fisher S., Dornbusch R., Schmalenzi R. *Economics*. 2nd ed. Moscow: Delo Ltd; 1995. 236 p. (In Russ).
3. McConell C.R., Bru S.L. *Economics. Principles, problems and policies*. 16th ed. Moscow: INFRA-M; 2006.
4. Malthus T.R. *Experience on the law of population*. Moscow: Lashkevich and K, 1895.
5. Vlasov M.V., Popov E.V. External effects of the production of new knowledge. *Bulletin of USTU-UPL*. 2006; 7 (78):5–11.
6. Samsonova O.V. Education management problems. Investment in education. Public administration. *Electronic bulletin*. 2008; 16.
7. James J. Heckman. Policies to foster human capital. *Research in Economics*. 2000; 54: 3–56.
8. Schweinhart L., Barnes H., Weikart D. Significant benefits: The High-Score Perry pre-school study through age 27. Ypsilanti, Michigan: High Scope Press; 1993.
9. Melikhov V.Yu. Forms of externalities (external effects) of education. *Bulletin of KSU im. ON. Nekrasov*. 2006; 6:226–230. (In Russ).
10. Koritsky A.V. The influence of human capital on economic growth: textbook. Novosibirsk: NGASU (Sibstrin); 2013. 244 p. (In Russ).
11. Korchagin Yu.A. Is Russian human capital a factor of development or degradation?: a monograph. Voronezh; 2005. (In Russ).
12. Barro R.J., Lee J.W. *International Data on Education and Attainment: Updates and Implications*, Oxford Economic Papers. 2001; 53–3; *World Development Indicators*. Washington: World Bank, 2005.
13. Mincer J. The Production of Human Capital and the Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. Working Paper of the NBER; 1994. p. 4838.
14. Orekhov V.D. et al. Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling / *Opción, Año 35, VE, Especial*. 2019; 20: 2337–2365. (In Russ).
15. International Standard Classification of Education ISCED 2011. UIS UNESCO. 2013. Montreal, Canada [Electronic resource]. URL: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/isced-2011-ru.pdf>. Accessed: 04/11/2021.
16. Prichina O.S., Orekhov V.D., Shchennikova E.S. World number of scientists in dynamic simulation for the past and the future. *Economic and Social Development Book of Proceedings*. Varazdin Development and Entrepreneurship Agency; Russian State Social University; 2017. P. 69–81. (In Russ).

17. Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris [Electronic resource]. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020\\_69096873-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2020_69096873-en).
18. Donetsk S.S., Qiannan Ji. Reforming the higher education system in China: modern results. Higher education in Russia. 2018; 27(12):79-92. (In Russ).
19. Teece D. The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal. Cambridge, Ballinger 1987; 186–188.
20. Shchennikov S.A. New technologies of education: The experience of cooperation between ICLC «LIN» and the British Open University. International scientific cooperation. 1995; 3: 22. (In Russ).
21. Zhurakov A. Ways and methods of development of distance business education [Electronic resource]. URL: <https://www.ou-link.ru/pub/1997vv02.html> (In Russ).

---

**Информация об авторах / Information about the authors**

---

**Анзор Хасанбиевич Каранашев**, профессор кафедры экономики и менеджмента в туризме ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», доктор экономических наук

ORCID ID: 0000-0001-6117-8273

[kanzor77@mail.ru](mailto:kanzor77@mail.ru)

**Алла Викторовна Блинникова**, доцент кафедры информационных систем ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», кандидат экономических наук

ORCID ID: 0000-0003-4561-8894

[allarest@mail.ru](mailto:allarest@mail.ru)

**Виктор Дмитриевич Орехов**, научный сотрудник Университета «Синергия», кандидат технических наук

ORCID ID: 0000-0002-5970-207X

[vorehov@yandex.ru](mailto:vorehov@yandex.ru)

**Anzor Kh. Karanashev**, a professor of the Department of Economics and Management in Tourism of FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State University named after HM. Berbekov», Doctor of Economics

ORCID ID: 0000-0001-6117-8273

[kanzor77@mail.ru](mailto:kanzor77@mail.ru)

**Alla V. Blinnikova**, an associate Professor of the Department of Information Systems of FSBEI HE «State University of Management», Candidate of Economics

ORCID ID: 0000-0003-4561-8894

[allarest@mail.ru](mailto:allarest@mail.ru)

**Victor D. Orekhov**, a researcher of «Synergy» University, Candidate of Technical Sciences

ORCID ID: 0000-0002-5970-207X

[vorehov@yandex.ru](mailto:vorehov@yandex.ru)

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## AGRICULTURAL SCIENCES

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-99-105>



УДК 634.25:581.1:632.112

© 2021

Поступила 09.08.2021

Received 09.08.2021

Принята в печать 30.09.2021

Accepted 30.09.2021

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

### ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ ПЕРСИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАСУХИ

**Юлия С. Абильфазова**

*ФГБУН «Федеральный исследовательский центр  
«Субтропический научный центр Российской академии наук»;  
ул. Яна Фабрициуса, д. 2/28, г. Сочи, 354002, Российская Федерация*

### БЛАГОДАРНОСТИ

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

**Аннотация.** Статья представлена экспериментальными данными по физиолого-биохимическим исследованиям косточковой культуры на примере *Persica vulgaris* (Mill.) во влажных субтропиках России. Исследования проводятся с 2011 года в лаборатории физиологии и биохимии растений Субтропического научного центра РАН на различных по срокам созревания сортах персика, выращиваемых во влажных субтропиках России. Для выявления каких-либо физиологических изменений в организме растений персика во время засухи, особенно летом, проводятся комплексные диагностические исследования водного режима (тургорность листа, определение толщины листовой пластинки, водный дефицит) и пигментного состава, характеризующие функциональное состояние растений персика. В неблагоприятных условиях у перспективных сортов отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам выше, что подтверждает их более развитый адаптационный потенциал. Такого характера исследования проводятся с целью выявления и подбора устойчивых растений персика среди исследуемых сортов, которые соответствовали бы влажному региону Черноморского побережья Краснодарского края. В субтропической зоне нашего региона всегда остро стоял и стоит вопрос засухоустойчивости, так как воздействие отрицательных факторов окружающей среды (прохладная весна, сопровождающаяся морозящими дождями и длительная летняя нехватка влаги воздушной и почвенной) на растения персика приводят к снижению урожайности и ухудшению качества плодов,

что делает их малопригодными и нетранспортабельными. Установлено, что испытываемые растения сорта персика Мэйкрест, Файэт, Лариса отличались высокими физиологическими показателями, такими как: низкий водный дефицит – 12,20–14,65%, тургесцентность листьев – 0,18 мм, насыщенность тканей листа в пределах 70,12–79,21%, содержание каротиноидов – 0,5–0,7 ед., что является подтверждающим признаком их высокой устойчивости к отрицательным воздействиям погодных условий юга России.

**Ключевые слова:** персик, сорта, субтропики, абиотические факторы, водообеспеченность, засухоустойчивость, водный режим, тургесцентность листа, оводненность, пигменты, урожайность

*Для цитирования:* Абиляфазова Ю.С. Изменения физиологического состояния растений персика под влиянием засухи // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 99-105. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-99-105>

## CHANGES IN THE PHYSIOLOGICAL STATE OF PEACH PLANTS INFLUENCED BY DROUGHT

**Yuliya S. Abilfazova**

*FSCIS «Federal Research Center «Subtropical Scientific Center  
of the Russian Academy of Sciences»;  
2/28 Yan Fabricius str., Sochi, 354002, the Russian Federation*

### ACKNOWLEDGEMENT

**The publication was prepared in the framework of the implementation of the State Health Protection Research Center of the SSC the RAS No. 0492-2021-0008 «Creation, study and preservation of the gene pool of a collection of subtropical and ornamental crops»**

**Abstract.** The article presents experimental data on physiological and biochemical studies of stone fruit culture on the example of *Persica vulgaris* (Mill.) In the humid subtropics of Russia. The research has been carried out since 2011 in the Laboratory of plant physiology and biochemistry of the Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences on peach varieties of different ripening periods grown in the humid subtropics of Russia. To identify any physiological changes in the body of peach plants during drought, especially in summer, comprehensive diagnostic studies of the water regime (leaf turgidity, determination of the thickness of the leaf blade, water deficiency) and pigment composition are carried out, characterizing the functional state of peach plants. Under unfavorable conditions, promising varieties have a higher ratio of chlorophylls to carotenoids, which confirms their more developed adaptive potential. Studies of this nature have been carried out in order to identify and select resistant peach plants among the studied varieties, which would correspond to the humid region of the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. In the subtropical zone of our region, the issue of drought resistance has always been acute, since the impact of negative environmental factors (cool spring, accompanied by drizzling rains and a long summer shortage of air and soil moisture) on peach plants lead to a decrease in productivity and a deterioration in the quality of fruits, which makes their unsuitable and non-transportable. It has been found that among the tested plants, peach varieties Maycrest, Fayet, Larisa have been distinguished by high physiological indicators, such as: low water deficiency – 12,20–14,65%, leaf turgidity – 0,18 mm, saturation of leaf tissues within 70,12–79,21%, the content of carotenoids is 0,5–0,7 units, which is a confirming sign of their high resistance to the negative effects of weather conditions in the south of Russia.

**Keywords:** peach, varieties, subtropics, abiotic factors, water availability, drought resistance, water regime, leaf turgidity, water content, pigments, productivity

*For citation: Abilfazova Yu.S. Changes in the physiological state of peach plants influenced by drought. New technologies. 2021; 17(5):99-105. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-99-105>*

Теплолюбивая и светолубивая косточковая культура персик растет быстро благодаря высокой побегообразовательности и рано начинает давать урожай (на 3–4-й год после посадки). Издавна считается, что персик скороплодная и экономически выгодная культура, но очень требовательная к условиям произрастания [1; 2; 3].

Казалось бы, во влажных субтропиках России погодно-климатические условия при возделывании культуры персика соответствуют биологическим особенностям роста и развития данного растения. Но за видимостью благоприятного сочетания погодных и климатических факторов в системе возделывания персика встречаются существенные сложности: экспозиция склона на освещенность кроны, небольшая глубина почвенного слоя – до 70–80 см, активность эрозионных и оползневых участков и, конечно же, средства защиты растений. Далее, для закладки и развития плодовых и цветочных почек персика на юге России лимитирующим фактором является гидротермический режим (осенне-зимний недостаток холода, прохладная весна, летняя засуха с критически высокой температурой воздуха – до +34°C и более с влажностью до 86%, выпадением осадков ниже нормы), который провоцирует неблагоприятное воздействие на водообеспеченность растений в субтропической зоне [4; 5]. В большинстве случаев период засухи начинается с третьей декады июня или в начале июля и продолжается до конца августа, что негативно воздействует на культуру персика. Данный факт во влажных субтропиках представляет особый интерес для исследователей и является актуальным для изучения.

Для создания форм растений с повышенной устойчивостью к стресс-факторам необходимо привлечение не

только местной популяции, а также из республик Средней Азии, Закавказья, Дагестана с учетом природно-климатических условий, но и разнообразным материалом из мест естественного произрастания (Персия, Китай, Иран).

Целью наших исследований является выявление наилучших сортов персика среди испытываемых растений, которые отличались бы высокой устойчивостью к абиотическим и биотическим условиям субтропиков России, а также хорошим и стабильным урожаем с высокими вкусовыми качествами продукции для продления сроков обеспечения населения свежими плодами [6; 7; 8].

#### **Методы и объекты исследований**

Изучение коллекции персика проводится с 2011 года в открытом грунте в соответствии с Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур на плантации Федерального исследовательского центра Субтропического научного центра Российской академии наук [9]. Опыт расположен на участке 0,5 га с площадью питания 5×2 м, на высоте до 70 м над уровнем моря, год посадки – 2008, с V-образной кроной. Физиологические исследования проводятся при Центре в лаборатории физиологии и биохимии растений классическими методами [10; 11; 12]. Для выявления наиболее устойчивых растений персика к дестабилизации погодных условий побережья России взяты сорта: Лариса (конт.), Коллинс, Мэйкрест, Зафрани, Миорита, Ромео, Славный, Файэт.

Для того чтобы определить устойчивость персика к нарушениям и изменениям погодных условий, использованы показатели, характеризующие их функциональное состояние: оводненность листовых пластинок [10]; тургесцентность тканей листа [11]; оценка засухоустойчивости [10]; содержание хлорофиллов а, b и каротиноидов



в листьях спектрофотометрическим методом в ацетоновых экстрактах [12].

Почва опытного участка – бурая лесная, слабонасыщенная, глубина слоя 70–80 см, содержание гумуса составляет 1,39–2,95%, рН=6,49–7,86. Агротехника общепринятая для выращивания культуры персика в условиях влажных субтропиков России. Индикаторным органом являются физиологически зрелые листья персика – 7–9-й от основания побега, которые отбирали с июня по август на фоне естественного повышения температуры воздуха.

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

#### **Результаты исследований**

Для того чтобы дольше продолжалась жизнедеятельность растительного организма, клеткам необходимо определенное количество воды для выполнения своих функций. Однако дестабилизация погодных условий влажных субтропиков может воспрепятствовать естественному процессу поступления и испарения воды в организм, в результате которого теряется большое количество воды, т.е. происходит физиологическое нарушение процесса транспирации, что приводит к стрессу и водному дефициту [13].

Экспериментальные данные, полученные в третьей декаде июня в условиях влажных субтропиков России, не выявили нарушений в водообеспеченности растений персика. В благоприятный период у испытуемых растений персика водный дефицит в среднем достигал 9,18–12,10%, толщина листа составляла 0,17–0,19 мм, оводненность находилась в пределах нормы: 64,24–66,04%. Однако с наступлением критически жаркого периода (начало июля и август включительно) выявлено, что насыщенность тканей листа водой была неоднородной по опыту.

Как видно из рисунка, у сортов персика Мэйкрест, Файэт, Лариса отмечены следующие показатели: водный дефицит

находился в пределах 12,20–14,65%, тургесцентность листьев персика достигала 0,18 мм, было установлено высокое насыщение клеток водой от 70,12 до 79,21%, довольно высокий показатель каротиноидов – 0,5–0,7 ед., подтверждающие высокую устойчивость указанных выше сортов к гидротермическим нарушениям погодных условий субтропической зоны России (рис.). В неблагоприятный по водообеспеченности период и на фоне высоких температур воздуха +34–36°C у менее устойчивых сортов персика Славный, Миорита, Ромео и Зафрани было отмечено повышение показателя водного дефицита до 16,11–21,05%, который спровоцировал снижение толщины листа до 0,12 мм, а это в свою очередь приводило к огромной потере тургора листьев, а также снижению оводненности тканей листа до 51,11–57,14%. Полученные результаты свидетельствуют об отрицательном влиянии температурного стрессора на растения персика с изменением анатомических характеристик листа. Низкая устойчивость сортов Славный, Миорита, Ромео, Зафрани к стресс-факторам влажных субтропиков России не уменьшает их ценности для селекции в качестве доноров. Например, сорт Славный отобран в горных районах Сочи на высоте 600 м над уровнем моря. Такая высота подразумевает и снижение температуры на 4°C больше, чем на побережье Черного моря в условиях субтропиков России. Сорт требователен к холоду в зимнее время, а летом к теплу, но вместе с тем отличается высокой устойчивостью к курчавости персика.

Основным критерием оценки функционального состояния растений является фотосинтетический аппарат, который чувствителен к любым внешним воздействиям. Неблагоприятные условия (повышение температуры воздуха до +30°C и выше в период с июня по август и недостаточная водообеспеченность растений) приводили к нарушению синтеза зеленых пиментов. Полученные данные



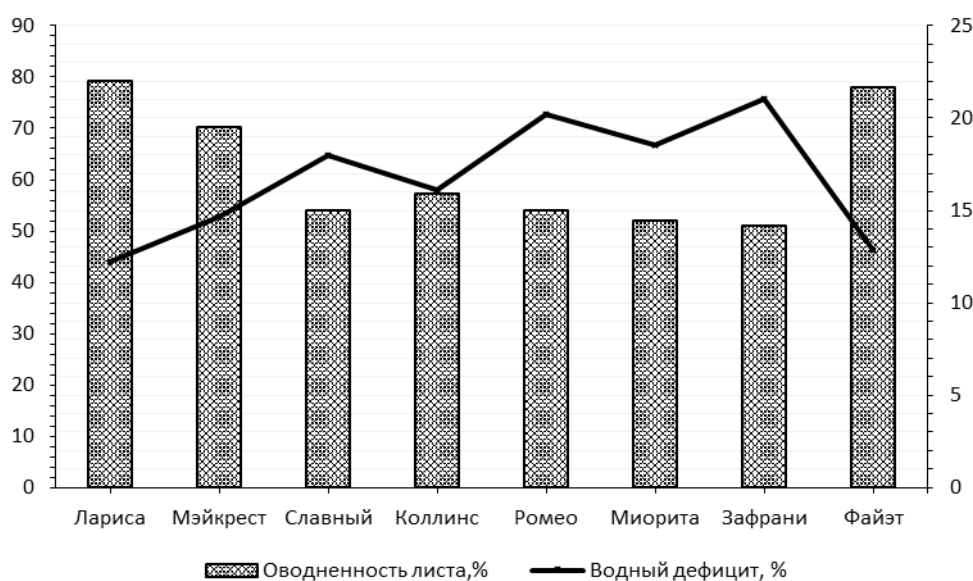


Рис. 1. Водный режим персика в засушливый период

Fig. 1. Peach water regime in a dry season

по содержанию хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов показали, что в момент активного нарастания ассимиляционной поверхности листьев персика вместе с увеличением хлорофиллов *a* и *b* у сортов Лариса, Файэт и Мэйкрест отмечалось увеличение отношения суммы хлорофиллов к сумме каротиноидов ( $Ca+b/карот$ ) с высокой степенью корреляции, как с водным режимом  $r = +0,8$ , так и с термическим фактором  $r = -0,9$ , отвечающее за адаптивный потенциал растений персика. Установлена тесная корреляционная связь между накоплением каротиноидов и абиотическими факторами среды  $r = +0,7$ . Показатель высокого содержания каротиноидов используют в качестве диагностического критерия оценки устойчивости к дестабилизации погодных условий побережья России.

Экспериментальные данные, полученные по водному режиму и пигментному составу листьев персика, позволяют судить о том, что в сравнении с устойчивыми сортами Лариса, Файэт, Мэйкрест менее устойчивые – Коллинс, Славный, Зафрани, Миорита, Ромео. Эти данные у сортов Коллинс, Славный, Зафрани, Миорита, Ромео оказались существенно ниже

– в 1,4 раза, что свидетельствует об их отрицательной зависимости от неблагоприятных погодных условий субтропической зоны Краснодарского края.

Достоверно полученные физиологические показатели характеризовали реакцию *Persica vulgaris* (Mill.) на экстремальные погодные условия в зоне влажных субтропиков, что позволило нам дифференцировать исследуемые растения персика на разные группы устойчивости, которые оценивали по 5-балльной шкале. Высокой устойчивостью к гидротермическим стресс-факторам отличались сорта среднего и позднего сроков созревания Мэйкрест, Файэт, Лариса с оценкой 4–5 баллов, остальные сорта раннего созревания Коллинс и позднего сроков созревания Славный, Миорита, Зафрани имели низкие оценки – 2–3 балла, что характеризовало их как малоустойчивые к неблагоприятным погодным условиям сорта.

Работая с различными сортами растений персика в неблагоприятный по водообеспеченности период, необходимо учитывать тот факт, что испытуемые растения по-разному реагируют на высокие температуры и относительную влажность

воздуха в летнее время, что непосредственно зависит от специфики проявления температурного стрессора в соответствующие годы, а не только от функционального состояния растений [14].

Полученные результаты позволили выявить отрицательное влияние неблагоприятных факторов на изменение физиологического состояния растений персика. На момент исследований среди испытываемых культур персика, возделываемых в субтропической зоне России, свою высокую устойчивость к болезням и неблагоприятным факторам подтвердили сорта Лариса, Мэйкрест и Файэт, а сорта Коллинс, Славный, Зафрани, Миорита и Ромео оказались наиболее уязвимыми к абиотическим и биотическим проблемам влажных субтропиков и менее устойчивыми к отрицательным погодным условиям Черноморского побережья России.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что процесс потери воды листьями персика зависит не только от сорта, но и от места расположения исследуемой

культуры и морфофизиологического состояния растения. Установлено, что показатели водного режима и пигментной системы тесно коррелируют с устойчивостью растений персика к гидротермическим нарушениям окружающей среды. Установлены физиолого-биохимические критерии, характеризующие высокие адаптивные возможности растений персика: у сортов Мэйкрест, Файэт, Лариса отмечен низкий водный дефицит от 12,20 до 14,65%, толщина листовой пластинки достигала 0,18 мм, насыщенность тканей листа находилась в пределах 70,12–79,21%, отмечен высокий показатель каротиноидов – от 0,5 до 0,7 ед., что является подтверждающим признаком их высокой устойчивости к негативным воздействиям погодных условий Юга России. Выявлено, что водный режим и сумма каротиноидов находятся в тесной зависимости с устойчивостью различных сортов персика к абиотическим факторам Черноморского побережья Краснодарского края.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шайтан И.М., Чуприна Л.М., Анпилогова В.А. Биологические особенности и выращивание персика, абрикоса и алычи. Киев: Наукова Думка, 1989. С. 6–154.
2. Ерёмин Г.В. Помология // Косточковые культуры. Орёл, 2008. Т. 3. 315 с.
3. Абиляфазова Ю.С. Физиолого-биохимические показатели устойчивости персика в зависимости от погодных условий Сочи // Садоводство и виноградарство. 2014. № 4. С. 42–44.
4. Абиляфазова Ю.С. Устойчивость персика к стресс-факторам влажных субтропиков России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 6. С. 40–42.
5. Лішук А.І., Єлманова Т.С. Вплив літньої посухи на морфогенез генеративних бруньок кісточкових культур // Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі (Львів, липень 1–4, 1998): мат.-ли міжнар. конф. Львів: Сполом, 1998. С. 218.
6. Смагин Н.Е. Подбор сортов персика для субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство: сборник научных трудов. 2012. Вып. 47. С. 77–83.
7. Смагин Н.Е., Абиляфазова Ю.С. Беспрерывный конвейер плодов персика // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 6. С. 49–51.
8. Абиляфазова Ю.С. Корреляционная зависимость показателей водного статуса *Persica vulgaris* (Mill.) от гидротермических стрессоров влажных субтропиков России // Новые технологии. 2018. Вып. 1. С. 100–105.
9. Седова Н.Е., Огольцова Г.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.
10. Практикум по физиологии растений / под ред. И.И. Гунара. М.: Колос. 1972. 168 с.
11. Экспресс-метод диагностики жароустойчивости и сроков полива растений / Кушнirenко М.Д. [и др.]. Кишинев: Штиинца. 1986. 38 с.

12. Шлык А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–170.
13. Abilfazova Yu., Belous O. Evaluation of the functional state of peach varieties (*Prunus persica* Mill.) when exposed hydrothermal stress to plants. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2018; 12(1):723–728.
14. Дорошенко Т.Н. Устойчивость плодовых и декоративных растений к высоким температурам: физиологический аспект // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2013. № 86 (02). С. 426–440.

### REFERENCES:

1. Shaytan I.M., Chuprina L.M., Anpilogova V.A. Biological features and cultivation of peach, apricot and cherry plum. Kiev: Naukova Dumka; 1989. P. 6–154. (In Russ).
2. Eremin G.V. Pomology. Stone cultures. Orel; 2008. 315 p. (In Russ).
3. Abilfazova Yu.S. Physiological and biochemical indicators of peach resistance depending on weather conditions in Sochi. *Gardening and viticulture*. 2014; 4:42–44. (In Russ).
4. Abilfazova Yu.S. Peach resistance to stress factors of humid subtropics of Russia. *Bulletin of the Russian agricultural science*. 2016; 6:40–42. (In Russ).
5. Лішук А.І., Єлманова Т.С. Вплив літньої посухи на морфогенез генеративних бруньок кісточкових культур. Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі (Львів, липень 1–4, 1998): мат-ли міжнар. конф. Львів: Сполом, 1998; 218 p.
6. Smagin N.E. Selection of peach varieties for the subtropics of Russia. *Subtropical and decorative gardening: collection of scientific papers*. 2012; 47:77–83. (In Russ).
7. Smagin N.E., Abilfazova Yu.S. Continuous conveyor of peach fruits. *Bulletin of the Russian agricultural science*. 2015; 6:49–51. (In Russ).
8. Abilfazova Yu.S. Correlation dependence of indicators of water status of *Persica vulgaris* (Mill.) on hydrothermal stressors of humid subtropics of Russia. *New technologies*. 2018; 1:100–105. (In Russ).
9. Sedov N.E., Ogoltsova G.P. Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPК; 1999. 606 p. (In Russ).
10. Gunar I.I. Workshop on plant physiology. Moscow: Kolos; 1972. 168 p. (In Russ).
11. Kushnirenko M.D. et al. Express-method for diagnostics of heat resistance and timing of watering plants. Chisinau: Shtiintsa; 1986. 38 p. (In Russ).
12. Shlyk A.A. Determination of chlorophyll and carotenoids in extracts of green leaves. *Biochemical methods in plant physiology*. Moscow: Nauka; 1971. P. 154–170. (In Russ).
13. Abilfazova Yu., Belous O. Evaluation of the functional state of peach varieties (*Prunus persica* Mill.) when exposed hydrothermal stress to plants. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2018; 12(1):723–728. (In Russ).
14. Doroshenko T.N. Resistance of fruit and ornamental plants to high temperatures: a physiological aspect. *Polythematic network electronic scientific journal of KubSAU*. 2013; 86(02):426–440. (In Russ).

### **Информация об авторе / Information about the author**

**Юлия Сулевна Абиляфазова**, старший научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», кандидат биологических наук  
Citrus\_Sochi@mail.ru

**Yulia S. Abilfazova**, a senior researcher of the Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry of FSBIS «Federal Research Center «Subtropical Research Center of the Russian Academy of Sciences», Candidate of Biology  
Citrus\_Sochi@mail.ru

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-106-113>



УДК 634.54:631.524.85

© 2021

Поступила 13.09.2021

Received 13.09.2021

Принята в печать 20.10.2021

Accepted 20.10.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕЩИНЫ (ФУНДУКА) К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ

Светлана Г. Биганова<sup>1\*</sup>, Юрий И. Сухоруких<sup>1</sup>, Эдуард К. Пчихачев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;  
ул. Первомайская, 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

<sup>2</sup> Адыгейский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Федеральный исследовательский центр  
«Субтропический научный центр Российской академии наук»;  
ул. Школьная, 2А, пос. Цветочный, Майкопский район, 385778, Российская Федерация

**Аннотация.** Целью работы является уточнение методики оценки устойчивости лещины (фундука) к стрессовым факторам на основе однообразных подходов, принятых в ореховодстве. Оценка устойчивости к биотическим и абиотическим факторам проводилась по методикам, рекомендованным для ореха грецкого, а состояние вегетативных и генеративных органов лещины (фундука) соотносилось с программными требованиями. Результатом явилась разработка 7-балльных оценочных шкал и соотнесенных с ними числовых значений степени повреждения. Баллу 0 соответствует отсутствие поражений, 1 – поражения до 5%, 2 – поражения 6–10%, 3 – поражения 11–25%, 4 – поражения 26–50%, 5 – поражения 51–75%, 6 – поражение более 75% или гибель всего растения (в зависимости от изучаемого показателя). Шкала оценки зимостойкости вегетативных органов учитывает степень повреждения верхушечных почек, однолетних побегов, ветвей двух лет и старше, штамба и всего растения. Повреждение мужских соцветий определяется по длине их погибшей части, женских цветков – по численности поврежденных, выраженных в процентах. Степень засухоустойчивости выявляется на основе изучения состояния всего растения, процента поврежденных и опавших листьев. Влияние засухи на потерю пищевой части устанавливается по степени усушки ядра. Поражаемость болезнями и вредителями оценивается в процентах отдельно у листьев по площади, побегов по длине, орехов по соотношению поврежденных и неповрежденных. В зависимости от степени поражаемости сортов и форм лещины (фундука), выделяют 6 групп устойчивости. Предлагается делать выводы на основе не менее трехлетних наблюдений, а окончательное заключение должно быть ориентировано на конкретные цели селекции.

**Ключевые слова:** лещина (фундук), устойчивость, стрессовые факторы, почки, побеги, ветви, ядро, орехи, мужские соцветия, женские цветки



Для цитирования: Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К. Уточнение методики оценки устойчивости лещины (фундука) к стрессовым факторам // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 106-113. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-106-113>

## REFINEMENT OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING THE RESISTANCE OF HAZEL (HAZELNUTS) TO STRESS FACTORS

Svetlana G. Biganova<sup>1</sup>\*, Yuri I. Sukhorukikh<sup>1</sup>, Edward K. Pchikhachev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FSBEI HE «Maykop State Technological University»;  
191 Pervomaiskaya str., Maykop, 385000, the Russian Federation

<sup>2</sup> The Adygh Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science  
«Federal Research Center «Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»;  
2A Shkolnaya str., Tsvetochny settl., the Maykop district, 385778, the Russian Federation

**Abstract.** The aim of the research is to clarify the methodology for assessing the resistance of hazel (hazelnuts) to stress factors on the basis of uniform approaches adopted in walnut farming. The assessment of resistance to biotic and abiotic factors has been carried out according to the methods recommended for the walnut, and the state of the vegetative and generative organs of hazel (hazelnuts) has been correlated with the program requirements. The result has been the development of 7 point assessment scales and the numerical values of the degree of damage correlated with them. Score 0 corresponds to the absence of lesions, 1 – lesions up to 5%, 2 – lesions up to 6–10%, 3 – lesions up to 11–25%, 4 – lesions up to 26–50%, 5 – lesions up to 51–75%, 6 – lesions more than 75% or death of the whole plant (depending on the studied indicator). The assessment scale for the winter hardiness of vegetative organs takes into account the degree of damage to the apical buds, annual shoots, branches of two years and older, the stem and the whole plant. Damage to male inflorescences is determined by the length of their dead part, to the female flowers – by the number of damaged ones, expressed as a percentage. The degree of drought resistance is revealed on the basis of studying the state of the entire plant, the percentage of damaged and fallen leaves. The influence of drought on the loss of food part is established by the degree of shrinkage of the kernel. Susceptibility to diseases and pests is estimated in percentage points separately for leaves by area, shoots in length, nuts by the ratio of damaged and undamaged ones. We have distinguished 6 groups of resistance, depending on the degree of vulnerability of varieties and forms of hazel (hazelnuts). It has been proposed to draw conclusions on the basis of at least three years of observations, and the final conclusion should be focused on specific breeding goals.

**Keywords:** hazel (hazelnuts), resistance, stress factors, buds, shoots, branches, kernel, nuts, male inflorescences, female flowers

*For citation: Biganova S.G., Sukhorukikh Y.I., Pchikhachev E.K. Refinement of the methodology for assessing the resistance of hazel (hazelnuts) to stress factors. New technologies. 2021; 17(5):13-21. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-13-21>*

### Введение

Лещина обыкновенная (*Corylus Avelana* L.) и ее культурные формы, получившие название фундук, является одним из самых востребованных растений,

дающих ценные орехи [4; 7; 9; 13]. Площади под этой культурой, производство и потребление орехов в мире увеличивается [5,12]. В различных странах осуществляются работы по селекции вида [4; 5; 13;

14]. Промышленное разведение и селекционные работы с лещиной в Российской Федерации постепенно продвигается в более северные районы с суровой зимой и южные с засушливым летом [1; 6]. Возрастает потребность в новых сортах, приспособленных к соответствующим условиям [4; 5; 13; 14]. При этом необходимо осуществлять оценку устойчивости генофонда к стрессовым факторам [3–5; 7; 11]. В ореховодстве отдельные программы и методики предусматривают балльную оценку устойчивости растений [5; 11]. Такой подход дает довольно грубую оценку и различия повреждаемости в пределах одного балла бывают довольно значимы, что при научных исследованиях не всегда допустимо. В этом случае более объективна оценка в числовых инструментально измеряемых величинах, сопряженных с баллами [2–4; 8]. Такой подход снижает субъективные ошибки и повышает точность научной и практической работы. Также при изучении определенного набора культур желательно использовать единообразные методики. В ореховодстве

существует ряд разноплановых несогласующихся методик, что усложняет работы по оценке устойчивости генофонда к стрессовым факторам [2–4; 8; 11]. Целью работы является уточнение методики оценки устойчивости лещины (фундука) к стрессовым факторам на основе единообразного подхода в ореховодстве.

#### Объекты и методика

Объектом исследований являлись методические разработки по оценке устойчивости орехоплодных к стрессовым факторам [2–4; 8; 11]. При их уточнении были приняты 7-балльные шкалы и в соответствии с ними соотнесены могущие определяться инструментально числовые значения повреждений. С учетом современных требований оценки устойчивости к биотическим и абиотическим факторам адаптировались методические разработки, рекомендованные для ореха грецкого [2; 8]. Одновременно учитывалась сложившаяся практика оценки вегетативных и генеративных органов при селекции лещины (фундука), изложенная в программных требованиях [4; 5].

Таблица 1

#### Шкала оценки зимостойкости вегетативных органов лещины (фундука)

Table 1

#### The assessment scale for the winter hardiness of vegetative organs of hazel (hazelnuts)

| Зимостойкость, балл | Степень поражения                          |                                                   |
|---------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                     | Вегетативные почки                         | Однолетние побеги, ветви двух лет и старше, ствол |
| 6                   | Поражения отсутствуют                      | Поражения отсутствуют                             |
| 5                   | Поражено до 5% учитываемой численности     | Поражено до 5% учитываемой длины                  |
| 4                   | Поражено 6–10% учитываемой численности     | Поражено 6–10% учитываемой длины                  |
| 3                   | Поражено 11–25% учитываемой численности    | Поражено 11–25% учитываемой длины                 |
| 2                   | Поражено 26–50% учитываемой численности    | Поражено 26–50% учитываемой длины                 |
| 1                   | Поражено 51–75% учитываемой численности    | Поражено 51–75% учитываемой длины                 |
| 0                   | Поражено более 76% учитываемой численности | Поражено более 76% учитываемой длины              |



Таблица 2

Шкала оценки зимостойкости генеративных органов лещины (фундука)

Table 2

The assessment scale for the winter hardiness of the generative organs of hazel (hazelnuts)

| Зимостойкость, балл | Степень поражения                             |                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                     | Мужские соцветия                              | Женские цветки                                |
| 6                   | Поражения отсутствуют                         | Поражения отсутствуют                         |
| 5                   | Поражено до 5% учитываемой длины соцветий     | Поражено до 5% учитываемого числа цветков     |
| 4                   | Поражено 6–10% учитываемой длины соцветий     | Поражено 6–10% учитываемого числа цветков     |
| 3                   | Поражено 11–25% учитываемой длины соцветий    | Поражено 11–25% учитываемого числа цветков    |
| 2                   | Поражено 26–50% учитываемой длины соцветий    | Поражено 26–50% учитываемого числа цветков    |
| 1                   | Поражено 51–75% учитываемой длины соцветий    | Поражено 51–75% учитываемого числа цветков    |
| 0                   | Поражено более 75% учитываемой длины соцветий | Поражено более 75% учитываемого числа цветков |

### Результаты и обсуждение

Лещина является раннецветущим видом [7]. Ее вегетативные и генеративные органы нередко повреждаются пониженными температурами. При выведении и районировании перспективных сортов предъявляются определенные требования к их зимостойкости [3–5].

Для оценки устойчивости вегетативных и генеративных органов вида к этому стрессовому фактору предлагается использовать соответствующие шкалы (табл. 1, 2).

В том случае, если имеется смешанное повреждение, в описании указывается доля неповрежденных органов по отдельности. Общее заключение делается исходя из целей селекции и хозяйственного использования.

Исследования выполняются на основе осмотра растений после перезимовки в период вегетации. Устойчивость женских цветков и мужских соцветий учитывается отдельно.

Засухоустойчивость растений целесообразно определять в периоды

наибольшей сухости вегетационного периода. При этом отдельно учитывают состояние листьев, однолетних побегов, ветвей, ствола и всего растения (табл. 3).

Засуха значительно влияет на урожай пищевой части лещины – ядра орехов [2–4; 10]. Оценка этого влияния возможно осуществить по табл. 4.

Масса орехов и ядра учитывается отдельно. В качестве эталона берутся их средние показатели для данного сорта, формы.

Наиболее существенный вред лещине причиняют: из болезней – серая гниль; из вредителей – почковый усач, фундучный усач, фундучный долгоносик [5]. Степень поражаемости листьев и побегов определяют в августе, когда болезни достигают максимального развития. Полевая оценка поражения проводится по соответствующей шкале (табл. 5) отдельно по каждому показателю и с учетом этого даются рекомендации по использованию генофонда.

Степень устойчивости (балл, проценты) определяется как среднее значение за несколько лет (не менее 3 лет). С учетом

Таблица 3

**Шкала оценки засухоустойчивости вегетативных органов лещины (фундука)**

Table 3

**The assessment scale for the drought tolerance of vegetative organs of hazel (hazelnuts)**

| Засухо-<br>устойчивость,<br>балл | Степень поражения                                                                                     |                                      |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                  | Листья                                                                                                | Однолетние<br>побеги, ветви, ствол   |
| 6                                | Растения не реагируют на засуху, листья развиваются нормально                                         | Поражения отсутствуют                |
| 5                                | Площадь поврежденных и опавших листьев составляет не более 5% учитываемой листовой поверхности дерева | Поражено до 5% учитываемой длины     |
| 4                                | Площадь поврежденных и опавших листьев составляет 6–10% учитываемой листовой поверхности дерева       | Поражено 6–10% учитываемой длины     |
| 3                                | Площадь поврежденных и опавших листьев составляет 11–25% учитываемой листовой поверхности дерева      | Поражено 11–25% учитываемой длины    |
| 2                                | Площадь поврежденных и опавших листьев составляет 26–50% учитываемой листовой поверхности дерева      | Поражено 26–50% учитываемой длины    |
| 1                                | Площадь поврежденных и опавших листьев составляет 51–75% учитываемой листовой поверхности дерева      | Поражено 51–75% учитываемой длины    |
| 0                                | Площадь поврежденных и опавших листьев составляет более 75% учитываемой листовой поверхности дерева   | Поражено более 76% учитываемой длины |

Таблица 4

**Шкала оценки потерь урожая орехов и ядра лещины (фундука)  
от повышенных температур**

Table 4

**The assessment scale for yield losses of nuts and hazelnut kernels (hazelnuts) from high temperatures**

| Потери, балл | Степень поражения                                         |
|--------------|-----------------------------------------------------------|
| 6            | Потери отсутствуют                                        |
| 5            | Потери от усушки до 5% учитываемой массы орехов, ядер     |
| 4            | Потери от усушки 6–10% учитываемой массы орехов, ядер     |
| 3            | Потери от усушки 11–25% учитываемой массы орехов, ядер    |
| 2            | Потери от усушки 26–50% учитываемой массы орехов, ядер    |
| 1            | Потери от усушки 51–75% учитываемой массы орехов, ядер    |
| 0            | Потери от усушки более 75% учитываемой массы орехов, ядер |

Таблица 5

Шкала оценки устойчивости листьев, побегов, орехов лещины (фундука)  
к болезням и вредителям

Table 5

The assessment scale for the resistance of leaves, shoots, hazelnuts (hazelnuts) to diseases and pests

| Устойчивость<br>к болезням<br>и вредителям,<br>балл | Степень поражения                         |                                                             |                                          |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                                     | Листья                                    | Побеги, ветви, ствол<br>(отдельно по каждому<br>показателю) | Орехи                                    |
| 6                                                   | Поражения отсутствуют                     | Поражения отсутствуют                                       | Поражения отсутствуют                    |
| 5                                                   | Поражено до 5%<br>учитываемой площади     | Поражено до 5%<br>учитываемой длины                         | Поражено до 5%<br>учитываемого числа     |
| 4                                                   | Поражено 6–10%<br>учитываемой площади     | Поражено 6–10%<br>учитываемой длины                         | Поражено 6–10%<br>учитываемого числа     |
| 3                                                   | Поражено 11–25%<br>учитываемой площади    | Поражено 11–25%<br>учитываемой длины                        | Поражено 11–25%<br>учитываемого числа    |
| 2                                                   | Поражено 26–50%<br>учитываемой площади    | Поражено 26–50%<br>учитываемой длины                        | Поражено 26–50%<br>учитываемого числа    |
| 1                                                   | Поражено 51–75%<br>учитываемой площади    | Поражено 51–75%<br>учитываемой длины                        | Поражено 51–75%<br>учитываемого числа    |
| 0                                                   | Поражено более 75%<br>учитываемой площади | Поражено более 75%<br>учитываемой длины                     | Поражено более 75%<br>учитываемого числа |

целей селекции изучению подлежат каждые органы отдельно.

Учитываемый объем выборки для оценки определяется по известным методикам [3; 4] или рассчитывается дополнительно статистическими методами [10].

По степени устойчивости к стрессовым факторам предлагается распределить сорта и формы лещины (фундука) следующим образом:

- высокоустойчивые – 6–5 баллов (поражения не превышают 5%);
- устойчивые – 4,9–4 балла (поражение 6–10%);
- среднеустойчивые – 3,9–3 балла (поражение 11–25%);
- неустойчивые – 2,9–2 балла (поражение 26–50%);

– сильно неустойчивые – 1,9–1 балл (поражение 51–75%);

– абсолютно неустойчивые – 0,9 балла и менее (поражение свыше 76%).

#### Заключение

Оценку устойчивости лещины (фундука) к стрессовым факторам предлагается проводить по семибалльным шкалам, вместо трехбалльных или пятибалльных.

Для повышения объективности с учетом целей селекции баллы соотносятся с инструментально определяемыми числовыми значениями повреждений отдельно для каждого органа растения.

По степени устойчивости сорта и формы лещины предлагается разделить на 6 категорий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Научные основы интродукции древесных видов методом родовых комплексов для обогащения дендрофлоры многофункциональных лесомелиоративных насаждений / К.Н. Кулик

[и др.] // Международная научная школа «Парадигма»: сборник научных статей. Т. 8: Биология. Химия. Земледелие. Варна: Парадигма, 2015. С. 167–189.

2. Методические подходы к оценке адаптивных признаков сортов ореха грецкого / А.П. Луговской [и др.] // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019. Т. 25. С. 97–103.

3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск V. Плодовые, ягодные, субтропические, цитрусовые, орехоплодные культуры, виноград и чай. М.: Колос, 1970. 160 с.

4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.

5. Егоров Е.А. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.

6. Софронов А.П., Пленкина Г.А. Элитные формы лещины в Кировской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 62–67.

7. Лесные плодовые виды Северо-Западного Кавказа / Ю.И. Сухоруких [и др.]. Майкоп: Качество, 2010. 192 с.

8. Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика ореха грецкого. Майкоп: Качество, 2007. 57 с.

9. Тимофеев Т.И., Муратов В.А. Пищевые продукты и биологически активные добавки из орехов фундука современных сортов. Краснодар: КубГУ, 2017. 175 с.

10. Теория статистики: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. / Р.А. Шмойлова [и др.]. М.: Финансы и статистика, 2004. 656 с.

11. Программа и методика селекции и сортоизучения орехоплодовых культур / Ф.Л. Щепотьев [и др.]. Воронеж, 1976. 77 с.

12. Aydoğar M., Demiryürek K., Abacı N.İ. World Hazelnut Trade Networks. *Acta Horticulturae*. 2018; (1226):429–436.

13. 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.

14. Song X.J. 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. Kulik K.N. et al. Scientific basis for the introduction of tree species by the method of generic complexes for the enrichment of dendroflora of multifunctional forest reclamation plantations. International scientific school «Paradigm»: a collection of scientific articles. V. 8: Biology. Chemistry. Agriculture. Varna: Paradigm, 2015. P. 167–189. (In Russ).

2. Lugovskoy A.P. [et al.] Methodological approaches to the assessment of adaptive traits of walnut varieties. Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2019; 25:97–103. (In Russ).

3. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Issue V. Fruit, berry, subtropical, citrus, nut crops, grapes and tea. Moscow: Kolos; 1970. 160 p. (In Russ).

4. Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPK; 1999. 606 p. (In Russ).

5. Egorov E.A. The program of the North Caucasus Center for the selection of fruit, berry, flower and ornamental crops and grapes for the period until 2030. Krasnodar: SKZNIISiV; 2013. 202 p. (In Russ).

6. Sofronov A.P., Plenkina G.A. Elite forms of hazel in the Kirov region. *Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*. 2015; 2:62–67. (In Russ).

7. Sukhorukikh Yu.I. [et al.] Forest fruit species of the Northwest Caucasus. Maykop: Kachestvo; 2010. 192 p. (In Russ).

8. Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P., Biganova S.G. Walnut program and methodology. Maykop: Quality; 2007. 57 p. (In Russ).
9. Timofeenko T.I., Muratov V.A. Food products and biologically active additives from modern varieties of. Krasnodar: KubGU, 2017. 175 p. (In Russ).
10. Shmoilov R.A. [et al.] Theory of statistics: a textbook. 4th ed., revised and add. Moscow: Finance and Statistics; 2004. 656 p. (In Russ).
11. Shchepotiev F.L. et al. Program and methodology for selection and variety study of walnut crops. Voronezh; 1976. 77 p. (In Russ).
12. Aydoğan M., Demiryürek K., Abacı N.İ. World Hazelnut Trade Networks. Acta Horticulturae. 2018; (1226):429–436.
13. 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.
14. Song X.J. 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*

**Светлана Герсановна Биганова**, профессор кафедры информационной безопасности и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
svetlanabiganowa@yandex.ru

**Юрий Иванович Сухоруких**, заведующий кафедрой экологии и защиты окружающей среды ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
drsuchor@rambler.ru

**Эдуард Кимович Пчихачев**, директор Адыгейского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», кандидат сельскохозяйственных наук  
eduard.pchikhachev@mail.ru

**Svetlana G. Biganova**, a professor of the Department of Information Security and Applied Informatics, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Agricultural Sciences, an associate professor  
svetlanabiganowa@yandex.ru

**Yuri I. Sukhorukikh**, head of the Department of Ecology and Environmental Protection, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, a professor  
drsuchor@rambler.ru

**Edward K. Pchikhachev**, a director of the Adyghe 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  
eduard.pchikhachev@mail.ru



<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-114-122>



УДК [633.11"324":631.559:631.51:631.8](470.6)

© 2021

Поступила 13.09.2021

Received 13.09.2021

Принята в печать 18.10.2021

Accepted 18.10.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Наталья И. Девтерова

ФГБНУ «Адыгейский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»;  
ул. Ленина, д. 48, п. Подгорный, г. Майкоп, 385064, Российская Федерация

**Аннотация.** Исследования проводили на малогумусных сверхмощных тяжелоглинистых слитых выщелоченных черноземах в 2017–2020 гг. в Республике Адыгея, в звене севооборота соя – пшеница озимая. Изучали влияние приемов обработки почвы различной интенсивности и уровня удобрения на продуктивность пшеницы озимой и агрофизические свойства почвы в ее посевах. Исследования проведены по методике полевого опыта Б.А. Доспехова. Установлено, что более эффективным приемом для возделывания пшеницы озимой явилась отвальная вспашка, обеспечившая дополнительно формирование +1,18 т/га (25,7%) зерна в сравнении с двукратным дискованием; посеvy пшеницы озимой обеспечили максимальную урожайность на вариантах с применением доз минеральных удобрений Фон ( $N_{24} P_{104} + N_5 P_{20}$ ) +  $N_{30} + N_{30}$ , что способствовало получению дополнительно +0,9 т/га (18,8%) зерна. Отмечена эффективность применения удобрений по всем сортам и доз удобрений по вариантам опыта. Выявлены тесные корреляционные связи между урожайностью и совокупностью признаков: массой зерна с одного колоса; числом зерен в колосе; массой 1000 зерен; общим количеством растений и продуктивных стеблей. Отмечено положительное влияние вспашки на структурно-агрегатный состав почвы. Средние показатели объемной массы обрабатываемого слоя по обоим способам обработки не превысили оптимальных значений плотности почвы для возделывания пшеницы озимой (1,24–1,27 г/см<sup>3</sup>). Запасы продуктивной влаги оценены как хорошие и удовлетворительные. Установлено, что от 51,0 до 88,0% изменчивости урожайности зависело от влияния и взаимовлияния наиболее значимых элементов структуры урожая ( $R^2$  – коэффициент детерминации 0,88; 0,77; 0,51).

**Ключевые слова:** пшеница озимая, чернозем слитый, вспашка, дискование, продуктивная влага, объемная масса, агрегатный состав, нормы удобрений, метеорологические факторы, структура урожая, коэффициент корреляции, урожайность

Для цитирования: Девтерова Н.И. Особенности формирования урожайности пшеницы озимой в зависимости от приемов основной обработки почвы и уровня удобрённости в условиях южно-предгорной зоны Северо-Западного Кавказа // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 114-122. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-114-122>

## FEATURES OF THE FORMATION OF WINTER WHEAT YIELD DEPENDING ON THE METHODS OF BASIC TILLAGE AND THE LEVEL OF FERTILIZATION IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOOTHILL ZONE OF THE NORTH-WEST CAUCASUS

Natalia I. Devterova

FSBSI «Adyghe Scientific Research Institute of Agriculture»; 48 Lenin str., Podgorny settl.,  
Maykop, 385064, the Russian Federation

**Abstract.** The research was out on low-humus heavy-duty heavy-clay merged leached chernozems in 2017–2020 in the Republic of Adygea, in the soybeans – winter wheat link of crop rotation. We studied the effect of soil cultivation techniques of varying intensity and fertilization level on the productivity of winter wheat and the agrophysical properties of the soil in its crops. The studies were carried out according to the method of the field experiment by B.A. Dospekhov. It was found that moldboard plowing was a more effective method for cultivating winter wheat, which provided additional formation of +1,18 t/ha (25,7%) of grain in comparison with double disking; sowing of winter wheat provided the maximum yield on the variants with the application of doses of Fon mineral fertilizers ( $N_{24} P_{104} + N_5 P_{20}$ ) +  $N_{30} + N_{30}$ , which contributed to the receipt of an additional +0,9 t/ha (18.8%) of grain. The effectiveness of the use of fertilizers for all varieties and doses of fertilizers according to the variants of the experiment was noted. Close correlations between productivity and a set of characteristics: the mass of grain from one spike; the number of grains in an ear; weight of 1000 grains; the total number of plants and productive stems were revealed. The positive effect of plowing on the structural and aggregate composition of the soil was noted. The average indices of the volumetric mass of the cultivated layer by both methods of cultivation did not exceed the optimal values of soil density for the cultivation of winter wheat (1,24–1,27 g/cm<sup>3</sup>). Productive moisture reserves were assessed as good and satisfactory. It was found that from 51,0 to 88,0% of the yield variability depended on the influence and mutual influence of the most significant elements of the yield structure ( $R^2$  is the coefficient of determination 0,88; 0,77; 0,51).

**Keywords:** winter wheat, merged chernozem, plowing, disking, productive moisture, bulk density, aggregate composition, fertilizer rates, meteorological factors, crop structure, correlation coefficient, yield

For citation: Devterova N.I. Features of the formation of winter wheat yield depending on the methods of basic tillage and the level of fertilization in the conditions of the southern foothill zone of the North-West Caucasus. *New technologies*. 2021; 17(5):114-122. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-114-122>

Один из наиболее значимых критериев при возделывании сельскохозяйственных культур – увеличение урожайности, которая в значительной степени зависит от

почвенно-климатических (температуры и влажности) и техно-экономических условий (правильно построенного, разработанного севооборота; предшественников,

способов обработки почвы, уровней минерального питания).

По данным Министерства сельского хозяйства Республики Адыгея (РА) вся посевная площадь в Адыгее составляет 233,3 тыс. га. Общая уборочная площадь озимых зерновых: в 2019 г. 103,2 тыс. га, в 2020 г. – 106,8 тыс. га, в 2021 г. – 115,2 тыс. га, из которых на долю пшеницы приходится: в 2019 г. – 91,2 тыс. га, 2020 г. – 92,2 тыс. га, 2021 г. – 93,4 тыс. га.

Площади под урожай пшеницы озимой в 2015 году в РА были увеличены с 79,6 до 83,4 тыс. га. В 2019 г. посевная площадь по отношению к 2018 г. составила 104,2% (табл. 1).

В 2011 г. уборочная площадь составила 80,475 тыс. га, в 2012 г. – 63,0–64,6 тыс. га. Снижение темпов производства зерна озимой пшеницы в 2012 году по РА связано с неблагоприятными погодными условиями и гибелью растений этой культуры на площади 2,3 тыс. га.

По данным экспертно-аналитического центра агробизнеса (w.w.w. ab-centre.ru) урожайность культуры за последние годы достигла своих максимальных значений в 2020 году – 52,1 ц/га, в 2016 г. – 51,4 ц/га, в 2015 г. – 49,2 ц/га, в 2011 г. – 41,1 ц/га. Повышение урожайности носит устойчивый характер и отмечается на

протяжении ряда лет. В 2020 г. средняя урожайность по РА – 52,1 ц/га, что по отношению к 2019 г. составила 110,1%, а к 2012–2019 гг. (в среднем за год) 118,9 %.

*Цель исследований* – изучение и оценка влияния приемов основной обработки почвы различной интенсивности, уровней удобренности, условий увлажнения и температуры, а также отдельных элементов структуры урожая на величину урожайности пшеницы озимой и агрофизические параметры почвы в ее посевах.

Исследования проводили на научном опытном поле Адыгейского НИИСХ. Опыт заложен в звене севооборота [3]: соя Амфор РС1, пшеница озимая сорта Таня (сорт является одним из широко возделываемых в РА).

В опыте использовали два способа обработки почвы: вспашку на 20–22 см и двукратное дискование дисковой бороной БДМ 4 на глубину 12–16 см [1] на трех уровнях минерального питания:  $N_{24}P_{104} + N_5P_{20}$  – фон; фон +  $N_{30} + N_{30}$ ; фон +  $N_{30} + N_{45}$ .

Система удобрений пшеницы озимой складывалась из трех приемов: основного, припосевного и подкормок. Для основного и припосевного внесения использовали аммофос, для подкормок – аммиачную селитру. Аммофос как основное

Таблица 1

**Посевная площадь, структура посевных площадей и урожайность пшеницы озимой в РА, в тыс. га в динамике**

| 2012 г.                                | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. |
|----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Вся посевная площадь                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 223,6                                  | 234,7   | 235,7   | 236,7   | 240,1   | 232,2   | 233,3   | 233,3   | 233,3   | 233,3   |
| Посевная площадь пшеницы озимой        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 64,6                                   | 78,4    | 79,6    | 83,4    | 85,2    | 75,6    | 87,4    | 91,1    | 92,2    | 93,4    |
| Структура в % ко всей посевной площади |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 28,9                                   | 33,4    | 33,8    | 35,1    | 35,5    | 32,5    | 37,5    | 39,0    | 39,5    | 40,0    |
| Урожайность, ц/га                      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 28,5                                   | 36,8    | 43,5    | 49,2    | 51,4    | 48,0    | 45,8    | 47,3    | 52,1    | 47,4    |

удобрение обеспечивает питание растений на протяжении всей вегетации. Рекомендации по использованию удобрений предполагают внесение от 20–30 до 30–40% общей нормы до посева, 5–10% при посеве и в виде подкормки 25–30–40%.

Главное условие эффективности азотных удобрений, вносимых в подкормку, правильное установление доз, которые корректируются в зависимости от плодородия опытного участка, предшествующей культуры. Для установления оптимальных доз удобрений используются методы почвенной диагностики [10].

Для стимулирования весеннего кущения – формирования дополнительных побегов – в начале возобновления весенней вегетации (II – этап органогенеза) проводили первую подкормку аммиачной селитрой в дозе  $N_{30}$  (0,9 ц/га) или 25,0% общей дозы азота. Вторую подкормку проводили в начале выхода растений в трубку (IV этап органогенеза) [8], что обеспечивало формирование повышенного числа продуктивных стеблей.

Во втором варианте доза первой и второй подкормок одинакова ( $N_{30} + N_{30}$ ).

В третьем варианте дозу второй подкормки увеличивали до  $N_{45}$  (1,3 ц/га) ( $N_{30} + N_{45}$ ).

Почвы опытного участка: выщелоченный слитой сверхмощный глинистый (на делювиальных глинах) чернозем [9].

По результатам агрохимического обследования содержание азота нитратного соответствовало очень низкой группе обеспеченности по Кравкову ( $<5,0$ ), фосфора подвижного – средней группе обеспеченности по методу Мачигина (16,0–30,0 мг/кг почвы). Показатели гумуса соответствовали низкой группе обеспеченности по методу Тюрина ( $<5,0$ ), рН солевой вытяжки – среднекислый (4,6–5,0).

Урожайность пшеницы озимой зависит от наличия почвенной влаги. Южно-предгорная зона Адыгеи характеризуется неравномерным распределением осадков в различные периоды вегетации.

Переувлажнение зачастую сменяется недобором осадков. В весенне-летний период часто наблюдается повышение температуры воздуха в сочетании с дефицитом влаги.

В холодный осенне-зимний период влагонакопления переувлажнение наблюдалось в 2017–2018 гг.; 2018–2019 гг.; 2019–2020 гг., что способствовало формированию запасов продуктивной влаги в слоях почвы.

Количество осадков в декабре – марте составило: 2017–2018 гг. – 360,9 мм (193,0%) при норме 187,0 мм. Переувлажнение периода составило +173,9 мм.

2018–2019 гг. – период характеризовался повышенным количеством осадков – 158,8 мм при норме 140,0 мм. Переувлажнение +18,8 мм.

2019–2020 гг. – количество выпавших осадков 346,9 мм (185,5%) при норме 187,0 мм. Переувлажнение +159,9 мм.

Недобором осадков в периоды сева и предшествующие севу отличались все годы исследований. В 2017 г. в первой декаде – 8,7 мм, во второй и третьей – 28,3 мм при норме 41,0 мм. В 2018 г. третья декада сентября (это период, предшествующий севу) характеризовалась пониженным количеством осадков 1,4 мм (7,4%) при норме 19,0 мм.

Условия увлажнения в октябре (17.10.2018) сложились благоприятно для сева. Количество осадков составило 68,9 мм (120,9 %) от нормы (57,0 мм).

В 2019 г. в ноябре пониженное количество осадков 53,2 мм (85,8 %) при норме 62,0 мм. Недобор осадков в период сева составил 8,8 мм.

Теплые периоды апрель – июнь также характеризовались неравномерностью распределения осадков. Так, в 2017 г. в этот период выпало 142,9 мм при норме 215,0 мм. Недобор составил –72,1 мм. Переувлажнение наблюдалось лишь во второй декаде апреля – 122,8% и в третьей декаде мая – 260,4%.

Весь весенне-летний период 2018 г. характеризовался недостаточным увлаж-

нением и отклонением среднемесячной температуры в сторону увеличения в апреле и мае, в среднем на +2,7 и в июне на +3,4°C. Третья декада июня (период конца молочной – начала восковой спелости зерна) отмечена недобором осадков –24,3 мм и отклонением температуры в сторону увеличения на +5,9°C. (Интернет-ресурс admin@pogoda360.ru)

В 2019 г. влагонакопление весенне-летнего периода благоприятно сказалось на развитии растений. За период апрель – июль выпало 466,4 мм осадков при норме 285,0 мм, переувлажнение составило 181,4 мм.

Таким образом, неравномерность распределения осадков по периодам вегетации, а также повышение температуры воздуха в сочетании с дефицитом влаги следует отнести к лимитирующим факторам формирования высокого уровня урожайности пшеницы озимой.

Однако в целом сложившиеся условия увлажнения и температурный режим во все годы исследований оказались благоприятными для получения хороших всходов и развития растений пшеницы озимой.

Урожайность пшеницы озимой в опыте в среднем по обоим способам обработки 5,18 т/га, по вспашке 5,77, по поверхностной обработке 4,59 т/га (табл. 2).

Применение доз удобрений: фон ( $N_{24} P_{104} + (N_5 P_{20}) + N_{30} + N_{30}$ ) обеспечило получение максимального уровня урожайности, как по вспашке 6,22 т/га, так и по поверхностной обработке 5,18 т/га – в среднем 5,7 т/га, но вспашка обеспечивает формирование более высокого уровня урожайности зерна озимой пшеницы [7].

Полученные прибавки урожайности в зависимости от доз удобрений +0,9 т/га ( $HCP_{05}$  т/га + 0,61) и применяемых способов обработки +1,18 т/га ( $HCP_{05}$  т/га + 0,50) достоверны (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность пшеницы озимой сорта Тания в зависимости от доз использования удобрений и обработок почвы (средняя)**

Table 2

**The yield of Tanya variety winter wheat depending on the doses of fertilizers and soil treatments (on average)**

| Обработки почвы<br>Фактор А            | Дозы азота<br>Фактор В, кг/га д.в.    | Вариант | Урожайность, средняя, т/га |             |                   |             |                                 |             |
|----------------------------------------|---------------------------------------|---------|----------------------------|-------------|-------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|                                        |                                       |         | По вариантам               | Прибавки, ± | По удобрениям ф.В | Прибавки, ± | По способам обработки почвы ф.А | Прибавки, ± |
| Вспашка<br>20–22 см                    | Фон ( $N_{24} P_{104} + N_5 P_{20}$ ) | 1       | 5,51                       | –           | 4,80              | –           | 5,77                            | +1,18       |
|                                        | Фон + $N_{30} + N_{30}$               | 2       | 6,22                       | +0,71       | 5,70              | +0,90       |                                 |             |
|                                        | Фон + $N_{30} + N_{45}$               | 3       | 5,57                       | +0,06       | 5,04              | +0,24       |                                 |             |
| Поверхностная<br>обработка<br>12–16 см | Фон ( $N_{24} P_{104} + N_5 P_{20}$ ) | 1       | 4,09                       | –           |                   |             | 4,59                            | –1,18       |
|                                        | Фон + $N_{30} + N_{30}$               | 2       | 5,18                       | +1,09       |                   |             |                                 |             |
|                                        | Фон + $N_{30} + N_{45}$               | 3       | 4,51                       | +0,42       |                   |             |                                 |             |
| Средняя в опыте                        |                                       |         | 5,18                       |             | 5,18              |             | 5,18                            |             |
| $HCP_{05}$ т/га                        |                                       |         |                            | +0,74       |                   | +0,61       |                                 | +0,50       |



Общее количество растений, сохранившихся к периоду полной спелости на 1 м<sup>2</sup>, продуктивная кустистость, озёрненность колоса, масса 1000 зерен, масса зерна с одного колоса – это элементы структуры урожая, определяющие зерновую продуктивность.

Показатели элементов структуры урожая изменялись в широких пределах, в зависимости от складывающихся условий увлажнения в период вегетации, применения удобрений, способов обработки.

В наших исследованиях количество растений сохранившихся к периоду полной спелости на 1 м<sup>2</sup>, продуктивная кустистость по поверхностной обработке выше, чем по вспашке 492/480 шт./м<sup>2</sup>; 463/448 шт./м<sup>2</sup> (табл. 3). Коэффициент продуктивной кустистости (КПК) 0,976; 0,968 соответственно.

Уровень удобрённости также оказал существенное влияние на формирование общего количества растений,

продуктивных стеблей и КПК на вариантах N<sub>24</sub> P<sub>104</sub> + N<sub>5</sub> P<sub>20</sub> + N<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> – это лучшие варианты.

На показатели озёрненности колоса в большей степени оказали влияние способы обработки почвы и условия увлажнения: по безотвальной обработке эти показатели ниже, чем по вспашке 26,9 шт.; 42,9 шт. и 2,04 г; 1,24 г.

Важнейший компонент урожайности – масса 1000 зерен – приблизительно одинаков по обоим способам обработки: 47,5 г; 46,3 г и в большей степени зависит от условий в период формирования последнего листа до окончания колошения (VII–VIII этапы органогенеза) [8] и в период формирования и налива зерна – в этот период можно проводить третью подкормку – 25,0% общей дозы азота, что способствует росту и озёрненности колоса, увеличению массы 1000 зерен и повышению качества урожая.

Показатели доли массы зерна в фазу уборочной спелости (уборочный индекс)

Таблица 3

**Структурный анализ урожайности пшеницы озимой сорта Тая (средние данные)**

| Structural analysis of Tanya variety winter wheat yield (average data) |    |                                                                     |                                                                          |                                                        |                           |                        |                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Вариант                                                                |    | Количество растений/<br>густота продуктивного<br>стеблестоя,<br>шт. | Коэффициент продуктивной<br>кустистости/<br>число зерен в колосе,<br>шт. | Масса 1000 зерен/<br>масса зерна с одного колоса,<br>г | Биологическая урожайность |                        | Уборочный индекс:<br>вес зерна/<br>вес снопа без корней,<br>% |
|                                                                        |    |                                                                     |                                                                          |                                                        | по вариантам,<br>т/га     | по обработкам,<br>т/га |                                                               |
| Вспашка                                                                | 1  | 504/492                                                             | 0,977/43,3                                                               | 47,6/2,06                                              | 10,1                      | 9,15                   | 42,5                                                          |
|                                                                        | 2  | 456/436                                                             | 0,957/48,4                                                               | 47,5/2,30                                              | 10,0                      |                        | 45,9                                                          |
|                                                                        | 3  | 428/416                                                             | 0,972/37,1                                                               | 47,4/1,76                                              | 7,32                      |                        | 56,9                                                          |
|                                                                        | ср | 463/448                                                             | 0,968/42,9                                                               | 47,5/2,04                                              | 9,15                      |                        | 48,4                                                          |
| Поверхностная обработка                                                | 1  | 420/412                                                             | 0,981/28,1                                                               | 46,2/1,30                                              | 5,35                      | 5,96                   | 48,7                                                          |
|                                                                        | 2  | 616/616                                                             | 1,000/26,9                                                               | 46,1/1,24                                              | 7,64                      |                        | 47,7                                                          |
|                                                                        | 3  | 440/412                                                             | 0,937/25,7                                                               | 46,6/1,20                                              | 4,90                      |                        | 43,5                                                          |
|                                                                        | ср | 492/480                                                             | 0,976/26,9                                                               | 46,3/1,24                                              | 5,96                      |                        | 46,6                                                          |

по обоим способам обработки находятся в оптимальных пределах от 42,5 до 56,9% (опт. 30,8–55,0–60,0%). Биологическая урожайность пшеницы озимой сорта Тая составила по вспашке 9,2 т/га и по поверхностной обработке 6,0 т/га, в среднем 7,6 т/га.

Качественная оценка запасов продуктивной влаги в исследуемых слоях проводилась с использованием шкалы оценки А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина, 1986 г.

Оптимальное содержание продуктивного запаса влаги (ПЗВ) составляет 70,0% от предельной полевой влагоемкости (ППВ 88,5 мм const).

Запасы продуктивной влаги, накопленные по вспашке, в слое 0–30 см в среднем составляют 34,1 мм, что в % от ППВ – 38,5%. Такое содержание продуктивной влаги характеризуется как удовлетворительное.

В слое 20–40 см накоплено 16,9 мм (19,0%) – запасы продуктивной влаги неудовлетворительные.

Запасы продуктивной влаги, накопленные по поверхностной обработке в слое 0–30 см, в среднем 46,6 мм (52,6 % от ППВ) – качественная оценка по шкале – хорошие.

В слое 20–40 см накоплено 27,1 мм или 30,8% от ППВ – запасы влаги удовлетворительные.

На слитых черноземах оптимальная плотность почвы для возделывания пшеницы озимой составляет 1,24–1,27 г/см<sup>3</sup>. Средние показатели объемной массы обрабатываемого слоя по вспашке не превышают оптимальных значений [4] и составляют в слое 15–25 см – 1,21 г/см<sup>3</sup>, в слое 0–40 см – 1,23 г/см<sup>3</sup>.

В слое 30–40 см отмечено превышение оптимальных показателей плотности почвы – 1,47 г/см<sup>3</sup>.

Исследованиями выявлено, что показатели объемной массы по поверхностной обработке выходят за пределы оптимальных для возделывания пшеницы озимой значений и составляют в среднем в слоях: 15–25 см – 1,47 г/см<sup>3</sup>; 30–40 см – 1,42 г/см<sup>3</sup>; 0–40 см – 1,38 г/см<sup>3</sup>.

В среднем плотность верхнего слоя почвы 0–10 см по обоим способам обработки почвы оказалась меньшей по сравнению с более глубокими слоями почвы.

В текущих исследованиях вспашка положительно повлияла на структурно-агрегатный состав почвы [6]. Различия в количестве агрегатов в почве размером 3–0,25 мм в слое 0–10 см в среднем составили 23,8% в пользу вспашки. Различия в количестве агрегатов в слое 15–25 см между изучаемыми способами обработки 8,4% в пользу поверхностной обработки. В слое 30–40 см различия находились в пределах 5,4% в пользу вспашки.

Вспашка способствовала увеличению количества агрономически ценных агрегатов, также в слое 0–40 см – на 6,9% [5].

Полученные результаты исследований оценивались при помощи дисперсионного и корреляционно-регрессивного анализов. Зависимости урожайности зерна озимой пшеницы от элементов структуры урожая описаны линейными уравнениями  $Y = \bar{y} + b_{yx}(X - \bar{x})$ . Данные корреляционно-регрессивного анализа свидетельствуют о том, что связь между результативным признаком – урожайностью и сочетанием таких признаков, как масса зерна с одного колоса, число зерен в колосе и масса 1000 зерен оказалась наиболее тесной.

Выявлена сильная степень зависимости урожайности: от массы зерна с одного колоса  $Y = 2,4 + 3,24X$ ,  $r = 0,94$ ;  $R^2 = 0,88$ ;  $tr_{0,05 \text{ факт.}} = 5,43$  ( $tr_{0,05 \text{ теор.}} = 2,78$ ); от числа зерен в колосе  $Y = 0,39 + 0,205X$ ,  $r = 0,88$ ;  $R^2 = 0,77$ ;  $tr_{0,05 \text{ факт.}} = 3,67$  ( $tr_{0,05 \text{ теор.}} = 2,78$ ). Выявлена значительная степень зависимости урожайности от массы 1000 зерен  $Y = 7,55 + 2,33X - 109,28$ ,  $r = 0,72$ ;  $R^2 = 0,51$ ;  $tr_{0,05 \text{ факт.}} = 2,06$  ( $tr_{0,05 \text{ теор.}} = 2,78$ ). Слабая степень зависимости урожайности от общего числа растений и количества продуктивных стеблей  $Y = 2,91 + 0,01X$ ,  $r = 0,32$ ;  $R^2 = 0,10$ ;  $tr_{0,05 \text{ факт.}} = 0,70$  ( $tr_{0,05 \text{ теор.}} = 2,78$ ).

Величины коэффициента детерминации  $R^2$  (0,1; 0,1; 0,51; 0,77; 0,88)

свидетельствуют, что от 10 до 88% изменчивости урожайности зависело от вариации элементов структуры урожая [3].

Таким образом, формирование урожайности проходило под влиянием не только заданных факторов, но и факторов внешней среды, влияние и взаимовлияние которых в той или иной степени качественно и количественно повлияло на результирующий признак – урожайность. Средняя урожайность по всему массиву составила 5,18 т/га, по отвальной обработке – 5,77 т/га, по безотвальной – 4,59 т/га. Лучший прием возделывания – применение доз удобрений: фон ( $N_{24} P_{104} + (N_5 P_{20}) + N_{30} + N_{30}$  в сочетании со вспашкой, что обеспечило получение максимального уровня урожайности 6,22 т/га. Прибавки урожайности в зависимости от доз удобрений +0,9 т/га ( $HCP_{05}$  т/га + 0,61) и применяемых способов обработки +1,18 т/га ( $HCP_{05}$  т/га + 0,50) достоверны.

На лучших вариантах сформировано большее общее количество растений и продуктивных стеблей: в среднем по вспашке 504/492, по поверхностной обработке 616/616 шт./м<sup>2</sup>.

Выявлено, что корреляционные связи между урожайностью и совокупностью признаков: масса зерна с одного колоса, число зерен в колосе, масса 1000 зерен, общее количество растений и продук-

тивных стеблей с 1 м<sup>2</sup> оказалась тесной ( $r$  0,94,  $r$  0,88,  $r$  0,72,  $r$  0,32,  $r$  0,31).

Величины значимых коэффициентов детерминации  $R^2$  от 0,51 до 0,88 свидетельствуют, что изменчивость урожайности пшеницы озимой на 51–88% зависела от вариации факторных признаков.

Различия в количестве агрономически ценных агрегатов (3,0–0,25 мм) в слоях 0–10, 30–40, 0–40 см в пользу вспашки в среднем составили 23,8; 5,4; 6,9% соответственно.

По поверхностной обработке вниз по профилю выявлено агроуплотнение слоев 10–20, 20–40, 0–40 см – 1,47; 1,42; 1,38 г/см<sup>3</sup>.

По поверхностной обработке накоплено 52,6% (46,6 мм) от предельной полевой влагоемкости, по вспашке 38,5% (34,1 мм).

К лимитирующим факторам формирования высокого уровня урожайности следует отнести неравномерность распределения осадков по периодам вегетации исследуемой культуры и нередко возникающее, особенно в весенне-летний период, повышение температуры воздуха в сочетании с дефицитом влаги.

Максимальная реализация генетического и биологического потенциала растений озимой пшеницы возможна при соблюдении элементов технологий, а также при благоприятно складывающихся условиях увлажнения и температуры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Благополучная О.А., Девтерова Н.И. Нетрадиционные энергосберегающие способы обработки почв тяжелого механического состава в звене севооборота // Новые технологии. 2020. Вып. 1/51. С. 124–130.
2. Девтерова Н.И., Благополучная О.А. Влияние различных способов обработки почвы на продуктивность культур и агрофизические свойства слитых черноземов // Земледелие. 2019. № 3. С. 31–33.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Кильдюшкин В.М., Сидоркин А.Ф. Способы обработки, удобрения и агрофизические свойства почвы // Земледелие. 2010. № 1. С. 23–24.
5. Кураченко Н.Л., Картавых А.А. Агрофизическое состояние черноземов Красноярской лесостепи в условиях ресурсосберегающих технологий основной обработки // Земледелие. 2017. № 2. С. 17–19.
6. Мамсиров Н.И. Агрофизические параметры слитого чернозема при разных способах его обработки // Новые технологии. 2015. Вып. 2. С. 198–203.

7. Мельник А.Ф., Мартынов А.Ф. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы // Вестник Орловского ГАУ. 2012. № 2 (35). С. 23–27.
8. Технологические риски снижения урожая зерновых культур при страховой защите с государственной поддержкой / под ред. Милащенко Н.З., Щербакова В.В. М.: Агрия, 2016. 348 с.
9. Хитров Н.Б. Генезис, диагностика, свойства и функционирование глинистых набухающих почв Центрального Предкавказья. М., 2003. 505 с.
10. Шеуджен А.Х. Питание и удобрения зерновых культур. Пшеница. Майкоп: Аякс, 2010. С. 28–29.

#### REFERENCES:

1. Blagopoluchnaya O.A., Devterova N.I. Unconventional energy-saving methods of soil cultivation with heavy mechanical composition in the crop rotation link. New technologies. 2020; 1–51:124–130. (In Russ).
2. Devterova N.I., Blagopoluchnaya O.A. Influence of various methods of soil cultivation on crop productivity and agrophysical properties of merged chernozems. Agriculture. 2019; 3:31–33. (In Russ).
3. Dospekhov B.A. Field experiment technique. Moscow: Kolos, 1979. 416 p. (In Russ).
4. Kildyushkin V.M., Sidorkin A.F. Processing methods, fertilizers and agrophysical properties of the soil. Agriculture. 2010; 1:23–24. (In Russ).
5. Kurachenko N.L., Kartavykh A.A. Agrophysical state of chernozems of the Krasnoyarsk forest-steppe in the conditions of resource-saving technologies of basic processing. Zemledelie. 2017; 2:17–19. (In Russ).
6. Mamsirov N.I. Agrophysical parameters of merged chernozems with different methods of its processing. New technologies. 2015; 2:198–203. (In Russ).
7. Miller A.F., Martynov A.F. Formation of yield and quality of winter wheat grain. Bulletin of the Orlov State Agrarian University. 2012; 2(35):23–27. (In Russ).
8. Technological risks of reducing the yield of grain crops with insurance protection with state support / ed. by Milashchenko N.Z., Shcherbakova V.V. Moscow: Agriya, 2016. 348 p. (In Russ).
9. Khitrov N.B. Genesis, diagnostics, properties and functioning of clay swelling soils of the Central Ciscaucasia. Moscow, 2003. 505 p. (In Russ).
10. Sheudzhen A.Kh. Nutrition and fertilization of grain crops. Wheat. Maykop: Ajax, 2010. 28–29 p. (In Russ).

#### **Информация об авторе / Information about the author**

**Наталья Ильинична Девтерова**,  
старший научный сотрудник отдела зем-  
леделия ФГБНУ «Адыгейский научно-  
исследовательский институт сельского  
хозяйства»  
gnuaniish@mail.ru  
тел.: 8 (908) 228 18 11

**Natalya I. Devterova**, a senior re-  
searcher of the Department of Agriculture  
of FSBSI «Adyghe Scientific Research  
Institute of Agriculture»  
gnuaniish@mail.ru  
tel.: 8 (908) 228 18 11

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-123-133>



УДК 676.08:635.8

© 2021

Поступила 14.09.2021

Received 14.09.2021

Принята в печать 20.10.2021

Accepted 20.10.2021

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

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ / REVIEW ARTICLE

## УТИЛИЗАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ГРИБОВ

Иван А. Фоменко, Светлана Н. Тучкова\*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»;  
Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация

**Аннотация.** Накопление растительносодержащих отходов является серьезной проблемой для экологии. Благодаря грибам с высокой целлюлолитической активностью можно переработать их в ценные продукты, которые будут полезны в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве. К ферментам целлюлолитического комплекса относят 1,4-β-D-глюкан-4-глюканогидролазу, экзо-1,4-β-глюкозидазу, целлобиогидролазу, β-глюкозидазу. 1,4-β-D-глюкан-4-глюканогидролазы разрушают β-1,4-гликозидные связи внутри цепи полисахаридов целлюлозы и лихенина. Экзоглюканазы разрушают β-1,3- и β-1,4-гликозидные связи на конце молекулы. Целлобиогидролазы расщепляют β-1,4-гликозидные связи с образованием целлобиозы и глюкозы. Завершают процесс деструкции β-глюкозидазы. К грибам с высокой целлюлолитической активностью относятся как представители отдела *Ascomycota*, так и *Basidiomycota*. Аскомицет *Chaetomium globosum* продуцирует эндоглюканазы двух семейств и 8 целлобиогидролаз. *Myceliophthora thermophila* также продуцирует эндоглюканазы и целлобиогидролазы, самая распространенная из которых – Mt Cel7A. Гриб является перспективным продуцентом термостабильных ферментов. *Trichoderma reesei* имеет длительную историю безопасного использования в качестве источника высокоактивных целлюлолитических ферментов и других ценных метаболитов. LPMO целлюлолитического гриба *Thielavia terrestris* считаются вспомогательными ферментами, но могут негативно влиять на основные ферменты комплекса. *Irpex lacteus* также продуцирует LPMO и полный комплекс целлюлолитических ферментов. Целлюлолитическую активность грибов и их способность расти на дешевых субстратах можно использовать для биоконверсии растительных отходов в ценные продукты. Один из путей их утилизации – превращение в комбикорма с повышенным содержанием белка за счет использования заквасок. Применение грибов повысит содержание белка и простых углеводов, обогатит комбикорма жирами. Другой способ – получение целлюлаз, которые широко применяются во многих отраслях промышленности. Благодаря получению биодизеля и биоэтанола из целлюлозосодержащего сырья можно решить проблему недостатка топлива, заменив энергоносители из невозобновляемых источников энергии на их экологичные аналоги. Они менее токсичны, чем дизель и бензин, а также получаются из возобновляемых ресурсов.



**Ключевые слова:** целлюлолитические ферменты, целлюлоза, гидролиз, биоконверсия, *Chaetomium globosum*, *Myceliophthora thermophila*, *Trichoderma reesei*, *Thielavia terrestris*, *Irpex lacteus*, биотопливо

Для цитирования: Фоменко И.А., Тучкова С.Н. Утилизация целлюлозосодержащих отходов при помощи грибов // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 123-133. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-123-133>

## CELLULOSE-CONTAINING WASTE RECYCLING USING FUNGI

Ivan A. Fomenko, Svetlana N. Tuchkova \*

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

**Abstract.** Accumulation of plant waste is a serious environmental problem. Mushrooms with high cellulolytic activity can process it into valuable products that will be useful in solving various industries and agriculture problems. The enzymes of the cellulolytic complex include 1,4- $\beta$ -D-glucan-4-glucanohydrolase, exo-1,4- $\beta$ -glucosidase, cellobiohydrolase,  $\beta$ -glucosidase. 1,4- $\beta$ -D-glucan-4-glucanohydrolases destroy  $\beta$ -1,4-glycosidic bonds within the chain of cellulose and lichenin polysaccharides. Exoglucanases destroy  $\beta$ -1,3- and  $\beta$ -1,4-glycosidic bonds at the end of the molecule. Cellobiohydrolases cleave  $\beta$ -1,4-glycosidic bonds to form cellobiose and glucose.  $\beta$ -glucosidase complete the process of destruction. Fungi with high cellulolytic activity include both representatives of the *Ascomycota* and *Basidiomycota* divisions. Ascomycete *Chaetomium globosum* produces endoglucanases of two families and 8 cellobiohydrolases. *Myceliophthora thermophila* also produces endoglucanases and cellobiohydrolases, the most abundant of which is Mt Cel7A. The fungus is a promising producer of thermostable enzymes. *Trichoderma reesei* has a long history of safe use as a source of highly active cellulolytic enzymes and other valuable metabolites. LPMOs of the cellulolytic fungus *Thielavia terrestris* are considered auxiliary enzymes, but can negatively affect the main enzymes of the complex. *Irpex lacteus* also produces LPMO and a complete cellulolytic enzyme complex. The cellulolytic activity of fungi and their ability to grow on cheap substrates can be used to bioconvert plant waste into valuable products. One of the ways to utilize them is to convert into compound feed with a high protein content through the use of starter cultures. The use of mushrooms will increase the content of protein and simple carbohydrates, enrich the feed with fats. Another method is to obtain cellulases, which are widely used in many industries. Thanks to the production of biodiesel and bioethanol from cellulose-containing raw materials it is possible to solve the problem of lack of fuel by replacing energy carriers from non-renewable energy sources with their environmentally friendly counterparts. They are less toxic than diesel and gasoline and are also made from renewable resources.

**Keywords:** cellulolytic enzymes, cellulose, hydrolysis, bioconversion, *Chaetomium globosum*, *Myceliophthora thermophila*, *Trichoderma reesei*, *Thielavia terrestris*, *Irpex lacteus*, biofuel

For citation: Fomenko I.A., Tuchkova S.N. Cellulose-containing waste recycling using fungi. New technologies. 2021; 17(5):123-133. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-123-133>

### Введение

Производство пищевой продукции, изделий из дерева непременно сопровождается получением отходов с большим

содержанием целлюлозы. Они образуются при обработке древесины, производстве пищи, заготовке зерна. Однако их можно превратить в продукты с

повышенной добавочной стоимостью при помощи ферментативных комплексов, разрушающих целлюлозу. Биоконверсия сырья позволяет не только вернуть углерод в природный цикл и уменьшить количество отходов, но и решить некоторые сельскохозяйственные и энергетические проблемы.

#### *Ферменты целлюлолитического комплекса*

К способным разрушать целлюлозу ферментам относятся:

1. 1,4- $\beta$ -D-глюкан-4-глюканогидролазы;
2. 1,4- $\beta$ -D-глюканглюкогидролаза (экзо-1,4- $\beta$ -глюкозидаза);
3. 1,4- $\beta$ -D-глюканцеллобиогидролаза (целлобиогидролаза);
4. 1,4- $\beta$ -D-глюкозидглюкогидролаза ( $\beta$ -глюкозидаза).

1,4- $\beta$ -D-глюкан-4-глюканогидролазы начинают процесс деструкции целлюлозы – ферменты разрушают макромолекулу целлюлозы на олигосахариды. Они способны расщеплять  $\beta$ -1,4-гликозидные связи в целлюлозе, полисахариде лишайников лишенине и  $\beta$ -глюканах зерна. Продукты ферментативного гидролиза эндоглюканазы – целлоолигосахариды в большей степени, а меньшей – глюкоза и целлотриозы.

Если эндоглюканазы разрушают  $\beta$ -1,4 связи внутри полимера, то 1,4- $\beta$ -D-глюканглюкогидролазы атакуют  $\beta$ -1,4-гликозидные связи на концах молекулы. Эндоглюканазы способны гидролизовать также  $\beta$ -1,3-гликозидные связи в (1,4;-1,3)  $\beta$ -глюкане и 1,3- $\beta$ -глюкане [1].

Под действием 1,4- $\beta$ -D-глюканцеллобиогидролазы разрушаются  $\beta$ -1,4-гликозидные связи в целлюлозе и целлоолигосахаридах со степенью полимеризации выше трех и образуются целлобиоза и глюкоза в качестве минорного продукта. Целлобиогидролазы семейства GH7 обеспечивают большую часть ферментативной активности грибных целлюлолитических комплексов. На сегодняшний день сообщается о многих структурах СВН GH7, включая хорошо

изученный Cel7A *T. reesei*, обозначенный Tr Cel7A [2].

$\beta$ -глюкозидазы способны расщеплять не только  $\beta$ -1,4-гликозидные связи, но и  $\beta$ -1,2,  $\beta$ -1,3 и  $\beta$ -1,6 связи. Продуктом реакции является глюкоза. Таким образом, начинается процесс деструкции целлюлозы эндоглюканаза, а завершает целлобиаза. Нерастворимая в воде клетчатка превращается в дисахарид целлобиозу, которая затем под влиянием фермента целлобиазы гидролизуется и переходит в глюкозу [3].

Как и у других ферментов, действие целлюлаз основано на снижении энергии, необходимой для перевода молекулы субстрата в активное состояние. Снижение энергии активации при ферментативном катализе обусловлено увеличением числа стадий химического процесса [4].

Недавно было обнаружено, что присоединение остатков глюкозы (в частности, N-гликозилирование) к целлюлазам может оказывать существенное влияние на их активность по отношению к различным видам целлюлозы за счет того, что N-связанные гликаны способны взаимодействовать с полисахаридным субстратом, в том числе и те из них, которые находятся на периферии белковой глобулы [5].

#### *Грибы с высокой целлюлолитической активностью*

Такие грибы, как *Chaetomium globosum*, *Myceliophthora thermophila*, *Trichoderma reesei*, *Thielavia terrestris* и *Irpex lacteus* обладают высокой целлюлолитической активностью и способны расти на дешевых субстратах.

Сапрофитный гриб *C. globosum* имеет широкое распространение. Он встречается в почве, старых зданиях и морской воде. Несмотря на непоследовательность и противоречие в определении границ *C. globosum*, он, несомненно, является одним из наиболее важных видов *Chaetomium* из-за его различных положительных и отрицательных воздействий на человека и окружающую среду [6].

Протеомный анализ целлюлолитического ферментного препарата показал, что эндоглюканазы были представлены двумя семействами: GH5 и GH7. В комплексе имеются 8 целлобиогидролаз, включая СВН-I (GH6 и 7), который атакует восстанавливающий конец цепи целлюлозы, и СВН-II, который атакует невосстанавливающий конец [7].

*M. thermophila* – гриб, хорошо развивающийся при температуре 54–50°C. Этот аскомицет широко распространен и встречается в древесных опилках и соломенном компосте. Способность организма к росту при высокой температуре и высокая ферментативная активность делает его перспективным продуцентом.

К недостаткам данного продуцента можно отнести тот факт, что он может являться возбудителем феогифомикоза (феомикотической кисты). Однако это происходит только при подкожной инвазии [8].

*M. thermophila* секретирует четыре фермента GH7, из которых наиболее распространенные Mt Cel7A и Mt Cel7D включают домен CBM1, а Mt Cel7B и Mt Cel7C – нет [9].

Термостабильная целлобиогидролаза Mt Cel7A имеет в своем составе GH7-каталитического домена, линкер и модуля связывания углеводов типа CBM1. Как и многие другие целлюлолитические ферменты, эта целлобиогидролаза проявляет более высокую активность по отношению к аморфным субстратам, чем к кристаллическим. Оптимальной для фермента является кислая среда (pH 4–5). При инкубации в течение трех суток при температуре 50°C фермент сохраняет 100-процентную активность [10].

Важным продуцентом целлюлолитических ферментов является *T. reesei*. Данный гриб имеет семидесятилетнюю историю безопасного использования в качестве продуцента ферментов. Несмотря на широкий спектр продуцируемых вторичных метаболитов, гриб не производит микотоксины. Конечно, в геноме *T. reesei* присутствует кластер генов,

ответственных за синтез иммуносупрессивного глиотоксина, однако в культуре он не был обнаружен [11].

Широкое применение *T. reesei* в производстве целлюлаз обусловлено как безопасностью, так и высокоактивными целлюлолитическими ферментными препаратами. Гриб является источником пяти семейств целлюлаз: эндо-β-1,4-D-глюканазы обнаружены в GH5, GH7, GH12 и GH45, а СВН – в GH6 и GH7. β-глюкозидазы семейства GH3 внеклеточные, а GH1 – внутриклеточные [12].

Основная целлобиогидролаза CEL7A имеет процессивный способ катализа, благодаря чему происходит быстрое расщепление целлюлозы. А целлюлазы из семейства GH6 обладают уникальной особенностью – действием с невосстанавливающего конца целлюлозной цепи.

Несмотря на все вышесказанное, гриб имеет два недостатка – дефицит β-глюкозидазы и целлобиогидролазы II. Использование сильного промотора Pcbh1 позволило увеличить активность на фильтровальной бумаге с  $2,45 \pm 0,36$  FPIU/мл до  $7,21 \pm 0,45$  и  $7,69 \pm 0,42$  FPIU/мл [13].

Также необходимо помнить о положительном и отрицательном влиянии продуцирования одних ферментов комплекса на другие. Например, сверхэкспрессия *cel3b* или *cel3g* значительно усиливает продукцию β-глюкозидазы, а чрезмерная экспрессия гена *cel1b*, напротив, снижает общую целлюлолитическую активность. Также сверхэкспрессия *cel3b* или *cel3g*, а также *cel3e*, *cel3f*, *cel3h*, *cel3j*, *cel3c* ингибирует синтез эндоглюканазы [14].

Встречающийся в почве термофильный гриб *T. terrestris* продуцирует активные и устойчивые к высокой температуре целлюлазы и гемицеллюлазы, что делает его ценным биологическим агентом.

Помимо основных ферментов целлюлолитического комплекса, *T. terrestris* является источником литической полисахаридмонооксигеназы Tt AA9E. Семейство AA9 – это девятое семейство

вспомогательной активности. Ферменты, относящиеся к нему, катализируют окислительное расщепление гликозидных связей целлюлозы и других полисахаридов.

В отличие от основных целлюлолитических ферментов LPMO проявляют большее сродство к кристаллическому субстрату. За счет них происходит модификация нативной структуры, что повышает эффективность основных целлюлаз [15].

Уровень синтеза LPMO отличается у разных видов. Например, у многих видов *Trichoderma* присутствует всего несколько генов, в то время как у других целлюлолитических грибов их количество достигает до 40 [16].

Уровень синергии LPMO зависит от продуцента и субстрата. Например, при деструкции обработанной ди-гидрогенсульфатом рисовой соломы синергетическая активность полисахаридмонооксигеназы Tt AA9E, продуцируемой *T. terrestris*, выше, чем LPMO из *Thermoascus aurantiacus* Ta AA9A: в 1,9 или 1,8 раза против 1,9 или 1,5. Однако при ферментативном гидролизе рисовой соломы, обработанной раствором аммиака, результаты противоположные – Tt AA9E увеличивает активность в 1,1 или 1,2 раза, а Ta AA9A в 1,4 раза [17].

Однако вспомогательные ферменты не всегда оказывают положительное влияние на активность целлюлолитического комплекса. Описанный выше фермент Tt AA9E ингибирует целлюобиогидролазу Tt Cel7A. Также он сильно подавляет действие Tr Cel7A. Механизм подавления не изучен до конца, однако об этом необходимо помнить, так как целлюобиогидролазы играют важную роль в ферментативном гидролизе целлюлозы [18].

Базицидиомицет *I. lacteus* широко распространен на территории России. Геномный анализ показал, что гриб имеет полный набор ферментов, необходимых для разрушения целлюлозы до моносахаров: целлюобиогидролазами (GH6 и GH7), эндоглюканазами (GH5, GH9, GH12,

GH44 и GH45) и  $\beta$ -глюкозидазами (GH1 и GH3). Помимо этого, базицидиомицет способен синтезировать 17 LPMO [19].

На активность целлюлаз *I. lacteus* оказывает большое влияние время культивирования продуцента. Способность разрушать целлюлозу наиболее высока у ферментов, полученных из грибов через 4 дня культивирования. Они гидролизуют 63% целлюлозосодержащего субстрата в моносахара. После восьми дней культивирования ферментативная активность составляет только 43% от ферментов из четырехдневных культур [20].

*Наиболее распространенные и перспективные пути утилизации богатых целлюлозой растительных отходов*

Целлюлолитическую способность грибов можно использовать для утилизации растительных отходов. Один из способов – получение продуктов с высоким содержанием белка.

Рацион сельскохозяйственных животных состоит в основном из растительного сырья, доля белка в которых довольно низкая. Оптимальным способом решения этой проблемы является использование этой проблемы является использование закваски. При этом происходит биотехнологическая стадия ферментации. В качестве продуцента используются грибы с высокой целлюлолитической активностью. В результате увеличения биомассы грибов растительное сырье превращается в богатый белками корм. Получение такой продукции важно не только для фермеров, но и производителей, так как мировые цены на кормовые препараты устанавливаются исходя из количества содержащегося протеина: ~ 8 долл. США за 1% протеина в 1 т корма [21].

В качестве субстрата для производства таких кормов могут использоваться отходы деревообрабатывающей промышленности, сельского хозяйства и побочные продукты животноводства.

В клетках грибов содержится меньше белка, чем в клетках бактерий. Однако содержание нуклеиновых кислот в грибах в несколько раз ниже, чем в прокариотах



– 1,7 и 16% соответственно. Это положительно сказывается на качестве конечного продукта. Кроме того, грибы обогащают корма жирами, они способны потреблять больше субстратов, что позволяет использовать в качестве сырья отходы.

При ферментации отходов перерабатывающей промышленности продуцентами-мицелиальными грибами *Aspergillus niger*, *Bjerkandera adusta*, *Cerrena unicolor*, *Ganoderma lucidum*, *Penicillium verruculosum*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus aqariceus*, *Trametes hirsutus*, *T. versicolor* и *Trichoderma lignorum* содержание сырого протеина увеличилось с 3–6 до 7,8–16,8%. Кроме того, доля белка повысилась в 4 раза: с 2–4 до 7,8–16,8%, а количество целлюлозы снизилось с 32,0–35,5 до 22,0–27,1% [22].

Получение кормов с высоким содержанием белка из отходов при помощи грибов – распространенный способ утилизации.

Также отходы можно использовать для получения целлюлолитических ферментных препаратов. Эти ферменты широко используются в пищевой промышленности для приготовления пива из сырья, содержащего большое количество несоложенных материалов, в текстильной промышленности.

Так как целлюлолитические ферменты являются индуцибельными, необходимо использовать сырье, богатое целлюлозой. Чаще всего для их получения используют солодовые ростки или пшеничные отруби, содержащие достаточное количество азота, благодаря чему не требуется дополнительного введения элемента. При применении другого сырья азот вводят в составе органических или минеральных соединений. Например, для грибов рода *Trichoderma* лучше всего подходит аммонийный азот.

Добавление таких стимуляторов, как эпин и гетероауксин также положительно влияет на целлюлолитическую активность продуцентов. Содержание сырой клетчатки в подсолнечном шроте после

ферментации с применением аскомицета *T. reesei* в контрольной среде составило 13,76%, а при содержании эпина в концентрации  $10^{-1}$  – 12,1%. Диаметр зоны лизиса также увеличился. В контрольной среде он составлял 30,25 мм, при добавлении  $\beta$ -индолилуксусной кислоты – 38 мм при 120 ч культивирования, максимальный диаметр наблюдался при добавлении эпина – 40 мм [23].

Отрицательное воздействие на целлюлолитическую активность оказывают фториды, которые используются в металлургии. При концентрации фторида 10 мг/л ухудшается синтез целлюлаз у всех грибов, даже у устойчивого к этим соединениям *A. niger* [24].

Помимо обогащения кормов белком и получения ценных ферментов из побочных продуктов существует еще один способ утилизации отходов – получение биотоплива. Это позволит решить сразу несколько проблем – снизить количества отходов и получить альтернативу невозобновляемым источникам энергии, сократив тем самым выбросы  $\text{CO}_2$ . Оба вида биотоплива имеют нулевой баланс диоксида углерода: при их сжигании высвобождается то количество диоксида углерода, которое использовало растение для фотосинтеза.

Из-за пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 и введенным карантинном произошло снижение мирового потребления нефти в 2020 году до 9,3 млн б/д, что меньше на 6,4% по сравнению с 2019 годом. Однако после полной стабилизации эпидемиологической ситуации использование не только вернется на докризисный уровень, но и с высокой долей вероятности превысит его [25].

Учитывая мировую потребность в энергии, необходимо обратить внимание на возобновляемые источники, например, биоэтанол, который получил большое распространение в США, и биодизель, популярный в Европе.

Энергетический потенциал биодизеля такой же, как и у обычного дизеля.



Экологичное топливо менее токсично, не содержит бензола, который обладает канцерогенным, тератогенным, мутагенным действием [26]. Также оно не содержит ароматических соединений, а концентрация серы в нем настолько незначительная, что в выхлопных газах практически нет оксидов серы и полициклических ароматических углеводородов. Благодаря тому, что биодизель разлагается в естественных условиях на безопасные компоненты, он не представляет угрозы для флоры и фауны [27].

Благодаря использованию побочного продукта производства биодизеля – глицерина в качестве субстрата для получения липидов, которые необходимы для получения топлива, можно снизить его себестоимость. Подходящие продуценты – грибы, способные накапливать триацилглицериды, близкие по составу к растительным маслам [28].

Но более перспективным все же является биоэтанол. Его добавление в топливо снижает расход нефти и токсичность выхлопных газов. Все машины, использующие в качестве топлива бензин, способны использовать смеси, содержащие до 20% этанола. Для использования смеси, включающей в состав 85% этанола, необходимы двигатели с другой системой зажигания. Такие автомобили называются Flex-Fuel [29].

Применение E85 (топлива, содержащего 85 % этанола) позволяет сократить токсичность выхлопных газов на 20–40% по сравнению с чистым бензином [30].

Таким образом, благодаря высокой целлюлолитической активности грибов *C. globosum*, *M. thermophila*, *T. reesei*, *T. terrestris* и *I. lacteus* можно перерабатывать растительные отходы в полезные продукты, которые применяются в сельском хозяйстве, промышленности, а

также позволяют уменьшить антропогенное влияние на природу за счет снижения количества выделяемого в атмосферу углекислого газа, токсичных соединений и сокращения потребления полезных ископаемых.

#### Выводы

На основе проанализированной информации можно сделать несколько выводов:

- за разрушение целлюлозы отвечает целый комплекс ферментов, который включает в себя 1,4-β-D-глюкан-4-глюканогидролазы, экзо-1,4-β-глюкозидазы, целлобиогидролазы, β-глюкозидазы;

- грибы *C. globosum*, *M. thermophila*, *T. reesei*, *T. terrestris* и *I. lacteus* обладают полным набором ферментов, необходимых для деструкции целлюлозы;

- производство при помощи грибных заквасок комбикормов с высоким содержанием белка позволяет решить проблему низкой пищевой ценности кормов;

- получение целлюлолитических ферментов при помощи грибов позволяет не только избавляться от отходов, но и производить ценные белковые препараты, имеющие более низкую себестоимость по сравнению с биологически активными веществами, выделенными из другого сырья, которые впоследствии используются в различных отраслях промышленности;

- биоконверсия целлюлозосодержащих отходов в биотопливо поможет решить проблему чрезмерного использования невозобновляемых источников энергии, но для применения смесей с содержанием до 85% процентов этанола нужны автомобили с отличной от традиционных моделей системой зажигания, для применения биодизеля же необходимо снизить затраты на его производство.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Bacic A., Fincher G., Stone B. Chemistry, biochemistry and biology of (1-3)-p-glucans and related polysaccharides. N.Y., 2019.

2. Taylor L.E. [et al.] Engineering enhanced cellobiohydrolase activity. *Nature communications*. 2018. Т. 9, № 1. С. 1–10.
3. Плеханова Л.Н., Каширская Н.Н., Сыроватко А.С. Активность целлюлозолитических микроорганизмов в грунтах кремированных захоронений как индикатор деталей погребального обряда // *Нижеволжский археологический вестник*. 2020. Т. 19, № 1. С. 116–129.
4. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия: учебник. Люберцы: Юрайт, 2015. 640 с.
5. Dotsenko A.S. [et al.] N-linked glycosylation of recombinant cellobiohydrolase I (Cel7A) from *Penicillium verruculosum* and its effect on the enzyme activity. *Biotechnology and bioengineering*. 2016. Т. 113, № 2. С. 283–291.
6. Wang X.W. [et al.] Phylogenetic reassessment of the *Chaetomium globosum* species complex. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*. 2016; 36:83.
7. Wanmolee W. [et al.] Biochemical characterization and synergism of cellulolytic enzyme system from *Chaetomium globosum* on rice straw saccharification. *BMC biotechnology*. 2016; 16(1):1–12.
8. Destino L. [et al.] Severe osteomyelitis caused by *Myceliophthora thermophila* after a pitchfork injury. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*. 2006; 5(1):1–5.
9. Dos Santos H.B. [et al.] *Myceliophthora thermophila* M77 utilizes hydrolytic and oxidative mechanisms to deconstruct biomass. *Amb Express*. 2016; 6(1):1–12.
10. Kadowaki M.A.S. [et al.] Biochemical and structural insights into a thermostable cellobiohydrolase from *Myceliophthora thermophila*. *The FEBS journal*. 2018; 285(3):559–579.
11. Frisvad J. C. [et al.] Safety of the fungal workhorses of industrial biotechnology: update on the mycotoxin and secondary metabolite potential of *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, and *Trichoderma reesei*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2018; 102(22):9481–9515.
12. Guo B. [et al.] Comparison of catalytic properties of multiple  $\beta$ -glucosidases of *Trichoderma reesei*. *Applied microbiology and biotechnology*. 2016; 100(11):4959–4968.
13. Fang H. [et al.] Simultaneous enhancement of the beta-exo synergism and exo-exo synergism in *Trichoderma reesei* cellulase to increase the cellulose degrading capability. *Microbial cell factories*. 2019; 18(1):1–14.
14. Pang A.P. [et al.] Dissecting Cellular Function and Distribution of  $\beta$ -Glucosidases in *Trichoderma reesei*. *Mbio*. 2021; 12(3):e03671–20.
15. Vermaas J.V. [et al.] Effects of lytic polysaccharide monooxygenase oxidation on cellulose structure and binding of oxidized cellulose oligomers to cellulases. *The Journal of Physical Chemistry B*. 2015; 119(20):6129–6143.
16. Busk P.K., Lange L. Classification of fungal and bacterial lytic polysaccharide monooxygenases. *BMC genomics*. 2015; 16(1):1–13.
17. Kim I.J. [et al.] Type-dependent action modes of Tt AA9E and Ta AA9A acting on cellulose and differently pretreated lignocellulosic substrates. *Biotechnology for biofuels*. 2017; 10(1):1–8.
18. Keller M.B. [et al.] A comparative biochemical investigation of the impeding effect of C1-oxidizing LPMOs on cellobiohydrolases. *Journal of Biological Chemistry*. 2021; 296:100–504.
19. Qin X. [et al.] Deciphering lignocellulose deconstruction by the white rot fungus *Irpex lacteus* based on genomic and transcriptomic analyses. *Biotechnology for biofuels*. 2018; 11(1):1–14.
20. Mezule L., Civzele A. Bioprospecting White-Rot Basidiomycete *Irpex lacteus* for Improved Extraction of Lignocellulose-Degrading Enzymes and Their Further Application. *Journal of Fungi*. 2020; 6(4):256.
21. Луканин А.В. Инженерная экология: защита литосферы от твердых промышленных и бытовых отходов: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2018. 556 с.
22. Биохимический состав продуктов, полученных путем микробиологической конверсии лигноцеллюлозных субстратов мицелиальными грибами / Бахшалиев А.Е. [и др.] // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2020. № 4. С. 7–11.

23. Изучение влияния биостимуляторов на активность бактериальных и грибных гидролаз / Евдокимова К.В. [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79, № 4.
24. Приставка А.А., Попова И.В. Влияние фторида натрия на ферментативную активность грибных целлюлаз // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2015. № 1 (12).
25. Обзор мировых энергетических рынков: рынок нефти / Лазарян С.С. [и др.] // Вестник научно-исследовательского финансового института Минфина России. 2021.
26. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans et al. Chemical agents and related occupations. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. 2012; 100(Pt F):9.
27. Гафуров Н.М., Хисматуллин Р.Ф. Преимущества биодизельного топлива // Инновационная наука. 2016. № 5. С. 72.
28. Subramaniam R. [et al.] Microbial lipids from renewable resources: production and characterization. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 2010; 37(12):1271–1287.
29. Гусев А.Б. Биотопливо – инновационная перспектива российской энергетики // Управление наукой и наукометрия. 2008. № 6.
30. Саубенова М.Г., Кузнецова Т.В. Производство биоэтанола как альтернативного источника энергии // Приволжский научный вестник. 2015. №. 7 (47).

#### REFERENCES:

1. Bacic A., Fincher G., Stone B. Chemistry, biochemistry and biology of (1-3)-p-glucans and related polysaccharides. N.Y., 2019.
2. Taylor L.E. [et al.] Engineering enhanced cellobiohydrolase activity. Nature communications. 2018. Т. 9, № 1. С. 1–10.
3. Plekhanova L.N., Kashirskaya N.N., Syrovatko A.S. Activity of cellulolytic microorganisms in the soils of cremated burials as an indicator of details of the burial rite. Nizhnevolzhskiy archaeological bulletin. 2020; 19(1):116-129. (In Russ).
4. Komov V.P., Shvedova V.N. Biochemistry: Textbook. Lyubertsy: Yurayt, 2015; 640 p. (In Russ).
5. Dotsenko A.S. [et al.] N-linked glycosylation of recombinant cellobiohydrolase I (Cel7A) from *Penicillium verruculosum* and its effect on the enzyme activity. Biotechnology and bioengineering. 2016. Т. 113, № 2. С. 283–291.
6. Wang X.W. [et al.] Phylogenetic reassessment of the *Chaetomium globosum* species complex. Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi. 2016; 36:83.
7. Wanmolee W. [et al.] Biochemical characterization and synergism of cellulolytic enzyme system from *Chaetomium globosum* on rice straw saccharification. BMC biotechnology. 2016; 16(1):1–12.
8. Destino L. [et al.] Severe osteomyelitis caused by *Myceliophthora thermophila* after a pitchfork injury. Annals of clinical microbiology and antimicrobials. 2006; 5(1):1–5.
9. Dos Santos H.B. [et al.] *Myceliophthora thermophila* M77 utilizes hydrolytic and oxidative mechanisms to deconstruct biomass. Amb Express. 2016; 6(1):1–12.
10. Kadowaki M.A.S. [et al.] Biochemical and structural insights into a thermostable cellobiohydrolase from *Myceliophthora thermophila*. The FEBS journal. 2018; 285(3):559–579.
11. Frisvad J. C. [et al.] Safety of the fungal workhorses of industrial biotechnology: update on the mycotoxin and secondary metabolite potential of *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, and *Trichoderma reesei*. Applied Microbiology and Biotechnology. 2018; 102(22):9481–9515.
12. Guo B. [et al.] Comparison of catalytic properties of multiple  $\beta$ -glucosidases of *Trichoderma reesei*. Applied microbiology and biotechnology. 2016; 100(11):4959–4968.
13. Fang H. [et al.] Simultaneous enhancement of the beta-exo synergism and exo-exo synergism in *Trichoderma reesei* cellulase to increase the cellulose degrading capability. Microbial cell factories. 2019; 18(1):1–14.

14. Pang A.P. [et al.] Dissecting Cellular Function and Distribution of  $\beta$ -Glucosidases in *Trichoderma reesei*. *Mbio*. 2021; 12(3):e03671–20.
15. Vermaas J.V. [et al.] Effects of lytic polysaccharide monooxygenase oxidation on cellulose structure and binding of oxidized cellulose oligomers to cellulases. *The Journal of Physical Chemistry B*. 2015; 119(20):6129–6143.
16. Busk P.K., Lange L. Classification of fungal and bacterial lytic polysaccharide monooxygenases. *BMC genomics*. 2015; 16(1):1–13.
17. Kim I.J. [et al.] Type-dependent action modes of Tt AA9E and Ta AA9A acting on cellulose and differently pretreated lignocellulosic substrates. *Biotechnology for biofuels*. 2017; 10(1):1–8.
18. Keller M.B. [et al.] A comparative biochemical investigation of the impeding effect of C1-oxidizing LPMOs on cellobiohydrolases. *Journal of Biological Chemistry*. 2021; 296:100–504.
19. Qin X. [et al.] Deciphering lignocellulose deconstruction by the white rot fungus *Irpex lacteus* based on genomic and transcriptomic analyses. *Biotechnology for biofuels*. 2018; 11(1):1–14.
20. Mezule L., Civzele A. Bioprospecting White-Rot Basidiomycete *Irpex lacteus* for Improved Extraction of Lignocellulose-Degrading Enzymes and Their Further Application. *Journal of Fungi*. 2020; 6(4):256.
21. Lukanin A.V. Engineering ecology: protection of the lithosphere from solid industrial and domestic waste: textbook. manual. Moscow: INFRA-M; 2018. 556 p. (In Russ).
22. Bakhshaliev A.E. [et al.] Biochemical composition of products obtained by microbiological conversion of lignocellulose substrates by filamentous fungi. *Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences*. 2020; 4:7–11. (In Russ).
23. Evdokimova K.V. [et al.] Study of the effect of biostimulants on the activity of bacterial and fungal hydrolases. *Bulletin of the Voronezh University of Engineering Technologies*. 2017; 79(4). (In Russ).
24. Prefix A.A., Popova I.V. Influence of sodium fluoride on the enzymatic activity of fungal cellulases. *Izvestiya vuzov. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2015; 1(12). (In Russ).
25. Lazaryan S.S. [et al.] Review of the world energy markets: the oil market. *Scientific Research Financial Institute of the Ministry of Finance of Russia*. 2021. (In Russ).
26. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans et al. Chemical agents and related occupations. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. 2012; 100(PT F):9.
27. Gafurov N.M., Khismatullin R.F. Advantages of biodiesel fuel. *Innovative Science*. 2016; 5:72. (In Russ).
28. Subramaniam R. [et al.] Microbial lipids from renewable resources: production and characterization. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 2010; 37(12):1271–1287. (In Russ).
29. Gusev A.B. Biofuel – an innovative perspective of the Russian energy sector. *Management of Science and Scientometrics*. 2008; 6.
30. Saubenova M.G., Kuznetsova T.V. Production of bioethanol as an alternative source of energy. *Privolzhsky scientific bulletin*. 2015; 7(47). (In Russ).

---

**Информация об авторах / Information about the authors**

---

**Иван Андреевич Фоменко**, старший преподаватель кафедры биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»

**Ivan A. Fomenko**, a senior lecturer of the Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Food Production».

**Светлана Николаевна Тучкова**, магистрант кафедры биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств»  
svetlana.tuch1998@gmail.com

**Svetlana N. Tuchkova**, a student of the Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Food Production».  
svetlana.tuch1998@gmail.com



<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-134-144>



УДК 633.11"324":631.582:631.4

© 2021

Поступила 10.09.2021

Received 10.09.2021

Принята в печать 04.10.2021

Accepted 04.10.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА «СОЯ – ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА» И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Казбек Х. Хатков<sup>1</sup>, Нурбий И. Мамсиров<sup>2\*</sup>, Армен А. Макаров<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Адыгейский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»;  
ул. Ленина, д. 48, п. Подгорный, г. Майкоп, 385064, Российская Федерация

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

<sup>3</sup> ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская»; территория Буденновск-3,  
район Буденновский, Ставропольский край, 356803, Российская Федерация

**Аннотация.** Севооборот – это системное решение одной из основных задач ведения сельскохозяйственного производства: рациональное использование земельных угодий с учетом их возможно эффективной плодородности, биологического потенциала культурных растений и имеющихся внешних и внутренних ресурсов (тепло, климат, удобрения, сельскохозяйственная техника и агрохимикаты) с целью ведения наиболее экономически эффективного управления, которое возможно при получении стабильно высоких урожаев, с последовательным воспроизводством почвенного плодородия и охраной внешней среды. И как следствие, севооборот в этом случае выступает в качестве основы современных зональных адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Он определяет большинство других систем: обработка почвы и защита от эрозионных процессов, система удобрений и защиты растений, семеноводство и сортомена, орошение и осушение земель, технические системы, организация труда и т.д. В данной статье рассматриваются актуальные вопросы по установлению экономической эффективности звена севооборота «соя – озимая пшеница» на слитых выщелоченных черноземах и ее влияние на свойства почвы в условиях южно-предгорной зоны Западного Предкавказья. В результате исследования проведена всесторонняя оценка продуктивности звена севооборота «соя – озимая пшеница» и определено ее положительное действие на агрофизические и агрохимические свойства слитых черноземов. Установлено, что для получения высококлассных семян сои сорта Ментор с соответствующими качествами по предшественнику «озимая пшеница» в предгорной зоне Адыгеи необходимо применение ранних сроков сева при норме высева семян 0,6 млн шт./га и ширине междурядий 15 и 30 см. Для достижения высокого уровня производственной рентабельности озимую пшеницу сорта Алексеич необходимо размещать по предшественнику «соя» на фоне поверхностной обработки почвы (10–12 см). При этом предлагается внесение

минеральных удобрений в норме 200 кг/га в виде сульфоаммофоса  $N_{20}P_{20}S_8$ , с обязательной двукратной весенней подкормкой по 150 кг/га аммиачной селитрой  $N_{51}+N_{51}$ .

**Ключевые слова:** соя, пшеница озимая, звено севооборота, норма высева, сроки посева, способы посева, отвальная вспашка, поверхностная обработка, структура почвы, урожайность, сбор кормовых единиц, экономическая эффективность

Для цитирования: Хатков К.Х., Мамси́ров Н.И., Макаров А.А. Оценка эффективности звена севооборота «соя – озимая пшеница» и ее влияние на свойства почвы // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 134-144. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-134-144>

## ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF THE «SOY – WINTER WHEAT» CROP ROTATION LINK AND ITS INFLUENCE ON SOIL PROPERTIES

Kazbek Kh. Khatkov<sup>1</sup>, Nurbii I. Mamsirov<sup>2</sup> \*, Armen A. Makarov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FSBSI «Adyge Scientific Research Institute of Agriculture»;  
48 Lenina str., Podgorny settl., Maykop, 385064, the Russian Federation

<sup>2</sup> FSBEI HE «Maykop State Technological University»;  
191 Pervomayskaya str., Maykop, 385000, the Russian Federation

<sup>3</sup> FSBI «Prikumskaya Station of Agrochemical Service»; Budennovsk-3 territory,  
the Budennovsky district, the Stavropol Territory, 356803, the Russian Federation

**Abstract.** Crop rotation is a systematic solution to one of the main tasks of agricultural production: rational land management, taking into account their possible effective fertility, biological potential of cultivated plants and available external and internal resources (heat, climate, fertilizers, agricultural machinery and agrochemicals) in order to maintain the most economically efficient management, which is possible with consistently high yields, with consistent reproduction of soil fertility and protection of the external environment. And as a consequence, crop rotation in this case acts as the basis of modern zonal adaptive landscape farming systems. It defines most other systems: soil cultivation and protection from erosion processes, fertilization and plant protection systems, seed production and variety change, irrigation and drainage of lands, technical systems, labor organization, etc. crop rotation «soybean-winter wheat» on merged leached chernozems and its effect on soil properties in the southern foothill zone of the Western Ciscaucasia. As a result of the study, a comprehensive assessment of the productivity of the «soybean-winter wheat» link in the crop rotation has been carried out and its positive effect on agrophysical and agrochemical properties of merged chernozems determined. It has been established that in order to obtain high-quality soybean seeds of the Mentor variety with the corresponding qualities of «the winter wheat» predecessor in the foothill zone of Adygea, it is necessary to use early sevavian conditions at a seeding rate of 0,6 million pieces/ha and a row spacing of 15 and 30 cm. To achieve a high level of production profitability, winter wheat of the Alekseich variety should be placed according to the «soybeans» predecessor against the background of surface tillage (10–12 cm). At the same time, it is proposed to apply mineral fertilizers at a rate of 200 kg/ha in the form of sulfoammophos  $N_{20}P_{20}S_8$ , with obligatory double spring feeding of 150 kg/ha with ammonium nitrate  $N_{51}+N_{51}$ .

**Keywords:** soybeans, winter wheat, crop rotation link, seeding rate, sowing time, sowing methods, moldboard plowing, surface tillage, soil structure, yield, collection of feed units, economic efficiency

For citation: Khatkov K.Kh., Mamsirov N.I., Makarov A.A. Estimation of the efficiency of the «soy – winter wheat» crop rotation link and its influence on soil properties. New technologies. 2021; 17(5):134-144. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-134-144>

**Введение.** Севооборот играет весьма важную роль в формировании стабильно высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Он способен обеспечивать максимально эффективное использование почвенно-климатических ресурсов, способен поддерживать и повышать плодородие почвы, успешно бороться с сорняками, вредителями и болезнями в посевах полевых культур, а также обеспечивать высокий уровень урожайности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства [3; 8].

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства культура сои во многих хозяйствах уже стала основной бобовой культурой в севообороте, вытеснив даже виды гороха. Грамотно выстроенная агротехнология возделывания сои способствует накоплению в почве биологического азота, что оказывает длительное пролонгированное действие на последующие культуры севооборота. Таким образом, его эффективность можно проследить как в течение первого года выращивания, так и в течение нескольких последующих лет [9].

Севообороты короткой ротации, такие как «соя – озимая пшеница» могут являться легкими и удобными для применения в современных технологиях возделывания полевых культур в связи с тем, что в них не требуется внушительный набор сельскохозяйственной техники и машин, а на легких и средних по механическому составу почвах вполне даже возможен и полный отказ от отвальной вспашки [1; 2; 4; 5]. Немаловажно, что такие пшенично-соевые севообороты могут быть оптимальными и приемлемыми для хозяйств с небольшой площадью пахотных земель – в пределах 500–1000 га [2].

**Методика и агротехника исследования.** В течение 2019–2021 гг. на слитых выщелоченных черноземах ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ» проводились исследования по установлению продуктивных качеств полевых культур – сорт озимой пшеницы Алексеич и сорт сои

Ментор в звене севооборота и доли их влияния на агрофизические и агрохимические свойства слитых черноземов.

Озимая пшеница сорта Алексеич была высеяна в оптимальный для предгорной зоны срок (первая декада октября) при норме высева семян 4,0 млн шт./га зерновой сеялкой СЗ-5,4. Под предпосевную культивацию разбрасывателем минеральных удобрений UNIA 1000 вносились минеральные удобрения в норме 200 кг/га в виде сульфаммофоса  $N_{20}P_{20}S_8$ , весной провели двукратную подкормку по 150 кг/га аммиачной селитрой  $N_{51}+N_{51}$ . Предшественник – соя. Агротехника возделывания озимой пшеницы – общепринятая для зоны. В условиях опыта она размещалась по мелкой вспашке (20–22 см) и по поверхностной обработке (10–12 см).

Схема эксперимента по изучению элементов агротехники сои включала следующие варианты: а) по фактору А (ширина междурядий): 15 см; 30 см; 45 см; 70 см; б) по фактору В – норма высева, штук всхожих семян на 1 гектар: 1,0 млн; 0,8 млн; 0,6 млн; 0,4 млн; 0,2 млн. Для определения оптимальных сроков посева сои в опыте изучались разные сроки: 5 мая (ранний), 15 мая (средний), 25 мая (поздний).

Опытные делянки размещались систематически в 3-кратной повторности. Площадь одной учетной делянки 50,4 м<sup>2</sup>. Предшественник для сои – пшеница озимая. Основная почвенная обработка при закладке полевых экспериментов заключалась в отвальной вспашке на глубину 22–24 см. Подготовка почвы перед посевом включала в себя ранневесеннее боронование боронами со средним зубом в двух дорожках и предпосевную обработку агрегатом КПП-6. На вариантах, предусматривающих средний и поздний сроки посева дополнительно были проведены одна и две культивации соответственно. Посев на ширину 15 и 30 см проводили с использованием сеялки СЗ-5,4, а при посеве сои с шириной междурядий 45 и 70 см использовалась сеялка MASCAR

FUTURA 12×45 и 8×70. Установка сеялки на заданную норму высева осуществлялась по схеме эксперимента отдельно для каждого варианта. Для прикатывания посевов сои применялись кольчато-шпоровые катки ЗКШ-6, с проведением данного приема непосредственно вслед за посевом. По мере появления сорняков в вариантах с шириной междурядий 45 и 70 см обработки между рядами растений сои проводились культиваторами КРН-4,2.

**Результаты исследования.** Обеспечение оптимальной густоты стояния растений – одна из основных задач в агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур, в частности пшеницы озимой и сои. От данного показателя во многом зависит эффективное и рациональное использование культурными растениями продуктивной влаги, элементов минерального питания, энергии солнечного света и т.д. [3; 6]. Общеизвестно, что параметры густоты стояния культурных растений в агротехнологиях определяются величиной нормы высева семян. Однако оптимальное размещение и распределение растений по посевной площади зависит от выбранного способа посева [10]. В условиях опыта лабораторное определение качества семян позволило выявить достаточно высокую (96,0%) всхожесть семян сои, с учетом чего и были осуществлены некоторые поправки к существующим нормам высева семян для достижения оптимальной густоты стояния. Результаты исследования выявили, что на всех опытных вариантах полевая всхожесть была довольно высокой, что обеспечило сохранность растений к уборке не менее 80%.

В результате исследования было установлено, что жизнеспособность растений с максимальными значениями в пределах 91–93% может расти при условии снижения нормы высева с 1,0 до 0,6 млн шт./га, при посеве с междурядьями 15 см. Дальнейшее снижение нормы высева ведет к снижению процента сохранившихся

растений в посевах, и аналогичная тенденция сохраняется в вариантах с широко-рядными способами посева сои. При сравнении крайних вариантов выявлено, что процент сохранности растений к уборке оказался выше при посеве с нормой 0,2 млн шт./га, чем с нормой высева 1,0 млн шт./га. Очевидно, что оптимальное размещение растений по площади (0,6 млн шт./га) и особенно при рядовом способе посева способствует наибольшей сохранности растений в посевах.

Ранние сроки посева обеспечивают лучшую сохранность растений сои, однако увеличение ширины междурядий ведет к снижению количества сохранившихся растений, что, вероятнее всего, связано с гибелью определенной части растений при междурядных обработках. В поздние сроки посева при увеличении ширины междурядий отмечается снижение числа сохранившихся к моменту уборки растений. Доля влияния плотности стеблестоя в посевах, особенно при рядовом способе, на процент сохранности растений демонстрирует нелинейный характер: снижение нормы высева с 1,0 до 0,2 млн шт./га вначале способствует определенному увеличению (до 0,6–0,4 млн. шт./га), затем снижению сохранности растений в посевах.

Для определения возможного влияния изучаемых в опыте трех факторов на засоренность посевов количество сорняков на 1 м<sup>2</sup> определяли в два срока: в фазу ветвления и в фазу полной спелости семян. Установлено, что в посевах сои число сорняков достигало до 102 шт./м<sup>2</sup> на варианте с междурядьями 15 см при ранних сроках сева и нормой высева семян 0,2 млн шт./га. Засоренность посевов также имела зависимость и от ширины междурядий, с увеличением которой наблюдался небольшой рост числа сорняков на единице площади посева сои. В вариантах с междурядьями 45 и 70 см за счет обработок междурядий число сорняков уменьшалось к фазе полной спелости зерна. Существует четкая закономерная



зависимость между засоренностью посевов сои и нормой высева семян [4]. Следует также отметить, что эта закономерность сохранялась и для вариантов с ширококорежными посевами, где обрабатывались междурядья.

В опыте не отмечена определенная зависимость состава сорняков от изучаемых факторов, однако преобладающими видами сорной растительности в посевах сои были вьюнок полевой, виды щетинника, щирица запрокинутая, марь белая, подмаренник цепкий и др. В агрофитоценозе озимой пшеницы сорта Алексеич наиболее распространены были василек синий, звездочка средняя, подмаренник цепкий, вероника плющелистная, воробейник полевой, пикульник обыкновенный, амброзия полыннолистная, щетинники сизый и зеленый, щирица запрокинутая.

Совершенствование мер борьбы с сорняками в посевах озимой пшеницы обуславливает необходимость более детального изучения потенциальной засоренности почвы семенами сорняков и влияния на нее предшествующих культур и систем основной обработки почвы. Для этого запас семян сорняков в почве определяли по вспашке и поверхностной обработке почвы. Минимальное число семян сорных растений отмечено при возделывании озимой пшеницы по отвальной обработке почвы по слоям: 0–10 см – 49,6; 10–20 см – 75,9; 20–30 см – 61,3 и 0–30 см – 184,4 млн шт./га, по поверхностной обработке – 126,3; 106,2; 72,8; и 305,3 соответственно.

Одним из основных показателей продуктивности любой сельскохозяйственной культуры служит динамика накопления биомассы в течение всего периода вегетации [2; 11]. В условиях эксперимента к моменту сбора урожая сухая масса с одного соевого растения варьировала по опытным вариантам от 9,09 до 18,45 г. Анализ темпов накопления сухой массы растениями сои на один гектар посевов показал, что за счет большего числа растений в вариантах с высокой нормой

высева общая биомасса растений на единицу площади была выше. Установлено, что показатели, полученные в варианте с нормой высева семян 0,4 млн шт./га и особенно в варианте 0,2 млн. шт./га, значительно уступали вариантам опыта с нормой 0,6; 0,8 и 1,0 млн шт./га.

Несомненно, что одним из основных показателей, который может охарактеризовать биологическую продуктивность любой полевой культуры, является количество накопленного корневой системой растения органического вещества в течение всего периода вегетации [7]. Также хорошо известно, что плодородие почвы во многом зависит от количества и общей массы корней растений. В связи с этим, наряду с определением надземной биологической массы растения в опыте учитывалась также и сухая корневая масса. По величине массы корней растений в посевах сои небольшое преимущество наблюдалось в варианте с междурядьем 15 см, за исключением варианта с нормой высева семян 1,0 млн шт./га при ширококорежном (45 см) способе посева. При посеве сои рядовым способом с нормой высева 0,8 млн шт./га обеспечивается максимальное накопление корневой массы на гектар посева сои. На посевах, высеянных ширококорежными способами, по мере снижения нормы высева отмечается естественная убыль корневой массы. Хотя в целом показатели количества подземной биомассы на одно растение при разной норме высева в основном выровнены, и в частности это особенно заметно при посеве в средние и поздние сроки. Наилучшие условия для максимального накопления биомассы корней создаются при размещении рядков ширококорежно в ранний срок с нормой высева 1,0 млн шт./га и с рядовым размещением в тот же срок посева, но с нормой 0,8 млн шт./га семян.

Важнейшее значение для оптимального роста и развития сельскохозяйственных культур имеют агрофизические свойства почвы, отчасти определяющиеся их взаимовлиянием (почва – растение),



например, агрегатно-структурное состояние почвы в значительной степени определяется деятельностью корневой системы растений [5; 8; 10]. Для установления доли ее влияния на этот показатель отбирались образцы почвы на вариантах с нормами высева семян 1,0; 0,6 и 0,2 млн шт./га при рядовом размещении посевов (15 см) и с междурядьями 45 см. В результате анализа полученных данных установлен факт существенного влияния норм и способов посева на агрегатно-структурный состав почвы. В сравнении с более загущенными или же изреженными посевами сои вариант с междурядьем 15 см при норме высева семян 0,6 млн шт./га выделился оптимальной оструктуренностью почвы, что, видимо, связано с формированием максимально возможной в пределах опыта биомассы корней за счет оптимизации густоты стеблестоя в посевах. Следует отметить, что в отличие от междурядий в рядках посевов, высеянных широкоявно, обнаружены наиболее высокие параметры агрегатно-структурного состояния почвы как по содержанию агрономически ценных фракций, так и по коэффициенту оструктуренности. Из этого следует, что проведение междурядных обработок содействует разрушению почвенных агрегатов, и такая закономерность относится к наиболее ценным структурным агрегатам размером 0,5–1,0 мм.

Результаты исследования и анализ основных элементов структуры урожая, отраженные в таблице 1, наглядно показывают, что изученные приемы агротехники оказывают значительное влияние на элементы структуры урожая и в итоге на величину урожайности зерна сои. Так, во всех вариантах опыта показатели элементов структуры урожая имели довольно высокие значения (по числу бобов на одном растении – от 8,2 до 36,8 шт.; по числу семян – от 7,3 до 37,9 шт.; по массе 1000 семян – от 112 до 176 г).

Оказалось, что варианты раннего срока сева характеризовались лучшими

показателями структуры урожая при постепенном закономерном их снижении на посевах среднего и позднего сроков. Что касается массы семян с одного растения, то существенных отличий в вариантах с нормой высева 1,0 и 0,8 млн шт./га по изучаемым срокам посева не было установлено. Однако применение заниженных норм высева в эксперименте привело к значительному увеличению значений этого показателя.

Осадки за период с мая по сентябрь в количестве 385,3 мм способствовали высокой семенной продуктивности сои, которая варьировала в широких пределах в зависимости от параметров эксперимента – от 1,08 до 3,68 т/га. Перенос сроков посева на середину и конец мая сопровождался постепенным снижением урожайности сои. При более поздних сроках посева почва пересыхала, что приводило к ослаблению процессов роста растений. Относительно урожайности зерна озимой пшеницы сорта Алексеич результаты исследований свидетельствуют, что максимальные показатели достигнуты в варианте со вспашкой на глубину 20–22 см – 5,24 т/га, при натуре зерна 773 г/л, стекловидности 52,3% и содержанию клейковины 26,6%. Максимальная урожайность зерна по поверхностной обработке на глубину 10–12 см – 4,87 ц/га, при натуре зерна 734 г/л, стекловидности 55,7% и содержанию клейковины 26,5%.

Оценка продуктивности звена севооборота «соя – озимая пшеница» показала, что при максимальных уровнях урожайности зерна сои (3,68 т/га) и озимой пшеницы (5,24 т/га) выход кормовых единиц составил 4,93/6,24 т/га при средней продуктивности звена севооборота – 5,58 т/га кормовых единиц.

Оценка экономической эффективности (табл. 2) звена севооборота «соя – озимая пшеница» при сравнении полученных результатов в вариантах опыта позволила установить, что максимальный условно чистый доход с одного гектара получен при раннем сроке посева сои.

Таблица 1

Влияние изучаемых факторов на структуру урожая и урожайность сои сорта Мензор (2019-2021 гг.)

Table 1

Influence of the studied factors on the yield structure and the Mentor variety soybeans yield (2019-2021)

| Ширина междурядья, см | Норма высева, млн шт./га | Элемент структуры урожая по первому сроку посева (5 мая) |                                       |                                     |                                    |                           |                     | Элемент структуры урожая по второму сроку посева (15 мая) |                                       |                                     |                                    |                           |                     | Элемент структуры урожая по третьему сроку посева (25 мая) |                                       |                                     |                                    |                           |                     |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------|
|                       |                          | число растений на 1 м <sup>2</sup> , шт.                 | количество стеблей на 1 растение, шт. | количество бобов на 1 растение, шт. | количество семян с 1 растения, шт. | масса семян 1 растения, г | масса 1000 семян, г | число растений на 1 м <sup>2</sup> , шт.                  | количество стеблей на 1 растение, шт. | количество бобов на 1 растение, шт. | количество семян с 1 растения, шт. | масса семян 1 растения, г | масса 1000 семян, г | число растений на 1 м <sup>2</sup> , шт.                   | количество стеблей на 1 растение, шт. | количество бобов на 1 растения, шт. | количество семян с 1 растения, шт. | масса семян 1 растения, г | масса 1000 семян, г |
| 15                    | 1,0                      | 89                                                       | 2,1                                   | 8,2                                 | 8,2                                | 2,11                      | 157                 | 1,88                                                      | 87                                    | 1,7                                 | 8,4                                | 8,4                       | 1,99                | 1,73                                                       | 1,7                                   | 7,9                                 | 7,9                                | 1,84                      | 115                 |
|                       | 0,8                      | 71                                                       | 2,8                                   | 12,5                                | 12,5                               | 3,28                      | 167                 | 2,33                                                      | 70                                    | 1,9                                 | 13,6                               | 13,6                      | 3,31                | 2,32                                                       | 1,8                                   | 12,0                                | 12,0                               | 2,81                      | 123                 |
|                       | 0,6                      | 56                                                       | 3,0                                   | 23,1                                | 24,2                               | 6,57                      | 172                 | 3,68                                                      | 56                                    | 2,2                                 | 19,5                               | 20,5                      | 5,29                | 2,96                                                       | 2,1                                   | 15,2                                | 16,5                               | 4,16                      | 138                 |
|                       | 0,4                      | 37                                                       | 3,4                                   | 23,4                                | 27,6                               | 7,62                      | 174                 | 2,82                                                      | 37                                    | 2,6                                 | 22,6                               | 24,4                      | 6,32                | 2,34                                                       | 1,9                                   | 20,4                                | 23,1                               | 5,86                      | 137                 |
|                       | 0,2                      | 18                                                       | 3,3                                   | 23,1                                | 25,4                               | 7,11                      | 179                 | 1,28                                                      | 18                                    | 2,2                                 | 20,1                               | 23,6                      | 6,22                | 1,12                                                       | 2,0                                   | 23,1                                | 25,0                               | 6,35                      | 143                 |
| 30                    | 1,0                      | 85                                                       | 2,0                                   | 8,1                                 | 8,1                                | 2,04                      | 149                 | 1,73                                                      | 84                                    | 1,7                                 | 8,7                                | 8,7                       | 1,96                | 1,65                                                       | 1,7                                   | 8,98                                | 8,9                                | 1,95                      | 104                 |
|                       | 0,8                      | 70                                                       | 2,4                                   | 12,6                                | 12,6                               | 3,14                      | 160                 | 2,20                                                      | 69                                    | 1,8                                 | 12,9                               | 12,9                      | 3,01                | 2,08                                                       | 1,8                                   | 11,7                                | 11,7                               | 2,66                      | 113                 |
|                       | 0,6                      | 53                                                       | 2,9                                   | 19,4                                | 21,0                               | 5,87                      | 171                 | 3,11                                                      | 53                                    | 2,3                                 | 18,0                               | 20,4                      | 4,96                | 2,63                                                       | 1,9                                   | 16,0                                | 17,3                               | 4,12                      | 122                 |
|                       | 0,4                      | 36                                                       | 2,9                                   | 18,6                                | 22,0                               | 6,42                      | 178                 | 2,31                                                      | 35                                    | 2,6                                 | 21,3                               | 24,4                      | 6,23                | 2,18                                                       | 1,9                                   | 9,8                                 | 11,5                               | 5,88                      | 135                 |
|                       | 0,2                      | 17                                                       | 3,3                                   | 24,6                                | 28,6                               | 8,23                      | 185                 | 1,40                                                      | 17                                    | 2,6                                 | 21,6                               | 27,5                      | 7,06                | 1,20                                                       | 1,9                                   | 23,2                                | 26,1                               | 6,53                      | 138                 |
| 45                    | 1,0                      | 84                                                       | 1,7                                   | 8,5                                 | 8,5                                | 2,08                      | 144                 | 1,75                                                      | 85                                    | 1,6                                 | 8,5                                | 8,5                       | 1,87                | 1,59                                                       | 1,7                                   | 8,5                                 | 8,5                                | 1,78                      | 198                 |
|                       | 0,8                      | 68                                                       | 2,2                                   | 13,6                                | 13,6                               | 3,23                      | 156                 | 2,26                                                      | 68                                    | 1,9                                 | 12,3                               | 12,3                      | 2,84                | 1,93                                                       | 1,9                                   | 12,0                                | 12,0                               | 2,70                      | 119                 |
|                       | 0,6                      | 52                                                       | 2,5                                   | 20,3                                | 20,3                               | 5,63                      | 176                 | 2,93                                                      | 52                                    | 2,3                                 | 17,1                               | 18,0                      | 4,44                | 2,31                                                       | 1,8                                   | 14,9                                | 16,3                               | 3,82                      | 126                 |
|                       | 0,4                      | 35                                                       | 2,8                                   | 25,7                                | 28,1                               | 7,89                      | 182                 | 2,76                                                      | 34                                    | 2,6                                 | 17,2                               | 14,5                      | 6,29                | 2,14                                                       | 1,9                                   | 16,6                                | 18,4                               | 5,56                      | 136                 |
|                       | 0,2                      | 17                                                       | 3,3                                   | 37,0                                | 38,3                               | 10,88                     | 181                 | 1,85                                                      | 17                                    | 2,7                                 | 21,4                               | 31,1                      | 8,06                | 1,37                                                       | 1,9                                   | 24,5                                | 26,7                               | 7,12                      | 139                 |
| 70                    | 1,0                      | 81                                                       | 1,8                                   | 7,7                                 | 7,7                                | 1,86                      | 140                 | 1,51                                                      | 82                                    | 1,6                                 | 8,0                                | 8,0                       | 1,73                | 1,42                                                       | 1,6                                   | 8,1                                 | 8,1                                | 1,71                      | 195                 |
|                       | 0,8                      | 67                                                       | 2,4                                   | 10,8                                | 10,8                               | 2,72                      | 151                 | 1,82                                                      | 66                                    | 1,7                                 | 11,6                               | 11,6                      | 2,59                | 1,71                                                       | 1,8                                   | 10,9                                | 10,9                               | 2,71                      | 105                 |
|                       | 0,6                      | 52                                                       | 2,5                                   | 16,7                                | 17,8                               | 4,73                      | 166                 | 2,46                                                      | 50                                    | 2,1                                 | 13,0                               | 15,8                      | 3,78                | 1,82                                                       | 1,9                                   | 15,1                                | 16,2                               | 3,54                      | 120                 |
|                       | 0,4                      | 35                                                       | 2,7                                   | 20,2                                | 22,9                               | 6,31                      | 180                 | 2,21                                                      | 34                                    | 2,2                                 | 14,7                               | 20,4                      | 5,24                | 1,78                                                       | 2,0                                   | 17,2                                | 19,3                               | 5,12                      | 136                 |
|                       | 0,2                      | 17                                                       | 3,2                                   | 30,1                                | 33,6                               | 9,35                      | 178                 | 1,59                                                      | 17                                    | 2,5                                 | 24,9                               | 30,1                      | 7,82                | 1,33                                                       | 2,1                                   | 20,4                                | 25,8                               | 6,75                      | 139                 |

Запаздывание с посевом или же небольшое смещение оптимальных сроков посева на середину или к третьей декаде мая приводит к весьма существенному понижению этого показателя. Это, в первую очередь, связано со снижением урожая

семян сои и увеличением производственных затрат на дополнительные агротехнические мероприятия.

Значение показателя условного чистого дохода имеет существенную зависимость от плотности стеблестоя в

Таблица 2

Экономическая оценка возделывания сои сорта Ментор  
и озимой пшеницы сорта Алексеич в звене севооборота, 2019–2021 гг.  
(данные по сое рассчитаны по лучшему сроку сева – 5 мая, ранний)

Table 2

Economic assessment of the cultivation of Mentor soybeans  
and Alekseich winter wheat in the crop rotation link, 2019–2021  
(data on soybeans are calculated according to the best sowing date – May 5, early one)

| Вариант                                        |                                |                               | Урожай-<br>ность,<br>т/га | Стоимость<br>урожая с<br>1 га, тыс.<br>руб. | Производ-<br>ственные<br>затраты,<br>тыс. руб./га | Чистый<br>доход<br>с 1 га,<br>тыс. руб. | Рентабель-<br>ность, % |
|------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| срок<br>посева                                 | норма<br>высева,<br>млн шт./га | ширина<br>междуря-<br>дья, см |                           |                                             |                                                   |                                         |                        |
| соя                                            |                                |                               |                           |                                             |                                                   |                                         |                        |
| Ранний                                         | 1,0                            | 15                            | 1,88                      | 56,4                                        | 35,5                                              | 20,5                                    | 68,5                   |
|                                                |                                | 30                            | 1,73                      | 51,9                                        | 32,7                                              | 19,2                                    | 58,7                   |
|                                                |                                | 45                            | 1,75                      | 52,5                                        | 33,6                                              | 18,9                                    | 56,2                   |
|                                                |                                | 70                            | 1,51                      | 45,3                                        | 29,8                                              | 15,5                                    | 52,0                   |
|                                                | 0,8                            | 15                            | 2,33                      | 69,9                                        | 42,6                                              | 27,3                                    | 64,1                   |
|                                                |                                | 30                            | 2,20                      | 66,0                                        | 40,2                                              | 25,8                                    | 64,2                   |
|                                                |                                | 45                            | 2,26                      | 67,8                                        | 42,1                                              | 25,7                                    | 61,0                   |
|                                                |                                | 70                            | 1,82                      | 54,6                                        | 34,5                                              | 20,1                                    | 58,3                   |
|                                                | 0,6                            | 15                            | 3,68                      | 108,9                                       | 61,7                                              | 47,2                                    | 76,5                   |
|                                                |                                | 30                            | 3,11                      | 93,3                                        | 55,8                                              | 37,5                                    | 67,2                   |
|                                                |                                | 45                            | 2,93                      | 87,9                                        | 53,7                                              | 34,2                                    | 63,7                   |
|                                                |                                | 70                            | 2,46                      | 73,8                                        | 45,9                                              | 27,9                                    | 60,8                   |
|                                                | 0,4                            | 15                            | 2,82                      | 84,6                                        | 49,9                                              | 34,7                                    | 69,5                   |
|                                                |                                | 30                            | 2,31                      | 69,3                                        | 41,8                                              | 27,5                                    | 65,8                   |
|                                                |                                | 45                            | 2,76                      | 82,8                                        | 51,6                                              | 28,2                                    | 54,7                   |
|                                                |                                | 70                            | 2,21                      | 66,3                                        | 41,4                                              | 24,9                                    | 60,1                   |
|                                                | 0,2                            | 15                            | 1,28                      | 38,4                                        | 24,0                                              | 14,4                                    | 60,0                   |
|                                                |                                | 30                            | 1,40                      | 42,0                                        | 25,5                                              | 16,5                                    | 64,7                   |
|                                                |                                | 45                            | 1,85                      | 55,5                                        | 35,2                                              | 20,3                                    | 57,7                   |
|                                                |                                | 70                            | 1,59                      | 47,7                                        | 30,7                                              | 17,0                                    | 55,4                   |
| озимая пшеница                                 |                                |                               |                           |                                             |                                                   |                                         |                        |
| вспашка на глубину 20–22 см                    |                                |                               | 5,24                      | 68,1                                        | 41,8                                              | 26,3                                    | 62,9                   |
| поверхностная обработка<br>на глубину 10–12 см |                                |                               | 4,87                      | 63,3                                        | 37,1                                              | 26,2                                    | 70,6                   |

посевах, определяемой нормой высева. Таким образом, снижение нормы высева с 1,0 до 0,6 млн шт./га привело к увеличению чистой прибыли. Дальнейшее снижение нормы высева до 0,2 млн шт./га, наоборот, приводит к снижению этого показателя. Аналогичная закономерность была отмечена для всех изученных сроков посева. Расчеты показали четко выраженную обратную зависимость чистой прибыли от ширины между рядами в посевах. Увеличение ширины междурядий с 15 до 70 см приводит к снижению чистой прибыли. Единственным исключением в этом отношении являются варианты с нормой высева 0,2 млн шт./га, где уровень урожая сои не сильно зависит от способа посева из-за их сильной разреженности.

Оценка экономической эффективности возделывания сои сорта Ментор в условиях опыта показала, что при формировании максимальной урожайности зерна в пределах 3,68 т/га наиболее рентабельным (76,5%) вариантом из всех изученных способов посева оказался рядовой (с междурядьями 15 см) и высеянный в ранний срок (5 мая) с нормой высева 0,6 млн шт./га семян. При посеве сои с нормой 1,0 млн шт./га наибольшая урожайность (1,88 т/га) была сформирована также при рядовом способе (15 см), где максимальный уровень рентабельности достигал 68,5%. В целом по опыту наименьшая урожайность (1,28–1,85 т/га) отмечалась при минимальной норме высева 0,2 млн шт./га, где уровень производственной рентабельности составил 55,4–64,7%. Максимальный уровень урожайности зерна (5,25 т/га) озимой пшеницы сорта Алексеич в условиях данного опыта был сформирован на фоне вспашки (20–22 см), где уровень производственной рентабельности достигал 62,9%. По поверхностной почвенной

обработке (10–12 см) максимальная урожайность зерна озимой пшеницы была достигнута на уровне 4,87 т/га с рентабельностью 70,6%.

**Заключение.** Соя является адаптивной зерновой культурой для предгорной зоны Республики Адыгея, что позволяет значительно увеличить производство растительного белка. Исследования, проведенные на слитых выщелоченных черноземах, позволили установить, что посев сои в ранний срок рядовым способом с междурядьями 15 см способствует получению полноценных и выполненных семян уже в начале сентября. Оптимальной для роста растений в ранний и средний сроки посева является норма 0,6 млн шт./га, в поздние сроки – 0,6 и 0,4 млн шт./га. При рядовом способе посева с нормой высева 0,6–0,4 млн шт./га обеспечиваются оптимальные условия для повышения сохранности растений. Увеличение засоренности посевов обусловлено снижением плотности стеблестоя в посевах с 1,0 до 0,2 млн шт./га. При раннем сроке широкорядный способ посева с нормой 1,0 млн шт./га обеспечивает максимальное количество накопленной корневой биомассы сои. При раннем посеве снижение нормы высева с 1,0 до 0,6 млн шт./га ведет к повышению урожайности семян сои во всех вариантах способов посева. Дальнейшее сокращение нормы высева до 0,2 млн шт./га ведет к снижению урожайности культуры. Наибольшая экономическая эффективность от возделывания сои достигнута при посеве в ранний срок рядовым способом посева с междурядьем 15 см и нормой высева 0,6 млн шт./га.

В целом, звено севооборота «соя – озимая пшеница» способно сформировать высокие урожаи данных культур и обеспечить получение максимального выхода кормовых единиц в средних пределах 5,58 т/га.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Бушнев А.С. Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота «рапс озимый – пшеница озимая» // Масличные культуры. 2011. № 1 (146–147). С. 77–82.

2. Горковенко Л.Г., Ригер А.Н. Возделывание сои и озимой пшеницы в специализированном севообороте по производству фуражного зерна // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2012. Т. 1, № 1. С. 80–86.
3. Кишев А.Ю., Мамсиров Н.И. Резервы пшеничного поля // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию образования Майкопского государственного технологического университета. Майкоп, 2018. С. 57–61.
4. Мамиев Д.М., Тедеева А.А., Тедеева В.В. Фитоценотическая роль культур в севообороте // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 70–1. С. 102–105.
5. Мамсиров Н.И., Хатков К.Х., Макаров А.А. Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность различных звеньев зернопропашного севооборота // Новые технологии. 2020. Т. 15, № 4. С. 103–109.
6. Мамсиров Н.И., Мнатсаканян А.А. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 3. С. 77–85.
7. Мнатсаканян А.А., Чуварлеева Г.В., Быков О.Б. Изменение показателей плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы, сои в зависимости от систем основной обработки и применения нанокремния // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3 (35). С. 103–111.
8. Тишков Н.М., Бушнев А.С. Урожайность масличных культур в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте // Масличные культуры. 2012. № 2 (151–152). С. 121–126.
9. Ханикаев Б.Р., Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57, № 4. С. 8–14.
10. Хатков К.Х., Мамсиров Н.И. Влияние элементов агротехники на урожайность сои на слитых черноземах Адыгеи // Новые технологии. 2018. Вып. 4. С. 236–242.
11. Хатков К.Х., Мамсиров Н.И. Действие минеральных удобрений и способов основной обработки почвы на продуктивность новых перспективных сортов сои // Новые технологии. 2020. Т. 16, № 5. С. 87–94.

## REFERENCES:

1. Bushnev A.S. Influence of the methods of basic tillage on the productivity of the winter rape – winter wheat link of grain-row crop rotation. Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2011; 1(146–147):77–82. (In Russ).
2. Gorkovenko L.G., Riger A.N. Cultivation of soybeans and winter wheat in a specialized crop rotation for the production of fodder grain. Collection of scientific works of the North Caucasian Research Institute of Livestock. 2012; 1(1):80–86. (In Russ).
3. Kishev A.Yu., Mamsirov N.I. Wheat field reserves. In the collection: Science, education and innovations for the agro-industrial complex: state, problems and prospects. Materials of the V International Scientific and Practical Conference dedicated to the 25th anniversary of the formation of Maykop State Technological University; 2018. P. 57–61. (In Russ).
4. Mamiev D.M., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Phytocenotic role of crops in crop rotation. Trends in the development of science and education. 2021; 70–1:102–105. (In Russ).
5. Mamsirov N.I., Khatkov K.Kh., Makarov A.A. Influence of methods of basic tillage on the productivity of various links of grain-cultivated crop rotation // New technologies. 2020; 15(4):103–109. (In Russ).
6. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A. The effectiveness of different doses of mineral fertilizers for winter wheat. New technologies. 2021; 17(3):77–85. (In Russ).
7. Mnatsakanyan A.A., Chuvarleeva G.V., Bykov O.B. Changes in soil fertility and yield of winter wheat, soybeans depending on the systems of basic processing and the use of nanosilicon. Grain legumes and cereals. 2020; 3(35):103–111. (In Russ).



8. Tishkov N.M., Bushnev A.S. Productivity of oilseeds depending on the systems of the main tillage in the crop rotation. Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2012; 2(151–152):121–126. (In Russ).

9. Khanikayev B.R., Dzanagov S.Kh., Lazarov T.K. Yield and quality of winter wheat grain depending on the fertilization system. News of the Mountain State Agrarian University. 2020; 57(4): 8–14. (In Russ).

10. Khatkov K.Kh., Mamsirov N.I. Influence of the elements of agricultural technology on the yield of soybeans on merged chernozems of Adygea. New technologies. 2018; 4:236–242. (In Russ).

11. Khatkov K.Kh., Mamsirov N.I. The effect of mineral fertilizers and methods of basic soil cultivation on the productivity of new promising soybean varieties. New technologies. 2020; 16 (5):87–94. (In Russ).

---

**Информация об авторах / Information about the authors**

---

**Казбек Халидович Хатков**, ведущий научный сотрудник отдела земледелия ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ», кандидат сельскохозяйственных наук

kazbek\_ra@mail.ru

тел.: 8 (909) 469 66 08

**Нурбий Ильясович Мамсиров**, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент

nur.urup@mail.ru

тел.: 8 (918) 223 23 25

**Армен Александрович Макаров**, и.о. директора ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская»

makarov.georgievsk@mail.ru

тел.: 8 (961) 494 62 80

**Kazbek Kh. Khatkov**, a leading researcher of the Department of Agriculture FSBSI «Adyghe Research Institute of Agriculture», Candidate of Agricultural Sciences

kazbek\_ra@mail.ru

tel.: 8 (909) 469 66 08

**Nurbii I. Mamsirov**, head of the Department of Agricultural Production Technology of the FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, an associate professor

nur.urup@mail.ru

tel.: 8 (918) 223 23 25

**Armen A. Makarov**, an acting director of the Federal State Budgetary Institution «Prikumskaya Station of Agrochemical Service»

makarov.georgievsk@mail.ru

tel.: 8 (961) 494 62 80

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-145-154>



УДК [582.998.2:631.8](470.32)

© 2021

Поступила 10.09.2021

Received 10.09.2021

Принята в печать 19.10.2021

Accepted 19.10.2021

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЯ В ПОСЕВАХ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ (*ECHINÁCEA PURPÚREA* L.) В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

Жанна М. Яхтанигова\*, Ирина В. Кулишова

Белгородский филиал ФГБНУ

«Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений»,  
п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, 309103, Российская Федерация

**Аннотация.** Современная фармацевтическая промышленность использует растения эхинацеи пурпурной при производстве порядка 30% всех лекарственных препаратов. При этом характер использования растений самый разнообразный [1, с. 13]. Проведено множество исследований по оценке влияния биологической и иммунной активности эхинацеи пурпурной на организм человека и животных [8, с. 4; 9, с. 19; 10, с. 5]. С учетом небольшого ареала распространения этой ценной культуры актуальными являются исследования, направленные на использование ее в качестве двуурожайной культуры. После укоса растения испытывают нехватку в легкодоступных формах минеральных элементов. Были проведены исследования для выявления влияния удобрения «АгроМастер» марки 13-14-13 на рост и развитие растений эхинацеи. Изучали однократное и двукратное применение удобрения в дозе 2,0 и 4,0 кг/га. Процессы роста и развития растений эхинацеи пурпурной характеризовались различной интенсивностью до и после укоса в опытных вариантах. Существенное влияние удобрение оказало на биометрические показатели растений. В частности, динамика прироста растений в высоту имела положительную тенденцию во всех вариантах с применением удобрения. Вместе с тем, была выявлена оптимальная доза удобрения (2,0 кг/га) с двукратной обработкой посевов. Однократная обработка посевов с минимальной (2,0 кг/га) и максимальной (4,0 кг/га) дозами не оказала пролонгирующего действия на растения эхинацеи пурпурной. Таким образом, применение удобрения «АгроМастер» марки 13-14-13 в посевах эхинацеи пурпурной является обоснованным, при этом преимущество имеет двукратная обработка посевов в дозе по 2,0 кг/га.

**Ключевые слова:** эхинацея пурпурная, лекарственные препараты, вариант опыта, удобрение, укос растений, рост и развитие растений, фенологические наблюдения, межфазный период, высота растений, динамика прироста

Для цитирования: Яхтанигова Ж.М., Кулишова И.В. Применение удобрения в посевах эхинацеи пурпурной (*ECHINÁCEA PURPÚREA* L.) в условиях Центрально-Черноземного региона // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 145-154. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-145-154>.

## FERTILIZATION OF PURPLE CONEFLOWER (ECHINACEA PURPUREA L.) IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

Zhanna M. Yakhtanigova\*, Irina V. Kulishova

*Belgorod branch of FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants»,  
Mayskiy settlement, 309103, the Russian Federation*

**Abstract.** The modern pharmaceutical industry uses *Echinacea purpurea* plants in the production of about 30% of all medicines. Many studies have been conducted to assess the effects of biological and immune activity of *Echinacea purpurea* on animals and humans (Sharayevskaya et al., 2010). Due to the small distribution area of this valuable crop, research aimed at its use as a double yielding crop is relevant. Plants are deficient in readily available forms of mineral elements after mowing. Studies were conducted to determine the effect of «AgroMaster» fertilizer grade 13-14-13 on the growth and development of *Echinacea* plants. We studied single and double application of the fertilizer at a dose of 2,0 and 4,0 kg per hectare. Growth and development processes of *Echinacea purpurea* plants were characterized by different intensity before and after cutting in experimental variants. The fertilizer had a significant impact on the biometric parameters of plants. In particular, the dynamics of plant growth in height had a positive trend in all variants with the use of fertilizer. At the same time, the optimum dose of fertilizer (2,0 kg per hectare) with double treatment of crops was revealed. Single treatment of crops with the minimum (2,0 kg per hectare) and maximum (4,0 kg per hectare) had no prolonging effect on *Echinacea purpurea* plants. Thus, the use of AgroMaster fertilizer of 13-14-13 grade in the crops of *Echinacea purpurea* is justified, with the advantage of double treatment of crops at a dose of 2,0 kg per hectare.

**Keywords:** *Echinacea purpurea*, medicinal preparations, experiment variant, fertilization, plant growth and development, phenological observations, interphase period, plant height, growth dynamics

*For citation: Yakhtanigova Zh.M., Kulishova I.V. Fertilization of purple coneflower (Echinacea Purpurea L.) in the conditions of the Central chernozem region. New technologies. 2021; 17(5): 145-154. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-145-154>*

### Введение

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L) Moench) – многолетнее растение семейства Астровые (Сложноцветные (*Asteraceae*)) из Северной Америки. Эхинацея пурпурная – один из целительных источников, который давно и с успехом используется западной медициной как иммуностимулирующее, противовоспалительное средство [2, с. 7; 4, с. 11]. В конце 19 столетия эхинацея была признана европейской медициной и с тех пор неизменно находится в арсенале зарубежных лекарственных средств. В качестве лекарственного растения эхинацея многие десятилетия культивируется в Германии, Франции,

США; как высокопродуктивный медонос и декоративное растение – в Молдавии, на Украине, в Европейской части России. С лечебной целью используют корни и цветки. Сегодня эхинацею можно встретить практически везде [5, с. 13; 11, с. 41; 12, с. 63; 13, с. 78]. В коллекционном питомнике Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений» заложен коллекционный питомник различных лекарственных и ароматических растений, в том числе опытные посевы эхинацеи пурпурной [6, с. 273; 14, с. 32; 15, с. 159].

Целью данного исследования является изучение влияния удобрения

«АгроМастер» марки 13-40-13 на ростовые процессы эхинацеи пурпурной.

#### *Объекты и методы исследований*

В качестве модельного объекта выступил сорт эхинацеи пурпурной «Танюша». Посев опытных делянок был проведен в 2020 году в третьей декаде апреля. Закладка полевых опытов проводилась по общепринятой методике для лекарственных и ароматических растений. Почвы опытного участка – чернозем южный, среднесуглинистый, тяжелосуглинистый. Пахотный слой характеризуется следующими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 4,56%, азота в пахотном слое 0,238%, валового фосфора 0,127 %, рН – 7,0.

Полевые опыты закладывались в 3-кратной повторности систематическим методом. Учетная площадь делянки – 50 м<sup>2</sup>, общая площадь опытной делянки 600 м<sup>2</sup>. Технология возделывания – общепринятая для условий региона.

#### *Схема опыта:*

Вариант № 1. Обработка водой, контроль.

Вариант № 2. Однократная обработка удобрением «АгроМастер» в дозе 2,0 кг/га.

Вариант № 3. Двукратная обработка удобрением «АгроМастер» в дозе 2,0 + 2,0 кг/га.

Вариант № 4. Однократная обработка удобрением «АгроМастер» в дозе 4,0 кг/га.

Норма расхода рабочего раствора во всех вариантах опыта была одинаковая и составила 200 л/га. Первая обработка опытных делянок проведена в фазе формирования розетки листьев. Вторая обработка удобрением была проведена на 5 сутки после укоса. В опытных вариантах укос растений проводился при наступлении фазы цветения.

#### *Результаты и обсуждение*

Начало весеннего отрастания растений эхинацеи в опытных делянках пришлось на конец апреля. Полное формирование розетки листьев было отмечено уже в середине первой декады мая. Как следует из данных, приведенных на рисунках

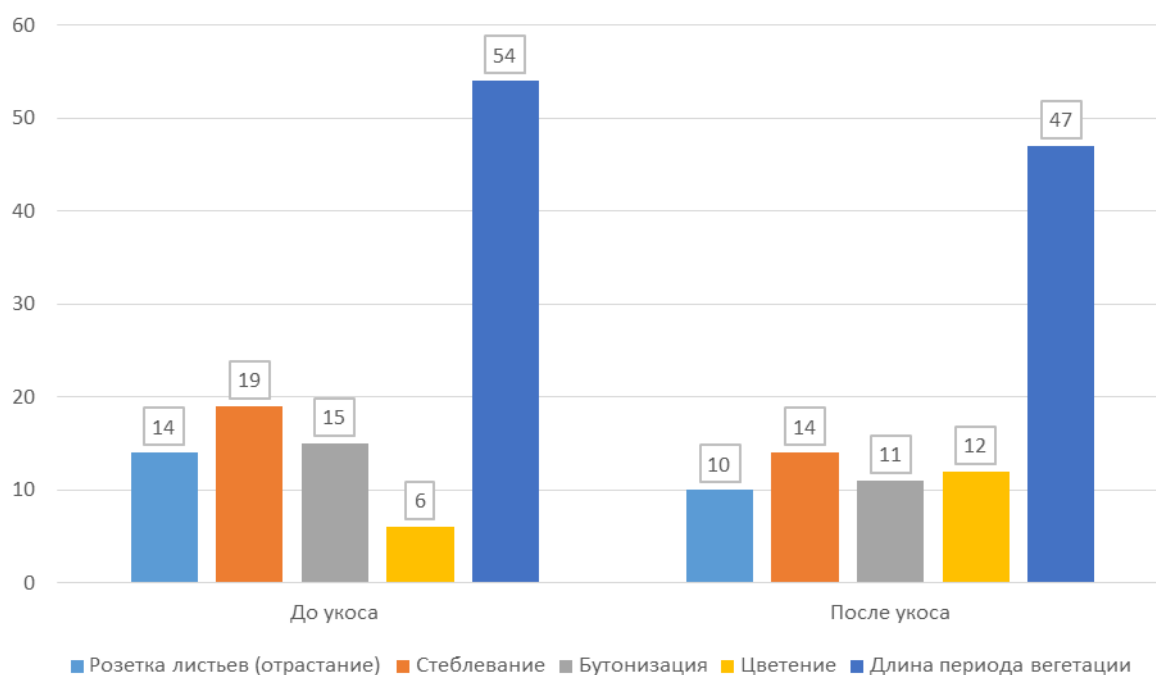
1–4, во всех вариантах начало ростовых процессов было идентичным. Различия между повторностями составили не более 1–2 суток, что является несущественным.

Растения контрольного варианта имели более неравномерное развитие, междоузлия были растянутые, что существенно влияло на дружность ростовых процессов. На рисунке 1 приведены результаты фенологических наблюдений в контрольном варианте.

Отсутствие удобрения сказалось на продолжительности периода вегетации до укоса растений и после него. Таким образом, период вегетации до укоса составил 54 суток, а после него – 47 суток. Разница составила в среднем 7 суток. С учетом того, что погодные условия второй половины лета были менее благоприятными для нормального роста, отсутствие минерального питания негативно сказалось на росте и развитии растений эхинацеи пурпурной. В частности, начало цветения растений до укоса наступило в 2 раза быстрее в сравнении с показателями после укоса. Аналогичная закономерность отмечалась и по другим фенологическим фазам. Исключение составляет период отрастания растений после укоса, который был на 4 суток короче первого периода. Обработка посевов эхинацеи в фазе формирования розетки листьев в дозе 2,0 кг/га оказала положительное действие на продолжительность ростовых процессов.

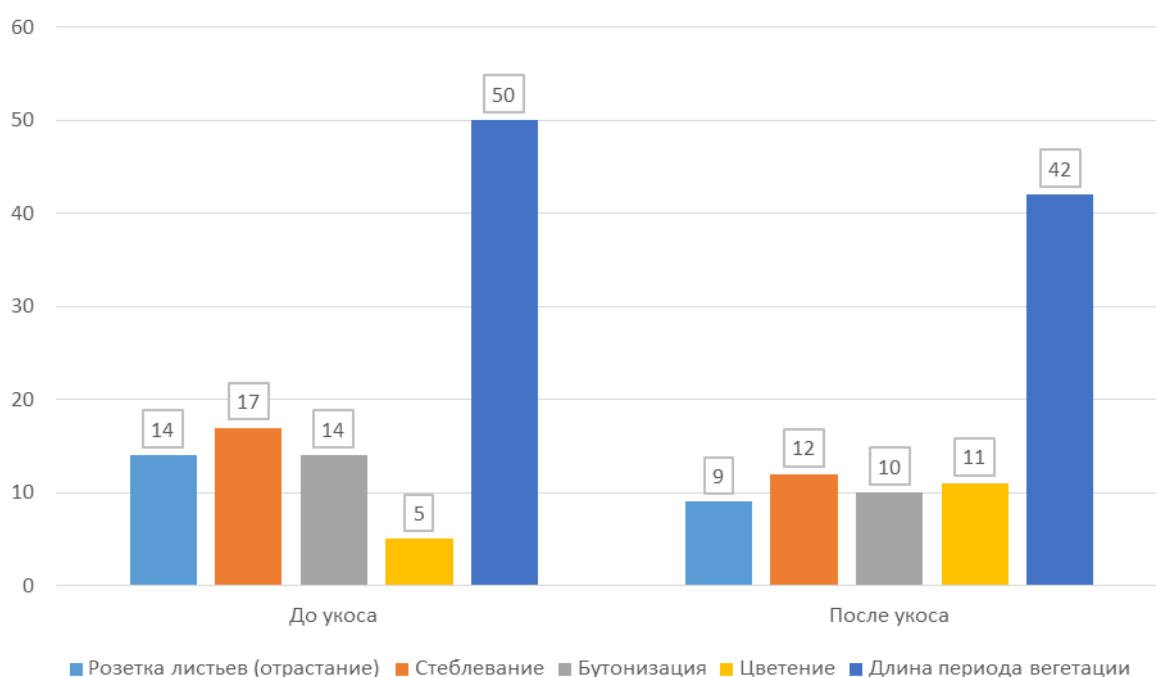
Результаты фенологических наблюдений приведены на рисунке 2.

Если начальный период роста растений не отличался в данном варианте от контрольного, то уже с фазы стеблевания междоузлия сокращались. При этом интенсивность роста и развития растений увеличивалась, что способствовало более быстрому и дружному наступлению фазы цветения. Период роста и развития эхинацеи пурпурной до укоса был на 8 суток продолжительнее в сравнении с периодом после укоса. Отдельно следует отметить, что формирование



**Рис. 1.** Продолжительность фенологических фаз растений эхинацеи в варианте без удобрений (контроль), сут.

**Fig. 1.** Duration of phenological phases of echinacea plants in the option without fertilizers (control), daily



**Рис. 2.** Продолжительность фенологических фаз растений эхинацеи при однократной обработке удобрением «АгроМастер» в дозе 2,0 кг/га, сут.

**Fig. 2.** Duration of phenological phases of echinacea plants with a single treatment with «AgroMaster» fertilizer at a dose of 2,0 kg/ha, daily



бутонов и цветение в данном варианте на 1–2 суток быстрее в сравнении с контрольным вариантом.

Положительное действие удобрения «АгроМастер» оказало на сокращение продолжительности межфазных периодов после укоса в вариантах без удобрения и с однократной обработкой удобрением. Разница составила 5 суток. Период отрастания растений после укоса сократился в среднем на 1–2 суток в данном варианте в сравнении с контрольным вариантом (рис. 1).

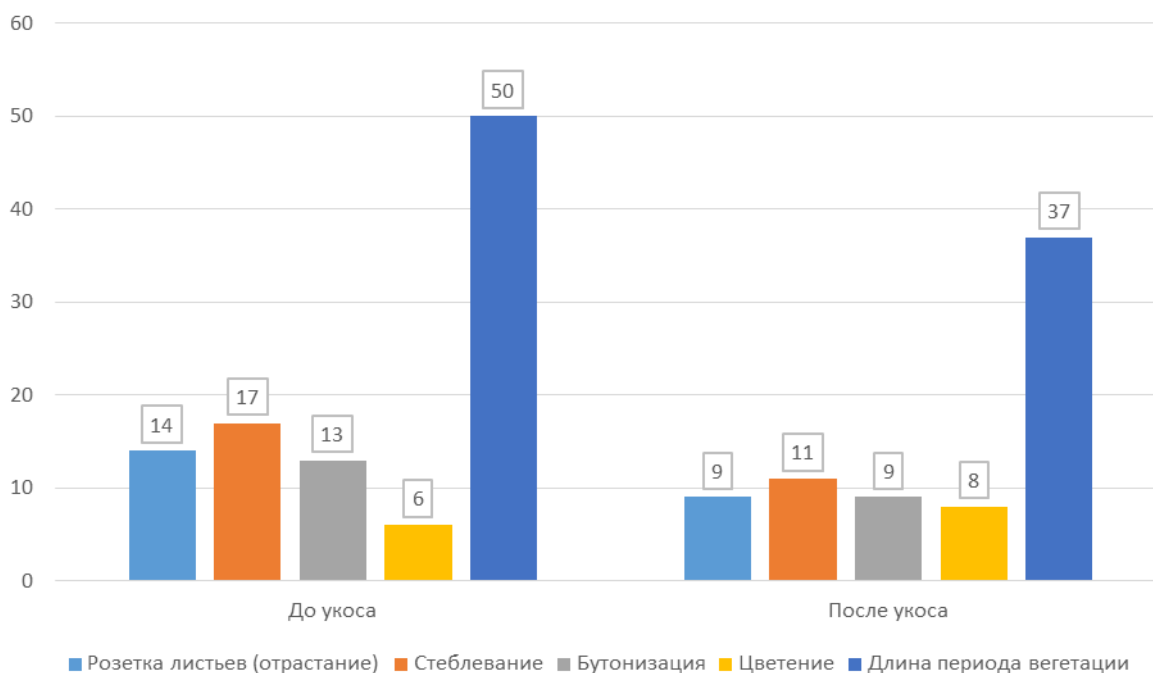
Результаты фенологических наблюдений за растениями эхинацеи пурпурной в варианте с двукратной обработкой удобрением «АгроМастер» представлены на рисунке 3.

Как и в предыдущих вариантах (рис. 1, 2), период формирования розетки листьев был идентичным при двукратной обработке растений, что составило 14 суток. В дальнейшем, с применением удобрения интенсивность ростовых

процессов наращивалась, что обеспечило более дружное прохождение растениями фенологических фаз. Фазы стеблевания и бутонизации за годы исследований сократились на 2–3 суток в среднем.

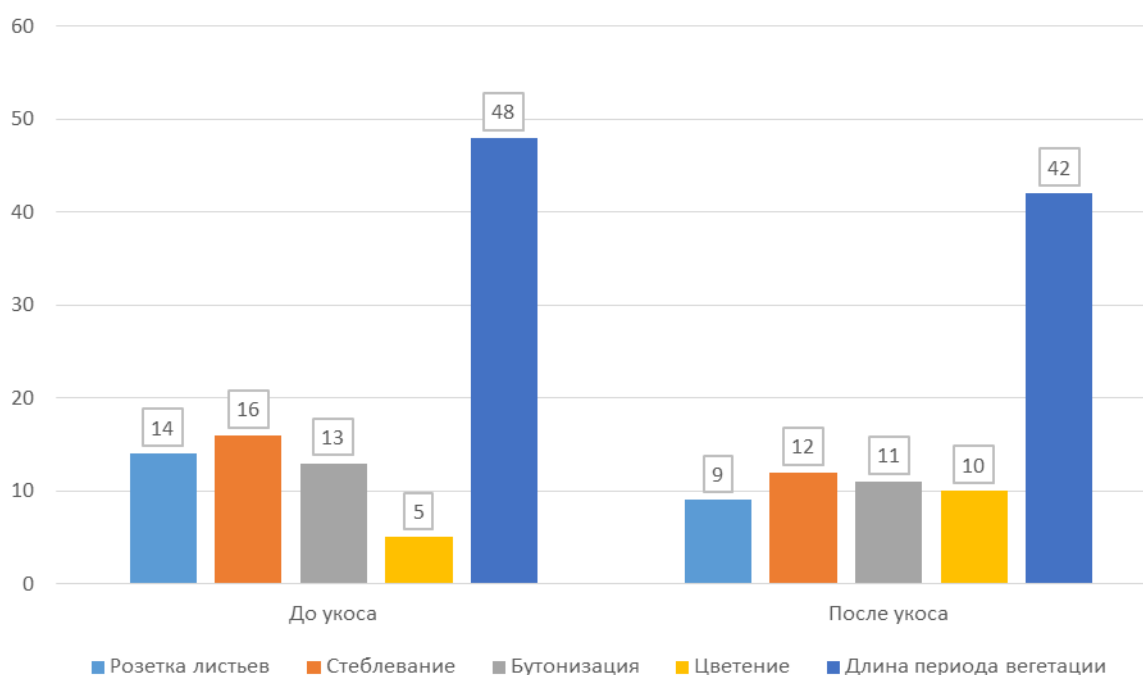
Также одновременно наступала фаза цветения. Аналогичная тенденция имела место до и после укоса растений эхинацеи пурпурной. Это, в свою очередь, сказалось на продолжительности периода вегетации, который после укоса был в данном варианте на 5 и 10 суток короче в сравнении с предыдущими вариантами соответственно. Таким образом, двукратная обработка посевов удобрением «АгроМастер» в дозе по 2,0 кг/га, безусловно, производила самый высокий эффект. В опытном варианте, представленном на рисунке 4, была использована наибольшая доза удобрения «АгроМастер» – 4,0 кг/га в фазе розетки листьев.

Положительный эффект высокой дозы удобрения был отмечен начиная с фазы стеблевания. Последующие фазы



**Рис. 3.** Продолжительность фенологических фаз растений эхинацеи при двукратной обработке удобрением «АгроМастер» в дозе 2,0 + 2,0 кг/га, сут.

**Fig. 3.** Duration of phenological phases of echinacea plants after double treatment with «AgroMaster» fertilizer at a dose of 2,0 + 2,0 kg/ha, daily



**Рис. 4.** Продолжительность фенологических фаз растений эхинацеи при однократной обработке удобрением «АгроМастер» в дозе 4,0 кг/га, сут.

**Fig. 4.** Duration of phenological phases of echinacea plants with a single treatment with «AgroMaster» fertilizer at a dose of 4,0 kg/ha, daily

(бутонизация и цветение) также протекали наиболее интенсивно. Таким образом, период роста и развития растений эхинацеи пурпурной до укуса составлял всего 48 суток, что короче на 2–4 суток в среднем в сравнении с другими вариантами.

Начальный период ростовых процессов растений после укуса также самый интенсивный в условиях опыта, вплоть до окончаний фазы стеблевания. Начиная с этого периода действие удобрения не отмечается. Межфазный период в данном случае увеличивается на 4 суток в сравнении с вариантом с двукратной обработкой (рис. 3). Также растягивается период цветения растений эхинацеи пурпурной. Однако всё ещё имеется преимущество применения данной дозы удобрения в сравнении с однократной обработкой в дозе 2,0 кг/га и контрольным вариантом.

Длительный эффект удобрения «АгроМастер» обусловлен его сбалансированным составом. Он содержит основные химические элементы, необходимые

для жизнедеятельности растений, – азот, фосфор и калий. А также комплекс важнейших микроэлементов, включая хелатные: цинк, медь, железо и марганец. Они отличаются устойчивым кислотно-щелочным балансом, что благотворно влияет на растения. Всё это позволяет обеспечивать положительное действие в течение длительного периода [3, с. 37].

Анализируя результаты фенологических наблюдений, можно сделать заключение, что более высокоэффективным в течение всего периода проведения исследований было двукратное применение удобрения «АгроМастер». Вариант с максимальной дозой удобрения 4,0 кг/га долгое время имел преимущество. Однако после укуса последствие удобрения начало существенно снижаться. Если сравнивать общий период вегетации растений эхинацеи пурпурной между вариантами, то наибольшей интенсивностью ростовых процессов отличался вариант с двукратной обработкой – 87 суток.

Таблица 1

Высота растений эхинацеи пурпурной, см

Table 1

*Echinacea purpurea* plant height, cm

| Фенологические фазы                                               | Варианты опыта            |             |                                                    |             |                                                          |             |                                                    |             |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|----------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|-------------|
|                                                                   | Обработка водой, контроль |             | Обработка удобрением «АгроМастер» в дозе 2,0 кг/га |             | Обработка удобрением «АгроМастер» в дозе 2,0 + 2,0 кг/га |             | Обработка удобрением «АгроМастер» в дозе 4,0 кг/га |             |
|                                                                   | до укоса                  | после укоса | до укоса                                           | после укоса | до укоса                                                 | после укоса | до укоса                                           | после укоса |
| Розетка листьев (отрастание)                                      | 10,9                      | 8,0         | 11,5                                               | 9,4         | 11,4                                                     | 9,6         | 11,5                                               | 10,5        |
| Стеблевание                                                       | 26,0                      | 20,2        | 38,6                                               | 22,7        | 39,9                                                     | 25,0        | 43,0                                               | 23,3        |
| Бутонизация                                                       | 54,5                      | 33,7        | 67,5                                               | 39,1        | 67,0                                                     | 40,9        | 75,8                                               | 37,2        |
| Цветение                                                          | 97,6                      | 46,0        | 110,4                                              | 50,4        | 110,8                                                    | 55,1        | 117,8                                              | 48,3        |
| НСР 0,5 (фаза цветения):<br>до укоса = 1,17<br>после укоса = 0,87 |                           |             |                                                    |             |                                                          |             |                                                    |             |

Вариант с дозой 4,0 кг/га уступил ему всего на 3 суток.

Высота растений эхинацеи пурпурной по фазам роста и развития представлена в таблице. В начале ростовых процессов высота растений в вариантах варьировала незначительно, что составило порядка 10–11 см. Таким образом, в фазе розетки листьев разница по высоте растений до укоса была несущественной.

После укоса высота растений в период отрастания составила от 8 до 10 см, что достоверно подтвердило влияние применения в опытных посевах удобрения «АгроМастер» на данный показатель. В дальнейшем прирост растений в высоту существенно увеличился и достиг во всех вариантах максимального значения в фазе цветения. Это составило порядка 97–128 см до укоса и 46–55 см после укоса.

Интенсивное прохождение фенологических фаз положительно сказалось и на динамике роста растений в высоту.

Вариант без применения удобрений, который имел существенные разрывы в продолжительности межфазных периодов, также имел наиболее низкорослые растения – 97,6 см до укоса и 46,0 см после укоса. Однократная обработка посевов удобрением в дозе 2,0 кг/га способствовала приросту растений в высоту на 12,8 и 4,4 см в сравнении с контрольным вариантом. Двукратная обработка посевов обеспечила прирост растений на 13,2 и 4,8 см соответственно. Максимальная доза удобрения «АгроМастер» 4,0 кг/га способствовала увеличению высоты растений на 20,2 см и 2,3 см в сравнении с контролем.

Динамика прироста растений эхинацеи пурпурной имела различные закономерности до укоса и после него. Так, в варианте с дозой удобрения 4,0 кг/га интенсивность прироста, так же как и высота растений были максимальными до укоса. Вместе с тем, однократное применение удобрения не позволило растениям

достичь максимальных значений после укуса. Интенсивность ростовых процессов стала замедляться и постепенно существенно снизилась, что отрицательно сказалось на приросте растений в высоту.

После укуса наилучшие показатели были в варианте с двукратной обработкой посевов, что обеспечило пролонгированное действие удобрения – 55,1 см. Это превысило контрольный вариант на 8,1 см. Преимущество перед другими вариантами составило 3,7–6,8 см.

Характерной особенностью эхинацеи пурпурной является более интенсивное наращивание вегетативной массы в фазе бутонизации до укуса. В этой фазе прирост в среднем во всех вариантах составил в 1,5–1,7 раза. После укуса

интенсивность ростовых процессов существенно снижается.

#### *Заключение*

Проведенные исследования выявили положительное действие удобрения «АгроМастер» марки 13-40-13 на растения эхинацеи пурпурной. Наиболее оптимальной является двукратная обработка посевов в дозе по 2,0 кг/га. Ростовые процессы растения эхинацеи проходят последовательно, без существенных разрывов. Показатели вегетативной массы растения также имеют наивысшие значения при использовании отмеченной выше дозы удобрения. При этом вариант с однократной обработкой в дозе 4,0 кг/га уступает показателям лучшего варианта незначительно.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Echinacea: Nature's Immune Enhancer / Foster. S. VT: Healing Arts Press, Rochester, 1991. URL: [https://books.google.co.uz/books?id=yGYiMEHPmZUC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.uz/books?id=yGYiMEHPmZUC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
2. McKeown K.A. [et al.] Perspectives on new crops and new uses. A Review of the Taxonomy of the Genus Echinacea [Electronic resource]. ASHS Press, Alexandria, 1999. URL: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-482.html>.
3. Dallacqua S. [et al.] Combined extracts of Echinacea narrowleaf DC and Roscoe zingibera medicinalis in gel capsules: pharmacokinetics and immunomodulatory effects evaluated by gene expression profiling. *Phytomedicine* 2019; 65:153–190.
4. Barnes J. Echinacea narrowleaf (Columbia County), Echinacea pallida (Nut.) Nutt., Echinacea purpurea (L. Moench): a review of their chemistry, pharmacology and clinical properties. *Pharmacol.* 2005; 57:929–954.
5. Berti M. [et al.] Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root, echinacoside and alkylamide yields in Echinacea angustifolia L. in Chile. *Acta Hort.* 2002; 576:303–310.
6. Афанасьев А.В., Кулишова И.В., Яхтанигова Ж.М. Изучение влияния микроудобрения на ростовые процессы маклеи сердцевидной // Сборник материалов III Международного симпозиума. М., 2021. С. 273–275.
7. Бизунок Н.А. Эхинацея: ботаника, история, химия, фармакология // Медицинские новости. 2006. № 4. С. 19–26.
8. Брыкалов А.В. Интродукция эхинацеи пурпурной в Ставропольском крае и ее использование в пищевой и фармацевтической промышленности // Субтропическое и декоративное садоводство. 2009. Т. 1, № 42. С. 227–232.
9. Гущина В.А. Микробиологическая активность почвы и продуктивность эхинацеи пурпурной в зависимости от использования препарата «Байкал ЭМ1» // Нива Поволжья. 2012. № 2 (23). С. 17–21.
10. Дарьин А.И. Использование эхинацеи пурпурной в кормлении поросят-отъемышей различного происхождения // Достижения и перспективы развития биотехнологии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2010. С. 29–33.
11. Загуменников В.Б. Выращивание эхинацеи пурпурной (Echinacea purpurea) для получения разных видов лекарственного растительного сырья // Овощи России. 2011. № 2. С. 30–32.

12. Куркин В.А. Флаванойды травы эхинацеи пурпурной // Химия растительного сырья. 2010. № 4. С. 87–89.
13. Хасанова З.М. Адаптационные изменения растений *Echinacea purpurea* (L.) Moench в условиях водного дефицита // Материалы международной научной конференции Полтава, 2003. С.108–111.
14. Сторож О.В. Влияние сроков сева и ширины междурядий на урожайность сортов эхинацеи пурпурной второго и третьего годов вегетации в условиях южной части лесостепи Западной // Инновации в науке. 2012. № 15. С. 91–96.

#### REFERENCE:

1. *Echinacea: Nature's Immune Enhancer* / Foster. S. VT: Healing Arts Press, Rochester, 1991. URL: [https://books.google.co.uz/books?id=yGYiMEHPmZUC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.uz/books?id=yGYiMEHPmZUC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
2. McKeown K.A. [et al.] Perspectives on new crops and new uses. A Review of the Taxonomy of the Genus *Echinacea* [Electronic resource]. ASHS Press, Alexandria, 1999. URL: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-482.html/>
3. Dallacqua S. [et al.] Combined extracts of *Echinacea narrowleaf* DC.] and *Roscoe zingibera medicinalis* in gel capsules: pharmacokinetics and immunomodulatory effects evaluated by gene expression profiling. *Phytomedicine* 2019; 65:153–190.
4. Barnes J. [et al.] *Echinacea narrowleaf* (Columbia County), *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., *Echinacea purpurea* (L. Moench): a review of their chemistry, pharmacology and clinical properties. *Pharmacol.* 2005; 57:929–954.
5. Berti M. [et al.] Effect of harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root, echinacoside and alkylamide yields in *Echinacea angustifolia* L. in Chile. *Acta Hort.* 2002; 576: 303–310.
6. Afanasyev A.V., Kulishova I.V., Yakhtanigova J.M. The study of the effect of microfertilizer on growth processes of *Maclea cordate*. *Proceedings of the 3rd International Symposium*; 2021. P. 273–275. (In Russ).
7. Bizunok N.A. *Echinacea: botany, history, chemistry, pharmacology*. Medical News. 2006; 4:19–26. (In Russ).
8. Brykalov A.V., Golovkina E.M., Chumakova V.V. Introduction of *Echinacea purpurea* in Stavropol Territory and its use in food and pharmaceutical industries. *Subtropical and ornamental horticulture*. 2009; 1(42):227–232. (In Russ).
9. Gushchina V.A. Microbiological activity of soil and productivity of *Echinacea purpurea* depending on the use of «Baikal EM1» preparation. *Niva Povolzhya*. 2012; 2(23):17–21.
10. Dar'in A.I. The use of *Echinacea purpurea* in the feeding of weaners of different origin. Achievements and prospects of biotechnology: *Proceedings. All-Russian Scientific-Practical Conference*. Penza. 2010; P. 29.
11. Zagumennikov V.B. [et al.] Growing *Echinacea purpurea* (*Echinacea purpurea*) to obtain different types of medicinal plant raw materials. *Ovoschi Russia*. 2011; 2:30–32 (In Russ).
12. Kurkin V.A. [et al.] Flavanoids of *Echinacea purpurea* herb. *Chemistry of vegetable raw materials*. 2010; 4:87–89. (In Russ).
13. Khasanova Z.M. Adaptation changes of *Echinacea purpurea* (L.) Moench in water deficit. *Materials of international. scientific conf. Poltava*, 2003; P. 108–111. (In Russ).
14. Storozh O.V. Influence of sowing dates and width of row spacing on yield of *Echinacea purpurea* varieties of the second and third years of vegetation in the conditions of southern part of Western forest-steppe. *Innovations in science*. 2012; 15:91–96. (In Russ).



---

**Информация об авторах / Information about the authors**

---

**Жанна Мухарбиевна Яхтанигова,** главный научный сотрудник Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений», доктор сельскохозяйственных наук

zhannayahtanig@mail.ru

**Ирина Владимировна Кулишова,** старший научный сотрудник Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений»

belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

**Zhanna M. Yakhtanigova,** Doctor of Agricultural Sciences, a chief researcher of the Belgorod branch of the FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants».

zhannayahtanig@mail.ru

**Irina V. Kulishova,** a senior researcher of the Belgorod branch of the FSBSI «All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants»

belgorod.vilar.nauka@yandex.ru

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет» информирует об издании журнала «Новые технологии». Издание рассчитано на руководящих и научно-педагогических работников вузов, а также аспирантов и докторантов, исследующих проблемы образования и науки.

Научные статьи публикуются на русском языке и имеют обязательные аннотации на английском языке.

В журнале «Новые технологии» (номер свидетельства о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-37007 от 29.07.2009 г., подписной индекс в общероссийском каталоге ОАО Агентство «Роспечать» 65035) освещаются следующие научные направления, имеющие гриф ВАК:

**05.18.00** – технология продовольственных продуктов

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)

05.18.05 – Технология сахара и сахаристых продуктов, чая, табака и субтропических культур (технические науки)

05.18.06 – Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов (технические науки)

05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ (технические науки)

05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств (технические науки)

**06.00.00** – сельскохозяйственные науки

06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки)

06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель (сельскохозяйственные науки)

06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки)

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки)

06.01.08 – Плодоводство, виноградарство (сельскохозяйственные науки)

**08.00.00** – экономические науки

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки)

## ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

1. Журнал принимает для публикации статьи по следующим научным направлениям: 05.18.00 – технология продовольственных продуктов; 06.00.00 – сельскохозяйственные науки; 08.00.00 – экономические науки.

2. 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.

3. Все материалы, поступающие в редакцию журнала, проходят предварительный отбор на предмет их соответствия тематике журнала и формальным критериям, предъявляемым к статьям.

4. 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.

5. Формат листа – А4 (210x297); шрифт – 14 (Times New Roman), 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.

6. 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).

7. Название статьи – заглавными буквами, без переносов, жирным шрифтом, по центру.

8. Аннотация на русском языке – курсивом (200–250 слов, включает: актуальность темы исследования, постановку проблемы, цели исследования, методы исследования, результаты и ключевые выводы).

9. Ключевые слова – курсивом (8–10 слов и словосочетаний; отражают специфику темы, объект и результаты исследования).

10. 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.

11. Статьи направляются в редакцию по электронной почте на адрес: prorector@mkgtu.ru.

12. 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. Котов<sup>1</sup>, Анатолий Н. Пашков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;  
ул. Первомайская, д. 155, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБУН «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.: 8 (918) 427 88 10

**Анатолий Николаевич Пашков**, старший научный сотрудник отдела земледелия ФГБУН «Институт растениеводства», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

rastenie@mail.ru

тел.: 8 (908) 427 88 10

*Рукописи и электронные варианты статей авторам не возвращаются.*

Дополнительную информацию можно получить по электронному адресу:

e-mail: prorector@mkgtu.ru

по тел.: 8 (8772) 52 30 03

**Нагоева Анжелика Кимовна**

## **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 ее 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 двустороннее 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 трех лет, обладающие достаточным опытом научной работы по заявленному в статье научному направлению. Представленная авторская статья передается на рецензирование членам 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 17. № 5. 2021

Издательство МГТУ

385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191.

Подписано в печать 25.10.2021 г. Бумага Херох Performer. Печать цифровая.

Гарнитура Times New Roman. Усл.-п.л. 17,5. Формат 84x108<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Тираж 500 экз. Заказ № 060.

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