

Аграрная наука Евро-Северо-Востока

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka

Научный журнал основан в 2000 г.

Периодичность 6 раз в год Префикс DOI 10.30766

Том 22, № 4, 2021

© Учредитель журнала – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»
(ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) 610007, г. Киров, ул. Ленина, 16а

Издание зарегистрировано
Федеральной службой
по надзору в сфере связи,
информационных
технологий и массовых
коммуникаций

Регистрационный номер
ПИ №ФС77-72290
от 01.02.2018 г.

Цель журнала – публикация и распространение результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по научному обеспечению сельского и охотничьего хозяйства, при приоритетном освещении проблем рационального природопользования и адаптации агрозоосистем северных территорий к меняющимся климатическим условиям.

Целевая аудитория – научные работники, преподаватели, аспиранты, докторанты, магистранты, специалисты АПК из России, стран СНГ и дальнего зарубежья.

Рубрики журнала:

- ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ
- ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ (Растениеводство. Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. Кормопроизводство. Земледелие, агрохимия, мелиорация. Сельскохозяйственная микробиология и микология. Зоотехния. Ветеринарная медицина. Звероводство, охотоведение. Механизация, электрификация, автоматизация. Экономика)
- ДИСКУССИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- РЕЦЕНЗИИ
- ХРОНИКА

Контент доступен
под лицензией Creative
Commons Attribution 4.0
License



Главный редактор – Сысуев Василий Алексеевич, д.т.н., профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

Зам. главного редактора – Рубцова Наталья Ефимовна, к.с.-х.н., доцент, зав. научно-организационным отделом ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

Ответственные секретари: Соболева Наталия Николаевна, инженер по НТИ научно-организационного отдела ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия, Веселова Наталья Васильевна – к.с.-х., научный секретарь научно-организационного отдела ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

Редакционный совет

Андреев Николай Руфеевич	д.т.н., чл.-корр. РАН, научный руководитель Всероссийского научно-исследовательского института крахмалпродуктов, г. Москва, Россия
Багиров Вугар Алиевич	д.б.н., профессор, чл.-корр. РАН, директор Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки России, г. Москва, Россия
Баталова Галина Аркадьевна	д.с.-х.н., профессор, академик РАН, зам. директора по селекционной работе, зав. отделом овса ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия
Гурьянов Александр Михайлович	д.с.-х.н., профессор, директор Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Саранск, Россия
Дёгтева Светлана Владимировна	д.б.н., врио директора Института биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия
Джавадов Эдуард Джавадович	д.в.н., заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, профессор кафедры эпизоотологии им. В. П. Урбана Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Россия
Домский Игорь Александрович	д.в.н., профессор, чл.-корр. РАН, директор Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров, Россия
Еремин Сергей Петрович	д.в.н., профессор, заведующий кафедрой частной зоотехнии, разведения с.-х. животных и акушерства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, г. Нижний Новгород, Россия
Иванов Дмитрий Анатольевич	д.с.-х.н., профессор, чл.-корр. РАН, главный научный сотрудник, ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», г. Москва, Россия
Казакевич Петр Петрович	д.т.н., профессор, чл.-корр. НАН Беларуси, зам. председателя Президиума НАН Беларуси, иностранный член РАН, г. Минск, Республика Беларусь
Косолапов Владимир Михайлович	д.с.-х.н., профессор, академик РАН, директор Федерального научного центра кормопроизводства и агрэкологии имени В. Р. Вильямса
Костяев Александр Иванович	д.э.н., профессор, академик РАН, главный научный сотрудник отдела экономических и социальных проблем развития региональных АПК и сельских территорий Института аграрной экономики и развития сельских территорий, ФГБУН «Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук», г. Санкт-Петербург, Россия
Куликов Иван Михайлович	д.э.н., профессор, академик РАН, директор Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства, г. Москва, Россия
Леднев Андрей Викторович	д.с.-х.н., доцент, руководитель, главный научный сотрудник Удмуртского НИИСХ – структурного подразделения Удмуртского ФИЦ УрО РАН, г. Ижевск, Россия
Никонова Галина Николаевна	д.э.н., профессор, чл.-корр. РАН, главный научный сотрудник Института аграрной экономики и развития сельских территорий, ФГБУН «Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук», г. Санкт-Петербург, Россия
Пашкина Ольга Викторовна	д.в.н., Почетный работник ВПО РФ, профессор кафедры эпизоотологии, паразитологии и ветсанэкспертизы Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, г. Нижний Новгород, Россия
Савченко Иван Васильевич	д.б.н., профессор, академик РАН, главный научный сотрудник отдела растительных ресурсов Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва, Россия

**Журнал включен
в Перечень рецензируемых
научных изданий,
в которых должны быть
опубликованы основные
научные результаты
диссертаций на соискание
ученых степеней
кандидата и доктора наук**

Журнал включен в базы данных
РИНЦ, ВИНИТИ, AGRIS,
Russian Science Citation Index
(RSCI) на ведущей мировой
платформе Web of Science,
BASE, Dimensions,
Ulrich's Periodicals Directory,
DOAJ, EBSCO

Полные тексты статей
доступны на сайтах электронных
научных библиотек:
eLIBRARY.RU: [http://elibrary.ru/](http://elibrary.ru;);
ЭНСХБ:
<http://www.cnshb.ru/elbib.shtml>;
CYBERLENINKA:
<https://cyberleninka.ru/>;
журнала:
<http://www.agronauka-sv.ru>

Оформить подписку
можно в любом
почтовом отделении
по каталогу «Прессы России»
подписной индекс 58391

Электронная версия журнала:
<http://www.agronauka-sv.ru>

Адрес издателя и редакции:
610007, г. Киров,
ул. Ленина, 166а,
тел./факс (8332) 33-10-25;
тел. (8332) 33-07-21
www.agronauka-sv.ru

E-mail: agronauka-esv@fanc-sv.ru

Техническая редакция,
верстка И. В. Кодочигова

Макет обложки
Н. Н. Соболева

Подписано к печати
20.08.2021.

Дата выхода в свет
04.09.2021.

Формат 60x84^{1/8}.
Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 20,69.

Тираж 100 экз. Заказ 13.
Свободная цена

Отпечатано с оригинал-макета

Адрес типографии:

ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
610007, г. Киров, ул. Ленина, 166а

Самоделкин Александр Геннадьевич	д.б.н., профессор, заслуженный ветеринарный врач РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия
Сисягин Павел Nikolaevich	д.в.н., профессор, чл.-корр. РАН, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия
Титова Вера Ивановна	д.с.-х.н., профессор, заслуженный агроном РФ, зав. кафедрой агрономии и агроэкологии Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, г. Нижний Новгород, Россия
Токарев Антон Nikolaevich	д.в.н., доцент, зав. кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Россия
Урбан Эрома Петрович	д.с.-х.н., профессор, чл.-корр. НАН Беларусь, заместитель генерального директора по научной работе Научно-практического центра НАН Беларусь по земледелию, г. Минск, Республика Беларусь
Цой Юрий Алексеевич	д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, Федеральный научный агрономический центр ВИМ, г. Москва, Россия
Широких Ирина Геннадьевна	д.б.н., ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией биотехнологии растений и микроорганизмов ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, профессор Вятского государственного университета, г. Киров, Россия
Щенникова Ирина Nikolaevna	д.с.-х.н., доцент, чл.-корр. РАН, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия
Changzhong Ren	Президент Байченской академии сельскохозяйственных наук (КНР), иностранный член РАН, г. Байчен, Китай
Ivanovs Semjons	д.т.н., Латвийский университет естественных наук и технологий, г. Елгава, Латвия
Marczuk Andrzej	д.т.н., профессор, декан факультета Люблинского природоведческого университета, г. Люблин, Польша
Náhlík András	профессор, ректор, Университет Шопрана, Институт охраны дикой природы и зоологии позвоночных, г. Шопрон, Венгрия
Poutanen Kaisa	профессор VTT технического исследовательского центра Финляндии, г. Эспоо, Финляндия
Romaníuk Wazlaw	д.т.н., профессор, Технологого-природоведческий институт, г. Варшава, Польша
Yu Li	профессор, научный руководитель Цзилинского аграрного университета, иностранный член РАН, член Академии наук Китая, г. Чанчунь, Китай
Редакционная коллегия	
Алешкин Алексей Владимирович	д.т.н., профессор кафедры промышленной безопасности и инженерных систем Вятского государственного университета, г. Киров, Россия
Брандорф Анна Зиновьевна	д.с.-х.н., директор Федерального научного центра по пчеловодству, г. Рыбное, Россия
Бурков Александр Иванович	д.т.н., профессор, заслуженный изобретатель РФ, главный научный сотрудник, зав. лабораторией зерно- и семяочистительных машин ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия
Егошина Татьяна Леонидовна	д.б.н., профессор, зав. отделом экологии и ресурсоведения Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров, Россия
Ивановский Александр Александрович	д.в.н., ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией ветеринарной биотехнологии ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия
Козлова Людмила Михайловна	д.с.-х.н., ведущий научный сотрудник, зав. отделом земледелия, агрономии и мелиорации ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия
Костенко Ольга Владимировна	к.э.н., доцент, проректор по экономике и инновациям Вятского государственного агротехнологического университета, г. Киров, Россия
Рябова Ольга Вениаминовна	к.б.н., доцент кафедры микробиологии Пермской государственной фармацевтической академии, г. Пермь, Россия
Савельев Александр Павлович	д.б.н., главный научный сотрудник отдела экологии животных Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров, Россия
Товстик Евгения Владимировна	к.б.н., доцент, доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии, с.н.с. Центра компетенций «Экологические технологии и системы» Вятского государственного университета, г. Киров, Россия
Филатов Андрей Викторович	д.в.н., профессор кафедры экологии и зоологии Вятского государственного агротехнологического университета, г. Киров, Россия
Шешегова Татьяна Кузьмовна	д.б.н., старший научный сотрудник, зав. лабораторией иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия
Юнусов Губайдулла Сибятулович	д.т.н., профессор кафедры механизации производства и переработки с.-х. продукции Аграрно-технологического института Марийского государственного университета, заслуженный работник сельского хозяйства Республики Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Россия

Agricultural Science Euro-North-East, 2021; 22(4)

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka

Peer-reviewed scientific journal was established in 2000

The journal is published six times per year. DOI: 10.30766

© The founder of the journal is Federal Agricultural Research Center
of the North-East named N.V. Rudnitsky (FARC North-East) 610007, Kirov, Lenin str., 166a

The publication is registered
by the Federal Service for
Supervision of Communications,
Information Technology and
Mass Media

Registration number
PI №FS 77-72290 01 Feb 2018

Aim of the Journal – publication and distribution of results of fundamental and applied researches conducted by native and foreign scientists for scientific support of agricultural and hunting sectors, with focus on the problems of rational use of natural resources and adaptation of agro-ecosystems of northern territories to changing climatic conditions.

Target audience – scientists, university professors, graduate students, postdoctoral, masters, specialists of agro-industrial complex from Russia, countries of CIS and far-abroad countries.

Headings

- REVIEWS
- ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES

(Plant Growing. Storage and Processing of Agricultural Production. Fodder Production. Agriculture, Agrochemistry, Land Improvement. Agricultural Microbiology and Mycology. Zootechny. Veterinary Medicine. Fur Farming and Hunting. Mechanization, Electrification, Automation. Economy)

- DISCUSSION PAPERS
- PEER-REVIEWS
- CURRENT EVENTS

All the materials of the «Agricultural Science Euro-North-East» journal are available under Creative Commons Attribution 4.0 License



Editor-in-chief – Vasily A. Sysuev, Dr. of Sci. (Engineering), the professor, academician of RAS, Honored Worker of Science of the Russian Federation, academic advisor of the FARC North-East, Kirov, Russia

Deputy editor-in-chief – Natalya E. Rubtsova, Cand. of Sci. (Agricultural), associate professor, Head of the Science and Organization Department, FARC North-East, Kirov, Russia

The responsible secretaries: Natalia N. Soboleva, engineer of scientific and technical information, the Science and Organization Department, FARC North-East, Kirov, Russia, Natalya V. Veselova, Cand. of Sci. (Agricultural), scientific secretary, the Science and Organization Department, FARC North-East, Kirov, Russia

Editorial council

Nikolay R. Andreev	Dr. of Sci. (Engineering), corresponding member of RAS, academic advisor of the All-Russia scientific research institute of Starch Products, Moscow, Russia
Vugar A. Bagirov	Dr. of Sci. (Biology), professor, corresponding member of RAS, Director of the Department of Coordination of Organizations in the Field of Agricultural Sciences of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Moscow, Russia
Galina A. Batalova	Dr. of Sci. (Agricultural), the professor, academician of RAS, the deputy director on selection work, the head of Department of oats of the FARC North-East, Kirov, Russia
Alexander M. Guryanov	Dr. of Sci. (Agricultural), professor, director of Mordovia Agricultural Research Institute –Branch of FARC North-East, Saransk, Russia
Svetlana V. Degteva	Dr. of Sci. (Biology), the acting director of Institute of biology of Komi Scientific Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
Eduard D. Dzhavadov	Dr. of Sci. (Veterinary), Honored Worker of Science of the Russian Federation, academician of RAS, professor at the Department of Epizootiology named after V.P. Urban, Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia
Igor A. Domskiy	Dr. of Sci. (Veterinary), professor, corresponding member of RAS, Director of Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russia
Sergey P. Eremin	Dr. of Sci. (Veterinary), professor, Head of the Department of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
Dmitriy A. Ivanov	Dr. of Sci. (Agricultural), professor, corresponding member of RAS, chief researcher, Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia
Petr P. Kazakevich	Dr. of Sci. (Engineering), the professor, corresponding member of Belarus NAS, Deputy Chairman of Presidium of Belarus NAS, a foreign member of RAS, Minsk, Republic of Belarus
Vladimir M. Kosolapov	Dr. of Sci. (Agricultural), the professor, academician of RAS, the director of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Moscow, Russia
Aleksandr I. Kostjaev	Dr. of Sci. (Economics), professor, academician of RAS, chief researcher, Department of Economic and Social Problems of the Development of Regional Agro-Industrial Complex and Rural Territories the Institute of Agricultural Economics and Rural Development, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia
Ivan M. Kulikov	Dr. of Sci. (Economics) professor, academician of RAS, director of the All-Russia Selection and Technology Institute of Horticulture and Nursery, Moscow, Russia
Andrei V. Lednev	Dr. of Sci. (Agricultural), associate professor, head of Udmurt Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia
Galina N. Nikanova	Dr. of Sci. (Economics), professor, corresponding member of RAS, chief researcher, the Institute of Agricultural Economics and Rural Development, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia
Yulia V. Pashkina	Dr. of Sci. (Veterinary), professor, Honorary worker of higher vocational education of the Russian Federation, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
Ivan V. Savchenko	Dr. of Sci. (Biology), the professor, academician of RAS, chief researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia
Alexander G. Samodelkin	Dr. of Sci. (Biology), professor, Honored Veterinarian of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Vocational Education of the Russian Federation, Nizhniy Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

**The Journal is included in the List
of peer-reviewed scientific
publications, where research
results from
«Candidate of Science» and
«Doctor of Science» academic
degree dissertations have
to be published**

The journal is included into Russian Index of Science Citation (RINC), AGRIS, Russian Science Citation Index (RSCI) on the world's leading platform Web of Science, BASE, Dimensions, Ulrich's Periodicals Directory, DOAJ, EBSCO

The full texts of articles are available on the websites of the following journals and scientific electronic libraries: eLIBRARY.RU, Electronic Scientific Agricultural Library, CYBERLENINKA, Google Scholar

The journal is included into Russian Index of Science Citation (RINC), Abstract journal and databases of All-Russian Institute of Scientific and Technical Information

You can subscribe in any post office According to the catalog "Press of Russia" subscription index 58391

Electronic version of the journal:
<http://www.agronauka-sv.ru>

Publisher and editorial address:
610007, Kirov, Lenin str., 166a,
tel./fax (8332) 33-10-25;
tel. (8332) 33-07-21
www.agronauka-sv.ru

E-mail: agronauka-esv@fanc-sv.ru

Technical edition, layout
Irina V. Kodochigova

Cover layout
Natalia N. Soboleva

Passed for printing
20.08.2021 г.

Date of publication
04.09.2021.

Format 60x84^{1/8}. Offset paper.
Cond. pecs. 1. 20.69.
Circulation 100 copies. Order 13.
Free price.

Address of the printing house:
FGBNU FARC North-East.
610007, Kirov, Lenin str., 166a

Pavel N. Sisjagin	Dr. of Sci. (Veterinary), the professor, corresponding member of RAS, Nizhniy Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
Vera I. Titova	Dr. of Sci. (Agricultural), professor, Head of the Department of Agrochemistry and Agroecology of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
Anton N. Tokarev	Dr. of Sci. (Veterinary), associate professor, head of the Department, Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia
Eroma P. Urban	Dr. of Sci. (Agricultural), professor, corresponding member of Belarus NAS, Deputy General Director for Research, Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming, Minsk, Republic of Belarus
Yu. A. Tsoy	Dr. of Sci. (Engineering), the professor, corresponding member of RAS, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia
Irina G. Shirokich	Dr. of Sci. (Biology), leading researcher, head of the Laboratory of Biotechnology of Plants and Microorganisms, FARC North-East, professor at the Department of Microbiology, Vyatka State University, Kirov, Russia
Irina N. Shchennikova	Dr. of Sci. (Agricultural), associate professor, corresponding member of RAS, Head of the Laboratory of Selection and Primary Seed Breeding of Barley, FARC North-East, Kirov, Russia
Changzhong Ren	President of the Baicheng Academy of Agricultural Sciences (China), a foreign member of RAS, Baicheng, China
Semjons Ivanovs	Dr. of Sci. (Engineering), Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, Latvia
Andrzej Marczuk	Dr. of Sci. (Engineering), professor, dean, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland
András Náhlík	The professor, rector, University of Sopron, Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology, Sopron, Hungary
Kaisa Poutanen	Dr. of Sci. (Engineering), Academy Professor, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland
Vaclav Romaniuk	Dr. of Sci. (Engineering), professor, Institute of Technology and Life Sciences, Falenty, Poland
Li Yu	Professor, academic adviser of the Institute of Mycology of Jilin Agricarultural University, a foreign member of RAS, Changchun, China
Aleksey V. Aleshkin	Dr. of Sci. (Engineering), professor at the Department of Industrial Security and Engineering systems, Vyatka State University, Kirov, Russia
Anna S. Brandorf	Dr. of Sci. (Agricultural), the director of the Federal Research Center for Beekeeping, Rybnoe, Russia
Alexander I. Burkov	Dr. of Sci. (Engineering), professor, chief researcher, the Honored Inventor of the Russian Federation, head of the Laboratory of Grain- and Seed-Cleaning Machines, FARC North-East, Kirov, Russia
Tatyana L. Egoshina	Dr. of Sci. (Biology), professor, Head of the Department of Ecology and Resource Management, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russia
Alexander A. Ivanovsky	Dr. of Sci. (Veterinary), head of the Laboratory of Veterinary Biotechnology, FARC North-East, Kirov, Russia
Lyudmila M. Kozlova	Dr. of Sci. (Agricultural), head of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Land Improvement, FARC North-East, Kirov, Russia
Olga V. Kostenko	Cand. of Sci. (Economics), associate professor, Pro-Rector for Economy, The Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia
Olga V. Ryabova	Cand. of Sci. (Biology), associate professor at the Department of Microbiology, Perm State Pharmaceutical Academy, Perm, Russia
Alexander P. Saveljev	Dr. of Sci. (Biology), chief researcher, the Department of Animal Ecology, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russia
Evgeniya V. Tovstik	Cand. Sci. (Biology), associate professor at the Department of Basic Chemistry and Chemistry Training Methodology, senior researcher at the Center of Competence and Environmental Technologies and Systems, Vyatka State University, Kirov, Russia
Andrey V. Filatov	Dr. of Sci. (Veterinary), professor, the Department of Ecology and Zoology, The Vyatka State Agrotechnological University, Kirov, Russia
Tatyana K. Sheshogova	Dr. of Sci. (Biology), senior researcher, head of the Laboratory of Immunity and Plants Protection, FARC North-East, Kirov, Russia
Gubeidulla S. Junusov	Dr. of Sci. (Engineering), professor, Institute of Agricultural Technologies of Mari State University, the Honored Worker of Agriculture of Republic of Mary El, Yoshkar-Ola, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ

<i>И. А. Белан, Л. П. Россеева, Н. П. Блохина, Ю. П. Григорьев, Я. В. Мухина, Н. В. Трубачеева, Л. А. Першина</i>	
Ресурсный потенциал сортов пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор).....	449

РАСТЕНИЕВОДСТВО

<i>Л. В. Волкова, М. В. Тулякова</i>	
Влияние длительного эдафического стресса на характеристики проростков следующего поколения гибридов яровой пшеницы.....	466
<i>И. Ф. Дёмина</i>	
Сопряжённость урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы.....	477
<i>Л. М. Ерошенко, М. М. Ромахин, А. Н. Ерошенко, Н. А. Ерошенко, И. А. Дедушев, В. В. Ромахина, М. А. Болдырев</i>	
Ретроспективный анализ адаптивных свойств сортов ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка».....	485
<i>С. Н. Пономарев, М. Л. Пономарева, Г. С. Маннапова, Л. В. Илалова</i>	
Урожайность и содержание белка в зерне коллекционных образцов озимой тритикале.....	495
<i>Л. М. Щеклеина, Т. К. Шешегова, Е. И. Уткина</i>	
Поиск иммунологически-ценных генотипов озимой ржи с использованием отдельных параметров неспецифической устойчивости.....	507
<i>А. Д. Степин, М. Н. Рысов, Т. А. Рысева, С. В. Уткина, Н. В. Романова</i>	
Изучение коллекционных образцов генофонда льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Северо-Запада Российской Федерации.....	518
<i>Е. П. Шкодина</i>	
Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны.....	531
<i>В. С. Симонов, Ю. В. Бурменко</i>	
Роль генотипа сливы в наследовании признака устойчивости к низким отрицательным температурам..	542
<i>А. П. Софронов, С. В. Фирсова, А. А. Русинов</i>	
Изучение роста побегов жимолости синей (<i>Lonicera caeruleae</i> L.) в условиях Северо-Востока Европейской части России.....	551

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

<i>И. С. Агасьева, М. В. Нефёдова</i>	
Биологические агенты контроля численности <i>Halymorpha halys</i> Stål.....	561

КОРМОПРОИЗВОДСТВО. КОРМЛЕНИЕ

<i>Н. А. Морозков, Л. С. Терентьева, Е. В. Суханова, В. А. Волошин</i>	
Витаминно-травяная мука из левзеи сафлоровидной (<i>Rhaponticum carthamoides</i>) в рационах молочных коров.....	570

ЗООТЕХНИЯ

<i>В. А. Забиякин, С. А. Замятин</i>	
Скорость роста и мясные качества цесарок, содержащихся в условиях фермерского хозяйства.....	581
<i>С. В. Титова</i>	
Воспроизводительные качества молочных коров при разном уровне удоя.....	589

ЗВЕРОВОДСТВО. ОХОТОВЕДЕНИЕ

<i>Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников, А. В. Козлова, М. С. Шевнина, А. В. Экономов</i>	
Видовая структура добычи мелкой дичи в Кировской области в начале XXI века.....	597

ЭКОНОМИКА

<i>А. И. Костяев, Г. Н. Никонова</i>	
Влияние отраслей животноводства на развитие сельских территорий.....	608

ХРОНИКА

О присуждении Премии имени Н. В. Рудницкого 2021 года.....	620
--	-----

CONTENTS

REVIEWS

- Igor A. Belan, Lyudmila P. Rosseeva, Natalia P. Blokhina, Yuri P. Grigoriev, Yaroslava V. Mukhina, Natalia V. Trubacheeva, Lidia A. Pershina*
Resource potential of soft spring wheat varieties for the conditions of Western Siberia and Omsk region (analytical review)..... 449

PLANT GROWING

- Lyudmila V. Volkova, Marina V. Tulyakova*
The effect of long-term edaphic stress on the characteristics of next generation of spring wheat hybrids seedlings..... 466
- Irina F. Demina*
Conjugacy of yield and its structural elements in spring soft wheat samples..... 477
- Lyubov M. Eroshenko, Maksim M. Romakhin, Anatoly N. Eroshenko, Nikolai A. Eroshenko, Ivan A. Dedushev, Victoria V. Romakhina, Mikhail A. Boldyrev*
Retrospective analysis of adaptive properties of barley varieties bred by FRC «Nemchinovka»..... 485
- Sergey N. Ponomarev, Mira L. Ponomareva, Gulnaz S. Mannapova, Lubov V. Ilalova*
Yield and protein content in grain of winter triticale collection samples..... 495
- Lucia M. Shchekleina, Tatiana K. Sheshegova, Elena I. Utkina*
Search for immunologically valuable winter rye genotypes using separate parameters of non-specific resistance..... 507
- Aleksander D. Stepin, Michail N. Rysev, Tamara A. Ryseva, Svetlana V. Utkina, Nadezhda V. Romanova*
Study of collection accessions of the fiber flax gene pool according to the main agronomic characters in the conditions of the North-West of the Russian Federation..... 518
- Elena P. Shkodina*
Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone..... 531
- Vladimir S. Simonov, Yulia V. Burmenko*
The role of plum genotype in the inheritance of the trait of resistance to low negative temperatures..... 542
- Alexander P. Sofronov, Svetlana V. Firsova, Anatoly A. Rusinov*
The study of growth of blue honeysuckle sprouts (*Lonicera caeruleae* L.) in the conditions of North-East of the European Russia..... 551

PLANT PROTECTION

- Irina S. Agasyeva, Maria V. Nefedova*
Biological control agents of the number of *Halyomorpha halys* Stål..... 561

FODDER PRODUCTION. FEEDING

- Nikolay A. Morozkov, Lyudmila S. Terentyeva, Elena V. Sukhanova, Vladimir A. Voloshin*
Vitamin-herbal flour from *Rhaponticum carthamoides* in the diets of dairy cows..... 570

ZOOTECHNY

- Vladimir A. Zabiyakin, Sergey A. Zamyatin*
Growth rate and meat quality of guinea fowl kept in farm conditions..... 581
- Svetlana V. Titova*
Reproductive qualities of dairy cows at different levels of milk yield..... 589

FUR FARMING AND HUNTING

- Boris E. Zarubin, Vyacheslav V. Kolesnikov, Anna V. Kozlova, Maria S. Shevnina, Alexander V. Economov*
Species structure of small game hunting in the Kirov region at the beginning of the XXI century..... 597

ECONOMY

- Alexander I. Kostyaev, Galina N. Nikonova*
Impact of livestock industries on rural development..... 608

CHRONCLE

- On the awarding of the N. V. Rudnitsky Prize 2021..... 620

ОБЗОРЫ/REVIEWS

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465>

УДК 631.527:633.11 «321» (571.1)



Ресурсный потенциал сортов пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор)

© 2021. И. А. Белан¹, Л. П. Россеева¹, Н. П. Блохина¹, Ю. П. Григорьев¹✉, Я. В. Мухина¹, Н. В. Трубачеева², Л. А. Першина²

¹ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация,

²ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск, Российская Федерация

*Статья посвящена обзору и анализу сортовых ресурсов пшеницы мягкой яровой, возделываемых в условиях Западной Сибири. В Госреестр РФ на 2020 г. включен 261 сорт этой культуры, в том числе по Западно-Сибирскому региону 97 сортов (36,8 %), созданных селекционерами 15 учреждений. В Омской области в зависимости от климатической зоны наибольшие площади занимают следующие сорта: среднеранние – Омская 36 (242,16 тыс. га), Памяти Азиева (59,94 тыс. га), Боевчанка (48,27 тыс. га), Новосибирская 31 (36,3 тыс. га); среднеспелые – Омская 38 (82,91 тыс. га), ОмГАУ 90 (52,84 тыс. га), Сигма (49,99 тыс. га), Алтайская жница (35,2 тыс. га); среднепоздние – Уралосибирская (145,72 тыс. га), Мелодия (59,53 тыс. га), Омская 28 (57,41 тыс. га), Павлоградка (67,31 тыс. га), Элемент 22 (65,87 тыс. га), Омская 35 (41,7 тыс. га). Создание сортов совместно с учеными Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук позволило использовать, наряду с коллекционными образцами и селекционными сортобобразцами, аллоплазматические интрагенетические линии мягкой пшеницы, несущие цитоплазму культурного ячменя *Hordeum vulgare L.* В результате созданы сорта Сигма, Уралосибирская 2, Ишимская 11 и Сакмарка, обладающие высоким уровнем устойчивости к стеблевой и бурой ржавчинам и средним – к мучнистой росе. В связи с массовым развитием возбудителей бурой и стеблевой ржавчины созданы сорта с высоким уровнем устойчивости к этим патогенам, которые рекомендуются к возделыванию – Омская 38, Сигма, Уралосибирская, Уралосибирская 2 и Элемент 22. В основных зерносеющих почвенно-климатических территориях Омской области за последние 45 лет отмечалось 15 засух. В связи с этим разработана методика тестирования in vitro устойчивости к засухе. Сорта с повышенной устойчивостью к засухе и высоким уровнем устойчивости к стеблевой ржавчине (Омская 37, Омская 38, Уралосибирская и Омская 42) в специфическом по засухе и эпифитотийном 2020 г. по урожайности превысили сорта-стандарты на 0,90-1,74 т/га. Наибольший интерес из числа новинок представляют сорта – Омская 42, Уралосибирская 2, ОмГАУ 100, Столыпинская 2, Лидер 80 и Омская 44. Сделано заключение о необходимости тесного сотрудничества с институтами Российской академии наук и другими научными учреждениями с целью создания сортов, сочетающих повышенную продуктивность с устойчивостью к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды.*

Ключевые слова: яровая пшеница, селекция, скороспелость, засуха, качество зерна, устойчивость, патоген, ржавчина, сорт, урожайность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (тема № 0797-2019-0008). Отдельные разделы работы выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект 20-016-00196).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Белан И. А., Россеева Л. П., Блохина Н. П., Григорьев Ю. П., Мухин Я. В., Трубачеева Н. В., Першина Л. А. Ресурсный потенциал сортов пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор). 2021;22(4):449-465. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465>

Поступила: 05.03.2021

Принята к публикации: 30.07.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Resource potential of soft spring wheat varieties for the conditions of Western Siberia and Omsk region (analytical review)

© 2021. Igor A. Belan¹, Lyudmila P. Rosseeva¹, Natalia P. Blokhina¹,
Yuri P. Grigoriev¹✉, Yaroslava V. Mukhina¹, Natalia V. Trubacheeva²,
Lidia A. Pershina²

¹ Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation

² Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

The article is devoted to the review and analysis of varietal resources of soft spring wheat cultivated in the conditions of Western Siberia. For 2020, 261 varieties of this crop are included into the State Register of the Russian Federation, including 97 varieties (36.8 %) created by breeders of 15 institutions in the West Siberian region. In the Omsk region, depending on the climatic zone, the largest areas are occupied by the following varieties: mid-early – Omskaya 36 (242.16 thousand hectares), Pamyati Azieva (59.94 thousand hectares), Boevchanka (48.27 thousand hectares), Novosibirskaya 31 (36.3 thousand hectares); mid-season – Omskaya 38 (82.91 thousand hectares), OmGAU 90 (52.84 thousand hectares), Sigma (49.99 thousand hectares), Altaiksaya zhniitsa (35.2 thousand hectares); mid-late – Uralosibirskaya (145.72 thousand hectares), Melodiya (59.53 thousand hectares), Omskaya 28 (57.41 thousand hectares), Pavlogradka (67.31 thousand hectares), Element 22 (65.87 thousand hectares), Omskaya 35 (41.7 thousand ha). The joint creation of varieties with scientists from the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences made it possible to use, along with collection samples and selection varieties, alloplasmatic introgressive lines of soft wheat carrying the cytoplasm of the cultivated barley *Hordeum vulgare L.* As the result, there have been developed Sigma, Uralosibirskaya 2, Ishimskaya 11 and Sakmara varieties with a high level of resistance to stem and leaf rust and a medium level to powdery mildew. Due to the massive increase of the leaf and stem rust, varieties with a high level of resistance to these pathogens have been created and recommended for cultivation – Omskaya 38, Sigma, Uralosibirskaya, Uralosibirskaya 2 and Element 22. In the main grain-growing soil-climatic territories of the Omsk region, 15 droughts have been recorded over the past 45 years. Thus, a method for in vitro testing of drought resistance has been developed. Varieties with increased drought resistance and high level of stem rust resistance (Omskaya 37, Omskaya 38, Uralosibirskaya and Omskaya 42) in drought-specific and epiphytotic 2020 exceeded the standard varieties by 0.90-1.74 t/ha in yield. Of special interest among new varieties are Omskaya 42, Uralosibirskaya 2, OmGAU 100, Stolypinskaya 2, Lider 80 and Omskaya 44. It is concluded that close cooperation with Institutes of the Russian Academy of Sciences and other scientific institutions is necessary in order to create varieties that combine increased productivity with resistance to unfavorable biotic and abiotic environmental factors.

Key words: spring wheat, breeding, early maturity, drought, grain quality, resistance, pathogen, rust, variety, yield

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal State Budgetary Institution "Omsk Agricultural Scientific Center" (theme No. 0797-2019-0008). Some sections of the work were carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project 20-016-00196).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citation: Belan I. A., Rosseeva L. P., Blokhina N. P., Grigoriev Yu. P., Mukhina Ya. V., Trubacheva N. V., Pershina L. A. Resource potential of soft spring wheat varieties for the conditions of Western Siberia and Omsk region (analytical review). Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):449-465. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465>

Received: 05.03.2021

Accepted for publication: 30.07.2021

Published online: 26.08.2021

Пшеница – самая распространенная злаковая культура и для человека является важным источником растительного белка. Веками эта культура изменялась, отбирались наиболее ценные формы, создавались гибридные генотипы, развитие получило направление селекции, ориентированное на высокую продуктивность, качество зерна и адаптивность [1].

Зерно пшеницы является не только сырьем для производства хлебобулочных и кондитерских изделий, но и ценным экспортным товаром. В связи с этим под посевы

пшеницы отводятся значительные площади. По данным Kleffmann Group¹, общая площадь под пшеницей в мире за 2019 г. составила 218 млн га. Пять стран-лидеров по посевным площадям занимают 122 млн га, что составляет более половины всех посевов в мире. В пятерку лидеров по посевным площадям под пшеницей вошли Индия – 30 млн га, Россия – 27 млн га, страны ЕС – 26 млн га; Китай – 24 млн га, США – 15 млн га. По данным эксперто-аналитического центра агробизнеса "АБ-Центр"², в 2019 г. масштаб посевных

¹Kynetec. Global Insights in Agriculture & Animal Health. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kynetec.com/> (дата обращения: 26.02.2021).

²АБ-Центр – Экспертно-аналитический центр агробизнеса. [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/> (дата обращения: 26.02.2021).

площадей пшеницы в России составлял 28069,8 тыс. га, из них озимая пшеница высеивалась на площади 15802 тыс. га (56,3 %), яровая – на 12268 тыс. га (43,7 %). Омская область вошла в двадцатку крупнейших регионов страны по посевным площадям пшеницы. В 2020 г. площадь под пшеницей мягкой яровой составила 1333,1 тыс. га. По экспорту пшеницы в 2019-2020 гг. лидировали Россия – 35 млн т, страны Евросоюза – 32 млн т, США – 27,5 млн т, Канада – 23 млн т и Украина – 20,5 млн т.

Хотя в мире наблюдается тенденция к снижению посевных площадей пшеницы, валовые сборы пшеничного зерна растут, что соответствует повышению среднемирового уровня урожайности этой культуры [2, 3].

Основные регионы возделывания пшеницы в Российской Федерации – степные и лесостепные районы Поволжья, Урала, Западной и Восточной Сибири. Такое широкое распространение обусловлено высокой экологической пластичностью, урожайностью, а также ценными питательными свойствами продуктов переработки зерна пшеницы. В России возделывают в основном два вида яровой пшеницы: мягкую (*Triticum aestivum L.*) и твердую (*Triticum durum Desf.*), незначительные площади заняты под полбой (*Triticum dicoccum*)³.

Основу любой технологии составляет сорт с высоким генетическим потенциалом урожайности и качества зерна, а также устойчивый к стрессовым абиотическим и биотическим факторам среды [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Широко распространеными и вредоносными болезнями яровой пшеницы в Западной Сибири являются листостебельные заболевания – мучнистая роса (*Blumeria graminis f. sp. tritici*), листовая (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) и стеблевая (*Puccinia graminea f. sp. tritici*) ржавчины [11, 12, 13].

Агрессивная раса возбудителя стеблевой ржавчины Ug 99 угрожает продовольственной безопасности всей планеты, на текущий момент она зарегистрирована в 13 странах

Африки и Азии. Мониторинг развития возбудителя этого заболевания показывает как изменения расового состава, так и возникновение более вирулентных биотипов [14, 15]. Начиная с 2015 г., и в Омской области особую угрозу для пшеницы представляет возбудитель стеблевой ржавчины, в годы эпифитотий потери урожая у восприимчивых сортов от этой болезни составляли более 50 %⁴ [16].

Цель обзора – анализ сортовых ресурсов пшеницы мягкой яровой в Западно-Сибирском регионе и Омской области. Поиск высококачественных коммерческих сортов с комплексным иммунитетом к заболеваниям, адаптированных к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды, отвечающих требованиям современных зональных технологий возделывания в условиях Западной Сибири и обеспечивающих необходимую экономическую целесообразность возделывания в производстве.

Материал и методы. Материал для исследований – сорта пшеницы мягкой яровой, включенные в Госреестр селекционных достижений РФ на 2020 г. по Западно-Сибирскому (10) региону, а также сорта, созданные селекционерами из 15 НИИ РАН и других учреждений, возделываемые в Омской области⁵. Для анализа посевных площадей под сортами использовали данные, представленные Министерством сельского хозяйства Омской области⁶. Характеристика сортов по группам спелости и качеству зерна проведена по данным Государственного реестра селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в 2020 г.

В связи с массовым развитием листостебельных патогенов большинство возделываемых сортов оценивали на устойчивость к бурой ржавчине (*Puccinia recondita f. sp. tritici*), стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis f. sp. tritici*) и мучнистой росе (*Blumeria graminis f. sp. tritici*). В полевых условиях поражаемость сортов мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчинами – по международной шкале⁷.

³Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М., 2020. С. 11-19. URL: <https://gossortrf.ru/gossreestr/> (дата обращения: 25.02.2021).

⁴Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Омской области в 2019 г. и прогноз развития вредных объектов в 2020 г. Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Омской области. Омск, 2020. 156 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://agrotime.info/?p=16382> (дата обращения: 25.02.2021).

⁵Рекомендации по возделыванию сортов сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания в Омской области за 2020 г. Омск, 2020. 74 с.

⁶Особенности проведения весенне-полевых работ в хозяйствах Омской области в 2020 г.: рекомендации. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е. А., 2020. 60 с.

⁷Методика оценки форм и сортов мягкой пшеницы в процессе испытания на устойчивость к абиотическим, биотическим факторам, их отличимость и однородность. Омск, 2003. 41 с.

Учеты проводили в динамике через каждые 5-6 суток с начала проявления заболеваний до массового их развития. На основании полученных данных рассчитывали площадь под кривой развития заболевания (ПКРБ), индекс устойчивости (ИУ) и уровень устойчивости к болезни согласно классификации, предложенной сотрудниками Всероссийского НИИ фитопатологии: высокий $0,10 \div 0,35$; средний – $0,36 \div 0,65$; низкий – $0,66 \div 0,80$ и восприимчивость – $>0,80^8$.

Результаты исследований статистически обработаны по пособию Б. А. Доспехова⁹. Математическую обработку результатов исследований осуществляли с использованием пакета программ STATISTICA 10.0.

Основная часть. В состав Западно-Сибирского региона Государственного реестра селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, входит семь субъектов РФ – Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская, Тюменская области и

Республика Алтай. Этот регион расположен между 48-м и 55-м градусами северной широты и включает четыре природно-климатические зоны: таежная, северная и южная лесостепь и степь¹⁰.

Площадь под посевами яровой мягкой пшеницы в этом регионе занимает порядка 6-7 млн га, в Омской области ежегодно – свыше 1,1 млн га [17]. Средняя урожайность пшеницы мягкой яровой в области в 50-х годах прошлого столетия составляла около 1 т/га, а к 20-м годам нынешнего столетия она увеличилась примерно на 0,5 т/га. Для более детального анализа урожайности в области данные представлены в динамике с 1950 по 2020 г. (рис. 1). В период с 1950 по 1980 г. урожайность в среднем составляла 0,98 т/га, с 1981 по 2000 г. – 1,13 т/га, а с 2001 по 2020 г. – 1,53 т/га. Большой вклад в повышение урожайности в области вносят сорта, которые включены в Госреестр РФ с 2000 г. и возделываются в настоящее время.

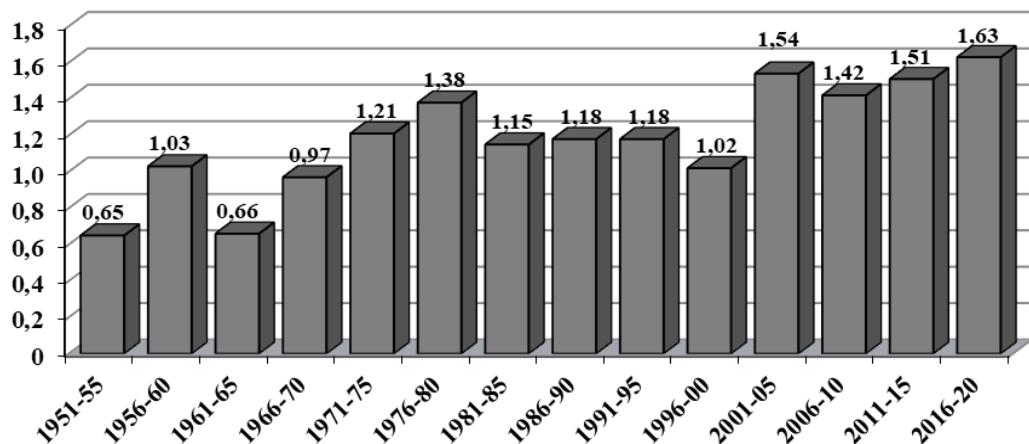


Рис. 1. Динамика урожайности пшеницы в Омской области, т/га /
Fig. 1. Dynamic of wheat yield in the Omsk region, t/ha

В Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию на 2020 г., включен 261 сорт пшеницы мягкой яровой, из них по Западно-Сибирскому региону 97 сортов (37,2 %), созданных в 15 НИИ и учреждениях. Все

сорта, допущенные к использованию в производстве, адаптивны к конкретным условиям среды, представлены разными группами спелости и, кроме урожайности, характеризуются ценными хозяйственными и хлебопекарными свойствами (табл. 1).

⁸Коваленко Е. Д., Коломиец Т. М., Киселева М. И., Жемчужина А. И., Смирнова Л. А., Щербик А. А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине: методические рекомендации ВНИИФ. М., 2012. 93 с.

⁹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.

¹⁰Атлас Омской области. М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1999. 56 с.

ОБЗОРЫ / REVIEWS

Таблица 1 – Количество сортов пшеницы мягкой яровой, включенных в Госреестр РФ по Западно-Сибирскому региону (2020 г.) /

Table 1 – The number of soft spring wheat varieties included in the State Register of the Russian Federation for the West Siberian region (2020)

Оригинатор / Originator	Кол-во сортов, шт. / Number of varieties, pcs.	Категория качества* / Quality category*		Группа спелости** / Ripeness group **		
		сильная/ strong	ценная/ valuable	03-04	05	06
Омский аграрный научный центр / Omsk Agricultural Scientific Center	23	11	10	7	7	9
ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН / Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	18	8	5	9	6	3
Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий / Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnology	16	2	11	1	10	5
Омский ГАУ / Omsk State Agrarian University	7	1	4	1	1	5
НИИСХ Северного Зауралья / Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural	8	-	4	3	4	1
Селекционер Ананьева З. П. / Breeder Ananyeva Z. P.	6	2	3	1	4	1
Уральский НИИСХ / Ural Research Institute of Agriculture	5	1	3	5	-	-
Агрохолдинг «Кургансемена» / «Kurgansemena» LLC	4	2	2	-	1	3
Зарубежная селекция / Foreign breeding	5	-	2	-	5	-
Другие учреждения / Other institutions	5	-	3	1	4	-
Итого / Total	97	27	47	28	42	27

* Категория качества: сильная; ценная по качеству зерна / *Quality category: strong; valuable for grain quality;

** Группа спелости: 03 – раннеспелая, 04 – среднеранняя, 05 – среднеспелая; 06 – среднепоздняя /

**Ripeness group: 03 – early ripening; 04 – medium early; 05 – mid-season; 06 – medium late.

Анализ сортовых ресурсов пшеницы мягкой яровой показал, что в Госреестре РФ по 10 региону в 2017 г. было зарегистрировано 83 сорта [18], в 2020 г. – 97, т. е. за последние три года количество сортов, включенных в Госреестр РФ, увеличилось на 14 сортов. За этот период из Госреестра РФ исключено 7 сортов и включено 16 новых, по 5 сортам был расширен регион допуска (Иргина, Калико, КВС Аквилон, КВС Буран и КВС Торридон). Максимальное количество зарегистрированных сортов приходится на среднеспелую группу спелости, в 2017 г. таких сортов было 36, а в 2020 г. – 42. Возделывание сортов с различной продолжительностью вегетационного периода позволяет регулировать сроки уборки, а значит снизить пиковые

нагрузки на технику и предотвратить потери урожая от перестоя. Установлено, что среднеранние сорта за счет быстрого созревания «уютят» от поражения листостебельными патогенами, лучше противостоят вредному воздействию сорной растительности, а также стабильно созревают в северных районах Омской области. Среднепоздние сорта лучше переносят весенне-летнюю засуху за счет более растянутого периода кущения, однако, как правило, они более восприимчивы к грибным заболеваниям. В связи с этим в настоящее время селекционеры добились значительных успехов в создании сортов с коротким вегетационным периодом. Из 16 новых сортов, допущенных к использованию: 3 раннеспелых – Новосибирская 16, Экстра и Ирень; 5 сред-

неранних – Тарская 12, Гренада, Омская юбилейная, Столыпинская 2 и Тюменская юбилейная; 4 среднеспелых – Тобольская степная, Предгорная, Зауральская волна, КВС Сансет и 4 среднепоздних – Омская 42, Уралосибирская 2, Лидер 80 и ОмГАУ 100.

Сорта, созданные селекционерами НИУ, представлены: тремя сортами Омского аграрного научного центра (Омский АНЦ) – среднепоздним Омская 42 и среднеранними Тарская 12 и Омская юбилейная; двумя сортами Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий (ФАНЦА) – среднепоздним Лидер 80 и среднеспелым Тобольская степная; двумя сортами Агрохолдинга «Кургансемена» – среднеспелым Зауральская волна и среднепоздним Уралосибирская 2; двумя сортами Омского ГАУ – среднепоздним ОмГАУ 100 и среднеспелым Столыпинская 2; двумя раннеспелыми сортами Уральского НИИСХ – Ирень 2 и Экстра; раннеспелым сортом Новосибирская 16 (ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН); среднеранними сортами Гренада (НИИСХ Северного Зауралья) и Тюменская юбилейная (Селекционно-семеноводческая фирма «Семена»); среднеспелыми сортами Предгорная (Научно-производственная фирма «Золотой дождь») и КВС Сансет (KWS LOCHOW GMBH, Germany).

Наибольшее количество сортов, возделываемых по Западно-Сибирскому региону – 57 шт. (58,8 %), созданы в трех НИИ – Омский АНЦ – 23 (24,0 %), ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН – 18 (18,8 %) и ФАНЦА – 16 (16,5 %). Постоянно увеличивается количество сортов, созданных совместными усилиями ученых двух и более учреждений. Из 97 зарегистрированных сортов у 41 (42 %) два и более патентообладателей. Только за последние три года совместно создано 8 (50 %) сортов: среднеранние – Новосибирская 16, Омская юбилейная и Тюменская юбилейная; среднеспелые – Тобольская степная и Предгорная; среднепоздние – Лидер 80, ОмГАУ 100 и Уралосибирская 2 [19, 20, 21].

Особенно необходимо отметить существенную долю успеха при создании новых сортов в рамках сотрудничества различных учреждений: лаборатории селекции Омского

АНЦ с Агрохолдингом «Кургансемена», ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН; отдела северного земледелия Омского АНЦ (г. Тара) и ООО «Опеновское» (г. Ишим) [22, 23, 24]. В Госреестр Республики Казахстан на 2021 г. включено: 19 сортов Омского АНЦ; по два сорта ФАНЦА (Алтайская 325 и Алтайская жница) и Агрохолдинга «Кургансемена» (Зауральская волна и Уралосибирская 2)¹¹.

Практически все сорта пшеницы мягкой яровой, допущенные к производству в Западно-Сибирском регионе, созданы методом рекомбинационной селекции, за редким исключением (Росинка, Тюменская 25, Мария 1, Баганская 95¹², Лидер 80).

При создании сортов в качестве компонентов для гибридизации используются в основном местные селекционные линии, коллекционные образцы, селекционный материал сибирских НИУ и сорта учреждений сопредельных районов. Это сорта, созданные с участием озимой пшеницы (Омская 18, Омская 24, Икар, Авиада). Ряд сортов (Омская 28, Омская 32, Омская 36, Тарская 12, Новосибирская 29, Новосибирская 31, Горноуральская)¹³ созданы с привлечением генетического материала практически со всего мира, полученного из ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). В последние годы включены в Госреестр РФ сорта Сигма и Уралосибирская 2, благодаря использованию аллоплазматических интроверсивных линий мягкой пшеницы, несущих цитоплазму культурного ячменя *Hordeum vulgare* L.

У производственников востребованы сорта пшеницы с высокими показателями качества зерна. По качеству преобладают сильные (27 сортов) и ценные сорта (47 сортов), что составляет 79 % от общего числа реестровых. Наибольшее число сортов, формирующих высокое качество, создано в Омском АНЦ – 11. К лучшим из них следует отнести: Омская 18, Памяти Азиева, Боевчанка, Катюша, Омская 38, Уралосибирская и Тарская 12. Восемь высококачественных сортов создано в ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН – Новосибирская 29, Новосибирская 31, Новосибирская 41, Новосибирская 89, Памяти Вавенкова, Новосибирская 16 и др. [25, 26].

¹¹Госреестр Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. URL: <https://sortcom.kz/> (дата обращения: 25.02.2021).

¹²Главагроном. [Электронный ресурс]. URL: <https://glavagronom.ru/base/seeds/zernovye-pshenica-myagkaya-yarovaya-baganskaya-95-institut-citologii-i-genetiki-so-ran-9610280> (дата обращения 25.02.2021).

¹³АгроАльянс – научно-производственная компания. [Электронный ресурс].

URL: <http://agroalliance-npk.ru/> (дата обращения 25.02.2021).

В Омской области в 2020 г. посевные площади пшеницы мягкой яровой под сортами Омского АНЦ составили 880,7 тыс. га, Омского ГАУ – 243,3 тыс. га, других учреждений – 209,1 тыс. га. Всего в области возделывается 64 сорта, включенных в Госреестр РФ, из них 13 раннеспелых и среднеранних, 29 среднеспелых и 22 среднепоздних (табл. 2). Максимальные площади под посевами пшеницы мягкой яровой находятся в степной зоне Омской области. В 2020 г. посевы в степной

зоне занимали 793,0 тыс. га (59,4 %), в южной и северной лесостепи – 403,7 (30,3 %) и 133,7 тыс. га (9,9 %) соответственно. В северной зоне области под пшеницей мягкой яровой площади небольшие – 2,8 тыс. га. Значительные площади среднепоздние сорта занимали в степной (341,2 тыс. га) и южной лесостепной (143,4 тыс. га) зонах. Посевные площади под среднеранними и среднеспелыми сортами в степной зоне существенно ниже – 223,0 и 228,8 тыс. га соответственно.

Таблица 2 – Количество сортов пшеницы мягкой яровой и занимаемая ими площадь в Омской области (2020 г.) /

Table 2 – The number of soft spring wheat varieties and their area in the Omsk region (2020)

Группа спелости / Ripeness group	Количество сортов, шт./ Number of varieties, pcs.	Всего по области / Total by region		Зона / Zone							
				степная / steppe		лесостепь / forest-steppe		подтаежная / subtaiga			
		тыс. га / th. ha	%	тыс. га / th. ha	%	тыс. га / th. ha	%	тыс. га / th. ha	%	тыс. га / th. ha	%
Среднеранняя / Medium early	13	413,1	30	223,0	28	138,2	34	49,1	37	2,8	100
Среднеспелая / Mid-season	29	393,9	30	228,8	29	122,1	30	42,9	32	0	0
Среднепоздняя / Medium late	22	526,1	40	341,2	43	143,4	36	41,7	31	0	0
Сортов, всего / Varieties, total	64	1333,1	100	793,0	100	403,7	100	133,7	100	2,8	100

Посевные площади больше 10,0 тыс. га под каждым сортом отмечены у 22 сортов (1244,7 тыс. га): селекции Омского АНЦ среднеранней группы спелости (Боевчанка, Памяти Азиева и Омская 36) – свыше 350 тыс. га; среднеспелой (Катюша, Омская 38 и Сигма) – 160 тыс. га и среднепоздней (Мелодия, Омская 28, Омская 35, Уралосибирская и Серебристая) – 335 тыс. га; среднеранний сорт Новосибирская 31 (ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН) – 36,3 тыс. га; среднепоздние сорта Омского ГАУ (Павлоградка и Элемент 22) – 133,2 тыс. га, среднеспелый ОмГАУ 90 – 52,8 тыс. га; среднеспелые сорта селекции ФАНЦА (Алтайская 75, Алтайская жница и Предгорная) – 76,2 тыс. га, среднепоздний Тобольская – 16,5 тыс. га; среднеспелые сорта Икар (НИИСХ Северного Зауралья), Дуэт (Челябинский НИИСХ) и Мариинка (селекционер З. П. Ананьева) – 21,3, 39,5 и 15,6 тыс. га соответственно. Зарубежная селекция представлена девятью сортами с общей площадью посева 17,65 тыс. га, из них 11,8 тыс. га заняты под сортом немецкой селекции Гранни, восприимчивым к бурой и стеблевой ржавчинам.

Самые конкурентоспособные сорта, характеризующиеся длительным периодом возделывания (свыше 25 лет), представлены сортами Омская 18 (в Госреестре РФ с 1991 г.), Омская 28 и Росинка (с 1997 г.), Памяти Азиева и Чернява 13 (с 2000 г.).

Имеющийся богатый выбор сортов интенсивного типа позволяет товаропроизводителям всех форм собственности подобрать сорта пшеницы мягкой яровой, наиболее подходящие для условий конкретного хозяйства.

В течение последних 45 лет в основных зерносеющих почвенно-климатических территориях Омской области (лесостепных и степных зонах), где сосредоточено 70 % производства товарного зерна, 15 лет были отмечены как засушливые, что повлекло снижение урожайности на 20-50 %. В острозасушливом 2012 г. урожайность пшеницы в Омской области в среднем была в два раза ниже, чем в относительно благоприятные по влагообеспеченности годы [27].

В связи с этим особенно важным звеном селекционного процесса является создание сортов, сочетающих высокую хозяйственную

продуктивность с повышенной устойчивостью к засухе [28]. В Омском АНЦ разработана и модифицирована методика тестирования *in vitro*, которая использовалась в селекционном процессе при создании новых сортов пшеницы, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с повышенной засухоустойчивостью [29, 30]. За последние 15 лет засушливыми были 2006-2008 гг. и максимально засушливым – 2012 г. Урожайность сортов, которые характеризовались повышенными индексами устойчивости к засухе по оценке *in vitro*, была существенно выше в сравнении с неустойчивыми к засухе сортами.

Особенный интерес представляют сорта, которые сочетают повышенный индекс устойчивости к засухе (по оценке *in vitro*) с высоким и средним уровнем устойчивости к листостебельным патогенам. В специфическом по засухе и эпифитотийном 2020 г. сорта Омская 37, Омская 38, Уралосибирская и Омская 42, характеризующиеся повышенным индексом *in vitro* и высоким уровнем устойчивости к заболеваниям, превысили по урожайности восприимчивые к патогенам и неустойчивые к засухе сорта на 0,90-1,74 т/га. В настоящее время в Госреестр РФ включены сорта селекции Омского АНЦ с повышенной устойчивостью к засухе: среднеранние – Омская 36, Памяти Азиева; среднеспелые – Омская 29,

Омская 33 и Омская 38; среднепоздние – Омская 18, Омская 28, Омская 35, Омская 37 и Уралосибирская.

Сорта, включенные в Госреестр РФ до 2009 г. (среднеранние Боевчанка, Памяти Азиева, Омская 12 и Омская 36; среднеспелые Омская 29, Омская 33 и среднепоздние Омская 18, Омская 24, Омская 28, Омская 35), характеризуются повышенной урожайностью, высокими показателями качества зерна и устойчивостью к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Однако недостатком этих сортов является восприимчивость к листостебельным патогенам. В последние годы поражение пшеницы листостебельными патогенами резко возросло. Мучнистая роса проявляется ежегодно, но процент поражения восприимчивых сортов не превышает 70 %. Анализ данных проявления заболевания бурой ржавчиной на территории Омской области показал, что в 60-70-х годах XX столетия массовое развитие заболевания наблюдалось только 1-3 раза в десятилетие, начиная с 80-х годов наметилась устойчивая тенденция увеличения количества лет проявления заболевания, а с 2001 г. заболевание регистрируется ежегодно [31, 32]. С 2015 г. в Омской области ежегодно, наряду с мучнистой росой и бурой ржавчиной, наблюдается массовое развитие стеблевой ржавчины (рис. 2).

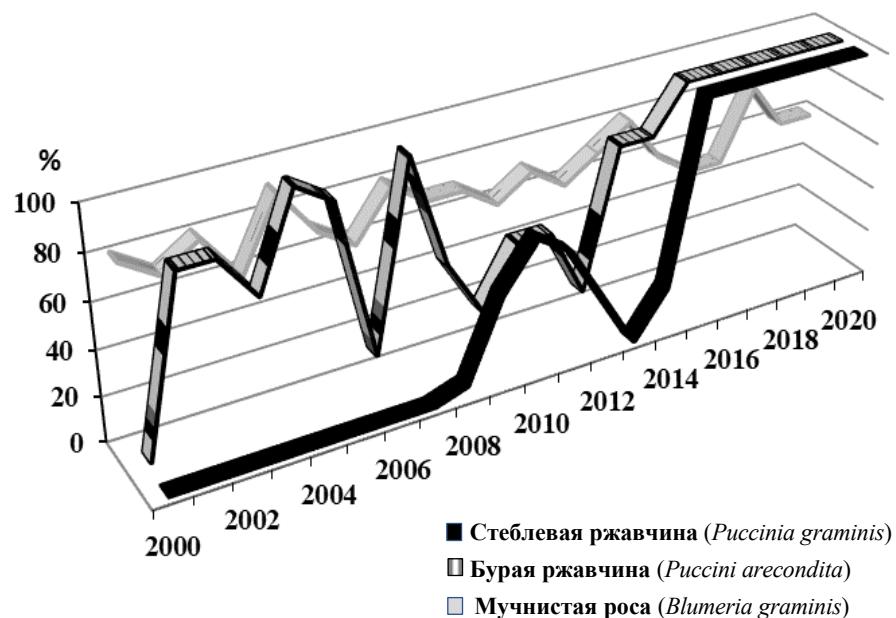
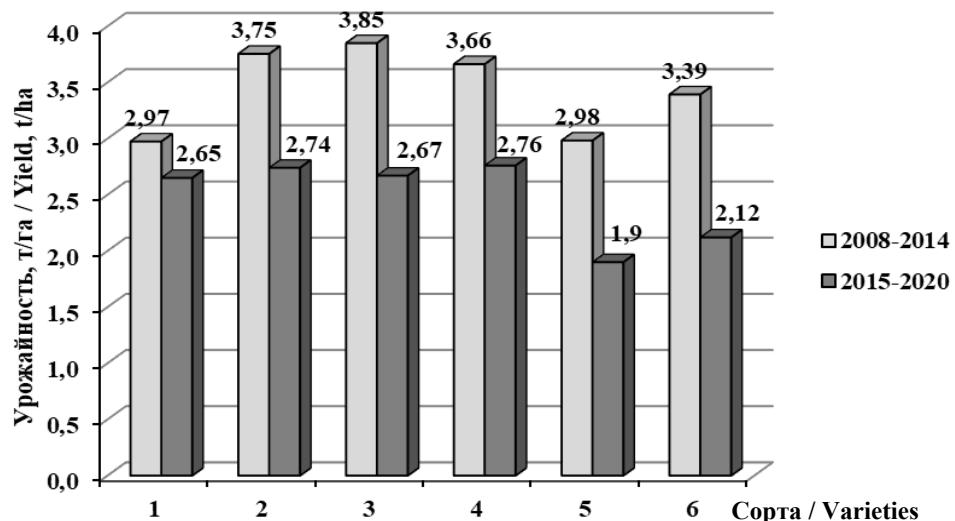


Рис. 2. Поражение листостебельными патогенами пшеницы мягкой яровой, % (2000-2020 гг.) / Fig.2. Damage of soft spring wheat by leaf-stem pathogens, % (2000-2020)

В связи с этим в приоритете сорта с комплексной устойчивостью к этим патогенам. Сорта, которые широко возделываются не только в нескольких регионах России, но и Казахстане, такие как Омская 36, Памяти Азиева, Омская 18 и другие, в годы эпифитотий не могут реализовать свой генетический потенциал по урожайности. Потери урожая в период массового развития листостебельных

патогенов составляют: у среднеранних сортов Памяти Азиева и Омская 36 – 0,32 и 1,01 т/га; среднеспелых Омская краса и Омская 33 – 1,18 и 0,9 т/га; среднепоздних Омская 18 и Омская 28 – 1,08 и 1,27 т/га соответственно. Таким образом, в связи с массовым развитием ржавчинных заболеваний (буровой и особенно стеблевой) потери урожайности стали существеннее (рис. 3).



**Рис. 3. Урожайность восприимчивых сортов до эпифитотий ржавчинных заболеваний (2008-2014 гг.) и в годы массового развития листостебельных патогенов (2015-2020 гг.) /
Fig. 3. Yield of susceptible varieties before the epiphytoties of rust diseases (2008-2014) and during the years development of leaf-stem pathogens (2015-2020)**

Для получения высокого урожая необходим ряд дорогостоящих химических обработок, что приводит к ухудшению экологической обстановки и повышает себестоимость продукции. Поэтому в сложившихся условиях резко возрастает потребность в резистентных сортах. В лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы Омского АНЦ созданы сорта, характеризующиеся высокой полевой устойчивостью к ржавчинным заболеваниям. В годы эпифитотий, начиная с 2015 г., их средняя урожайность была выше 3 т/га, в то время как восприимчивые сорта в среднем имели 2,47 т/га (рис. 4). С 2009 г. в Госреестр включены сорта с высоким уровнем устойчивости к стеблевой ржавчине: Омская 37 (2009), Омская 38 (2010), Уралосибирская (2012), Сигма (2016), Уралосибирская 2 (2019) и Омская 42 (2019).

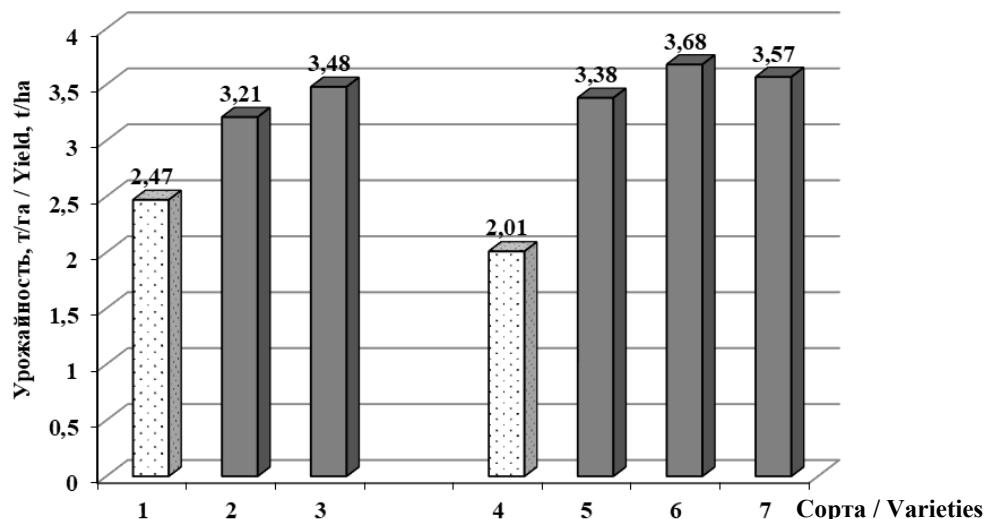
В таблице 3 представлены сорта, занимающие в Омской области свыше 30 тыс. га,

относящиеся к сильным и ценным по качеству зерна и характеризующиеся разным уровнем устойчивости к ржавчинным заболеваниям. Данные показывают, что высоким уровнем устойчивости к стеблевой ржавчине обладают среднеспелые сорта Омская 38 и Сигма, среднепоздние Уралосибирская и Элемент 22. Эти сорта проявляют средний уровень устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе. Сорт Дутэ восприимчив к стеблевой ржавчине и в отдельные годы проявляет резистентность к бурой ржавчине. К сортам-лидерам, которые возделываются не только в 10 регионе России, относятся Уралосибирская (4, 7, 9, 10, 11), Омская 36 (4, 7, 9, 10) и Алтайская 75 (10, 11, 12).

В последние годы селекционеры уделяли больше внимания созданию резистентных к заболеваниям сортов. К таким селекционным достижениям относятся: Тарская 12, Столыпинская 2 (среднеранние), Зауральская

волна (среднеспелый), Омская 42, Лидер 80, ОмГАУ 100 и Уралосибирская 2 (среднепоздние), характеризующиеся высоким и средним уров-

нем устойчивости к листостебельным заболеваниям, в особенности к наиболее агрессивному и вирулентному патогену стеблевой ржавчины.



1 – Сорт-стандарт Дуэт – среднеспелый восприимчивый / 1 – Standard mid-season susceptible Duet; 2 – Омская 38 / Omskaya 38; 3 – Сигма / Sigma; 4 – Сорт-стандарт Серебристая – среднепоздний восприимчивый / Standard mid-late susceptible Serebristaya; 5 – Уралосибирская / Uralosibirskaya; 6 – Уралосибирская 2 / Uralosibirskaya 2; 7 – Омская 42 / Omskaya 42.

Рис. 4. Урожайность сортов, характеризующихся полевой устойчивостью в годы массового развития листостебельных патогенов (2015-2020 гг.) /

Fig. 4. Yield of varieties characterized by field resistance in the years of mass development of leaf-stem pathogens (2015-2020)

Устойчивость сортов Тарская 12, Омская 42 и Уралосибирская 2 обеспечивается наличием пшенично-ржаной транслокации *IRS.1BL* с генами, детерминирующими резистентность к стеблевой и бурой ржавчинам *Sr31* и *Lr26*.

Использование аллоплазматических интроверсивных линий мягкой пшеницы, несущих цитоплазму культурного ячменя *Hordeum vulgare L.*, позволило Омскому АНЦ совместно с ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН создать сорта Сигма, Уралосибирская 2, Ишимская 11 и Сакмары, характеризующиеся высоким уровнем устойчивости к стеблевой и бурой ржавчинам и средним – к мучнистой росе. Эти сорта созданы путем скрещивания аллоплазматической линии ДГ(1)-17 с линией Com37 (CIMMYT), источником пшенично-ржаной транслокации *IRS.1BL* с комплексом генов (*Lr26/Sr31/Yr9/Pm8*) [33, 34].

Анализ особенностей элементов продуктивности сорта Сигма, созданного путем использования аллоплазматической интроверсивной линии, в сравнении со стандартом Дуэт, созданным путем внутривидового скрещивания, показал, что сорт Сигма за годы

исследований в среднем превзошел стандарт по длине колоса на 2,9 см, числу колосков в колосе на 2,5 шт., числу зерен в колосе и с растения на 3,6 и 9,0 шт. соответственно, массе зерна главного колоса и с растения на 0,57 и 1,10 г соответственно, массе 1000 зерен на 13,7 г. Высокие показатели массы 1000 зерен сорт Сигма проявил и при изучении в Поволжском НИИСС [35]. При оценках качества зерна сорт Сигма показал превосходство в сравнении со стандартом Дуэт по натуре на 44,75 г/л, содержанию белка – 1,01 %, сырой клейковины в зерне – 3,27 % и силе муки – на 40 е. а.

В последние годы в Госреестр РФ включены сорта Омская 42, Уралосибирская 2, ОмГАУ 100, Столыпинская 2, Лидер 80, Омская 44, которые проявляют высокий и средний уровень устойчивости к листостебельным патогенам. На государственном сортоиспытании РФ находятся сорта с высоким и средним уровнем устойчивости: Тарская юбилейная, Омская крепость, Омская 45, Сибирский и другие. Высокая урожайность, устойчивость к листовым заболеваниям и высокое качество зерна – главные составляющие коммерческой ценности этих новых сортов.

ОБЗОРЫ / REVIEWS

Таблица 3 – Характеристика сортов по уровню устойчивости к листостебельным заболеваниям, качеству зерна, с максимальной площадью посева в Омской области в 2020 г. /

Table 3 – Characteristics of varieties in terms of resistance to leaf-stem diseases, grain quality, with a maximum area in the Omsk region in 2020

Сорт / Variety	Оригинатор / Originator	Регион допуска / Limit region	Группа качества / Quality group	Площадь в Омской обл., тыс. га / Area in the Omsk region, thousand hectares	Уровень устойчивости (ИУ)*/ Disease resistance*	
					к бурой ржавчине / to brownrust	к стеблевой ржавчине / to stem rust
Среднеранние / Medium early						
Боевчанка / Boyevchanka	Омский аграрный научный центр / Omsk Agricultural Scientific Center	9,10	Сильная / Strong	48,3	0,76	0,77
Омская 36 / Omskaya 36		4, 7, 9, 10	Ценная / Valuable	242,2	1,00	0,93
Памяти Азиева / Pamyati Aziyeva		10	Сильная / Strong	59,9	0,76	0,70
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН / Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	10,11	Сильная / Strong	36,3	0,78	0,81
Среднеспелые / Mid-season						
Катюша / Katyusha	Омский аграрный научный центр / Omsk Agricultural Scientific Center	10	Сильная / strong	34,5	0,89	0,80
Сигма / Sigma		10	Ценная / Valuable	50,0	0,73	0,02
Омская 38 / Omskaya 38	Агрохолдинг «Кургансемена» / «Kurgansemena» LLC	10	Сильная / Strong	82,9	0,46	0,17
Алтайская 75/ Altayskaya 75	Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий / Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnology	10, 11, 12	Сильная / Strong	29,2	0,96	0,88
Алтайская жница / Altayskaya zhniitsa		10	Ценная / Valuable	35,2	0,58	0,69
ОмГАУ 90 / OmGAU 90	Омский ГАУ / Omsk State Agrarian University	10	Сильная / Strong	52,8	0,80	1,00
Дuet / Duet		9, 10	Ценная / Valuable	39,5	0	1,00
Среднепоздние / Mediumlate						
Мелодия / Melodiya	Омский аграрный научный центр / Omsk Agricultural Scientific Center	10	Ценная / Valuable	59,5	0,81	0,69
Омская 28 / Omskaya 28		10	Сильная / Strong	57,4	0,93	0,83
Омская 35 / Omskaya 35	Агрохолдинг «Кургансемена» / «Kurgansemena» LLC	9, 10	Ценная / Valuable	41,7	0,69	0,93
Уралосибирская / Uralosibirskaya		4, 7, 9, 10, 11	Сильная / Strong	145,7	0,37	0,22
Павлоградка / Pavlogradka	Омский ГАУ / Omsk State Agrarian University	10	Ценная / Valuable	67,3	0,90	0,87
Элемент 22 / Element 22		10	-	65,9	0,08	0,02

*ИУ – индекс устойчивости. Уровни устойчивости: высокий – от 0,10 до 0,35; средний – от 0,36 до 0,65; низкий – от 0,66 до 0,80 и восприимчивость >0,80 / IU is the stability index. Resistance levels: high-from 0.10 to 0.35; medium-from 0.36 to 0.65; low-from 0.66 to 0.80 and susceptibility >0.80

Заключение. Основными причинами снижения урожая пшеницы мягкой яровой в Западно-Сибирском регионе и Омской области являются неблагоприятные факторы среды (эпифитотии заболеваний, засуха и температурный стресс). Для стабильного производства зерна необходимо возделывание высокопродуктивных сортов разных групп спелости, характеризующихся повышенным индексом устойчивости к засухе (по оценке *in vitro*) и высокими показателями качества зерна в годы массового развития листостебельных патогенов. При выращивании восприимчивых сортов для получения высокого урожая необходим ряд дорогостоящих химических обработок, что приводит к ухудшению экологической обстановки и повышает себестоимость продукции. Поэтому в сложившихся условиях резко возрастает потребность в резистентных сортах.

Анализ сортовых ресурсов пшеницы мягкой яровой в Западно-Сибирском регионе и Омской области позволил выделить высокопродуктивные сорта, адаптированные к местным почвенно-климатическим условиям с высокими показателями качества зерна и устойчивых к заболеваниям. В связи с ухудшением эпидемиологической обстановки по стеблевой ржавчине рекомендуются к возделыванию сорта с высоким уровнем устойчивости к этому патогену: Омская 38, Омская 42, Омская 44 (Омский АНЦ); Сигма (Омский АНЦ совместно с ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН), Уралосибирская (АгроХолдинг «Кургансемена» совместно с Омским АНЦ); Уралосибирская 2 (АгроХолдинг «Кургансемена» совместно с Омским АНЦ и ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН); Элемент 22, ОмГАУ 100, Столыпинская 2 (Омский ГАУ) и Лидер 80 (ФАНЦА).

Список литературы

1. Зуев Е. В., Ляпунова О. А. Роль академика В. Ф. Дорофеева в формировании вировской коллекции пшеницы. 125 лет прикладной ботаники в России: Междунар. конф. Санкт-Петербург: ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова», 2019. С. 296. DOI: <https://doi.org/10.30901/978-5-907145-39-9>
2. Новохатин В. В., Драгавцев В. А. Научное обоснование эколого-генетической селекции мягкой яровой пшеницы. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(12):39-46. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11206>
3. Евдокимов М. Г., Белан И. А., Юсов В. С., Ковтуненко А. Н., Рассеева Л. П. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(10):9-15. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11001>
4. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. 485 с.
5. Койшыбаев М., Канафин Б. К., Федоренко Е. Н., Гоц А. Ю., Литовченко Ж. И. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к видам ржавчины и септориоза в Северном Казахстане. Международный научно-исследовательский журнал. 2017;(12-3):117-122. DOI: <https://doi.org/10.23670/IJ.R.2017.66.098>
6. Агеева Е. В., Лихенко И. Е., Советов В. В., Пискарев В. В. Экологическая пластичность пшеницы в лесостепи Западной Сибири. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2015;(1(34)):22-28. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23396701>
7. Пушкарёв Д. В., Чурсин А. С., Кузьмин О. Г., Краснова Ю. С., Каракоз И. И., Шаманин В. П. Экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой пшеницы в степной зоне Омской области. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017;(4(28)):61-67. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30766354>
8. Новохатин В. В., Драгавцев В. А., Леонова Т. А., Шеломенцева Т. В. Создание сорта мягкой яровой пшеницы Гренада с помощью инновационных технологий селекции на основе теории эколого-генетической организации количественных признаков. Сельскохозяйственная биология. 2019;54(5):905-919. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.905rus>
9. Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Дробот И. А. Устойчивость сортов яровой мягкой пшеницы к листовым болезням в условиях Зауралья. Аграрный вестник Урала. 2017;(7(161)):28-35. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30039742>
10. Шаманин В. П., Потоцкая И. В. Иммунологическая оценка сортов яровой мягкой пшеницы селекционного питомника КАСИБ. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016;(2(22)):5-10. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26583991>
11. Мешкова Л. В., Зверовская Т. С., Сабаева О. Б., Пяткова О. В. Источники устойчивости к грибным заболеваниям для селекции зерновых культур в Омской области. Научные инновации – аграрному производству: мат-лы Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летнему юбилею Омского ГАУ. Омск: Омский ГАУ им. П. А. Столыпина, 2018. С. 685-689.

12. Рассеева Л. П., Белан И. А., Мешкова Л. В., Блохина Н. П., Ложникова Л. Ф., Трубачеева Н. В., Першина Л. А. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017;(7(153)):5-12.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29368539>
13. Гульяева Е. И., Сибикеев С. Н., Дружин А. Е., Шайдаюк Е. Л. Расширение генетического разнообразия сортов яровой мягкой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине (*Puccinia triticina* Eriks.) в Нижнем Поволжье. Сельскохозяйственная биология. 2020;55(1):27-44.
DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.1.27rus>
14. Hodson D. A decade of stem rust surveillance. How far have we come and where are we going. BGRI Technical Workshop. Sydney, 2015. URL: <https://globalrust.org/2015-plenary-abstracts>
15. Скотонева Е. С., Кельбин В. Н., Моргунов А. И., Бойко Н. И., Шаманин В. П., Салина Е. А. Расовый состав Новосибирской популяции *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Микология и фитопатология. 2020;54 (1):49-58. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0026364820010092>
16. Рассеева Л. П., Мешкова Л. В., Белан И. А., Поползухин П. В., Василевский В. Д., Гайдар А. А., Паршуткин Ю. Ю. Устойчивость сортов мягкой яровой пшеницы к листостебельным патогенам в Западной Сибири. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019;(5(175)):5-11.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41040133>
17. Юшкевич Л. В., Щитов А. Г., Пахотина И. В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири. Земледелие. 2019;(1):32-34.
DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10109>
18. Белан И. А., Рассеева Л. П., Блохина Н. П., Ложникова Л. Ф., Золкин Д. А., Трубачеева Н. В., Першина Л. А. Анализ сортовых ресурсов пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири. Научные инновации – аграрному производству: мат-лы Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 100-летнему юбилею Омского ГАУ. Омск: Омский ГАУ им. П. А. Столыпина, 2018. С. 593-598.
19. Коробейников Н. И., Валекжанин В. С., Пеннер И. Н. Результаты селекции короткостебельных сортов мягкой яровой пшеницы интенсивного типа в Алтайском крае. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(7):62-67. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10710>
20. Агеева Е. В., Леонова И. Н., Лихенко И. Е. Полегание пшеницы: генетические и экологические факторы и способы преодоления. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020;24(4):356-362.
DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ20.628>
21. Коробейников Н. И., Валекжанин В. С. Лидер 80 – новый сорт яровой мягкой пшеницы интенсивного типа. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019;(11(181)):5-10.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42467503>
22. Потоцкая И. В., Моргунов А. И., Чурсин А. С., Кузьмин О. Г., Трушченко А. Ю., Шаманин В. П. Адаптивный потенциал сортов яровой мягкой пшеницы в рамках программы Казахстанско-Сибирской сети. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019;(3(35)):5-12.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41284515>
23. Белан И. А., Рассеева Л. П., Мешкова Л. В., Блохина Н. П., Першина Л. А., Трубачеева Н. В. Создание устойчивых сортов для условий Западной Сибири и Урала. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017;(1(147)):5-14. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28162591>
24. Белан И. А., Рассеева Л. П., Блохина Н. П., Немченко В. В., Абакумов С. Н., Кадиков Р. К., Трубачеева Н. В., Осадчая Т. С., Першина Л. А. Направления селекции яровой мягкой пшеницы для Западной Сибири. Сб. тез. Международного Конгресса «VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы», Санкт-Петербург, 18-22 июня 2019 г. Санкт-Петербург: ООО «Издательство ВВМ», 2019. С. 895.
25. Пахотина И. В., Игнатьева Е. Ю., Зелова Л. А., Белан И. А., Рассеева Л. П., Блохина Н. П. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы на устойчивость формирования сильного и ценного по качеству зерна в условиях юга Западной Сибири. Успехи современного естествознания. 2018;(9):29-36.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35690779>
26. Григорьев Ю. П., Белан И. А. Влияние элементов структуры урожая на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях подтайской зоны Омской области. Аграрная Россия. 2019;(5):3-6.
DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-5-3-6>
27. Система адаптивного земледелия Омской области. Коллектив авторов. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е. А., 2020. 522 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44576576>
28. Коробейников Н. И., Валекжанин В. С., Пешкова Н. В. Засухоустойчивый сорт яровой мягкой пшеницы Тобольская степная. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018;(5(163)):5-12.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35314991>
29. Рассеев В. М. Способ оценки растений *in vitro* к абиотическим факторам внешней среды: пат. № 2146865 (Российская Федерация). № 92002021/13: заявл. 26.10.1992; опубл. 27.03.2000. Бюл. №9. 2 с.
Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2146865>

30. Россеев В. М., Белан И. А., Россеева Л. П. Использование метода *in vitro* в селекции пшеницы мягкой яровой. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016;(2(136)):5-9.

Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25714727>

31. Мешкова Л. В., Россеева Л. П., Коренюк Е. А., Белан И. А. Динамика распространения патотипа возбудителя бурых ржавчин пшеницы вирулентного к сортам с геном Lr9 в Омской области. Микология и фитопатология. 2012;46(6):397-400. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18208670>

32. Плотникова Л. Я., Мешкова Л. В., Гульяева Е. И., Митрофанова О. П., Лапочкина И. Ф. Тенденция преодоления устойчивости к бурой ржавчине интровергессивных линий мягкой пшеницы с генетическим материалом *Aegilops speltoides Tausch*. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(5):560-567. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.395>

33. Першина Л. А., Белова Л. И., Трубачеева Н. В., Осадчая Т. С., Шумный В. К., Белан И. А., Россеева Л. П., Немченко В. В., Абакумов С. Н. Аллоплазматические рекомбинантные линии (*H. vulgare*) – *T. aestivum* с транслокацией 1RS.1BL: исходные генотипы для создания сортов мягкой пшеницы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(5):544-552. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.393>

34. Pershina L., Trubacheva N., Badaeva E., Belan I., Rosseeva L. Study of androgenic plant families of alloplasmic introgression lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* and the use of sister DH lines in breeding. Plants. 2020;9(6):764. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9060764>

35. Кинчаров А. И., Таранова Т. Ю., Дёмина Е. А., Чекмасова К. Ю. Селекционная оценка признака масса 1000 зерен в засушливых условиях. Успехи современного естествознания. 2020;(5):7-12. DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37384>

References

1. Zuev E. V., Lyapunova O. A. *Rol' akademika V. F. Doroфеева v formirovaniyi virovskoy kollektii pshenitsy*. [Role of academician V. F. Dorofeeva in the formation of the virova wheat collection]. 125 let prikladnoy botaniki v Rossii: Mezhdunar. konf. [125 years of applied botany in Russia]. Saint-Petersburg: FITs «Vserossiyskiy institut geneticheskikh resursov rasteniy imeni N. I. Vavilova», 2019. pp. 296.
DOI: <https://doi.org/10.30901/978-5-907145-39-9>
2. Novokhatin V. V., Dragavtsev V. A. *Nauchnoe obosnovanie ekologo-geneticheskoy selektsii myagkoy yarovoy pshenitsy*. [Scientific substantiation of the ecological and genetic breeding of common spring wheat]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34 (12):39-46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11206>
3. Evdokimov M. G., Belan I. A., Yusov V. S., Kovtunenko A. N., Rosseeva L. P. *Adaptivnyy potentsial sortov pshenitsy (ozimoy, yarovoy myagkoy i yarovoy tverdoy) selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra*. [Adaptive potential of wheat varieties (winter, common and durum spring wheat) selected in the Omsk agricultural scientific centre]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(10):9-15. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11001>
4. Zhuchenko A. A. *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy kak samostoyatel'naya nauchnaya distsiplina. Teoriya i praktika*. [Ecological genetics of cultivated plants as an independent scientific discipline. Theory and practice]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2010. 485 p.
5. Kozybaev M., Kanafin B. K., Fedorenko E. N., Gots A. Yu., Litovchenko Zh. I. *Istochniki ustoychivosti yarovoy myagkoy pshenitsy k vidam rzhavchiny i septorioza v Severnom Kazakhstane*. [Stability sources of spring soft wheat to types of rust and septoria in North Kazakhstan]. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal. 2017;(12-3):117-122. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.098>
6. Ageeva E. V., Likhenko I. E., Sovetov V. V., Piskarev V. V. *Ekologicheskaya plastichnost' pshenitsy v lesostepi Zapadnoy Sibiri*. [Wheat environmental plasticity in the forest steppe of the Western Siberia]. Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet) = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2015;(1(34)):22-28. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23396701>
7. Pushkarev D. V., Chursin A. S., Kuz'min O. G., Krasnova Yu. S., Karakoz I. I., Shamanin V. P. *Ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v stepnoy zone Omskoy oblasti*. [Ecological plasticity and stability of soft spring wheat varieties in the steppe zone of Omsk region]. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU. 2017;(4(28)):61-67. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30766354>
8. Novokhatin V. V., Dragavtsev V. A., Leonova T. A., Shelomentseva T. V. *Sozdanie sorta myagkoy yarovoy pshenitsy Grenada s pomoshch'yu innovatsionnykh tekhnologiy selektsii na osnove teorii ekologo-geneticheskoy organizatsii kolichestvennykh priznakov*. [Creation of a spring soft wheat variety Grenada with the use of innovative breeding technologies based on the original theory of eco-genetic arrangement of quantitative traits]. Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology. 2019;54(5):905-919. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.905rus>

9. Mal'tseva L. T., Filippova E. A., Drobot I. A. *Ustoychivost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy k listovym boleznyam v usloviyah Zaural'ya*. [Varietal resistance of spring soft wheat to leaf diseases in the conditions of Trans-Urals]. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2017;(7(161)):28-35. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30039742>
10. Shamanin V. P., Pototskaya I. V. *Immunologicheskaya otsenka sortov yarovoy myagkoy pshenitsy selektsionnogo pitomnika KASIB*. [Immunological evaluation of spring bread wheat varieties of breeding nursery KASIB]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Omsk SAU. 2016;(2(22)):5-10. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26583991>
11. Meshkova L. V., Zverovskaya T. S., Sabaeva O. B., Pyatkovskaya O. V. *Istochniki ustoychivosti k gribnym zabolеванием для селекции зерновых культур в Омской области*. [Issues of resistance to fungal diseases for the plant breeding of grain crops for the Omsk region]. *Nauchnye innovatsii – agrarnomu proizvodstvu: mat-ly Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 100-letnemu yubileyu Omskogo Gau*. [Scientific innovations for agricultural production: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Omsk State Agrarian University]. Omsk: *Omskiy Gau imeni P. A. Stolyapina*, 2018. pp. 685-689.
12. Rosseeva L. P., Belan I. A., Meshkova L. V., Blokhina N. P., Lozhnikova L. F., Trubacheeva N. V., Pershina L. A. *Seleksiya na ustoychivost' k steblevoy rzhavchine yarovoy myagkoy pshenitsy v Zapadnoy Sibiri*. [Breeding spring soft wheat for resistance to stem rust in West Siberia]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2017;(7(153)):5-12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29368539>
13. Gul'tyaeva E. I., Sibikeev S. N., Druzhin A. E., Shaydayuk E. L. *Rasshirenie geneticheskogo raznoobraziya sortov yarovoy myagkoy pshenitsy po ustoychivosti k buroy rzhavchine (Ruccinia triticina Eriks.) v Nizhnem Povolzh'e*. [Enlargement of genetic diversity of spring bread wheat resistance to leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks.) in Lower Volga region]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2020;55(1):27-44. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.1.27rus>
14. Hodson D. A decade of stem rust surveillance. How far have we come and where are we going. BGRI Technical Workshop. Sydney, 2015. URL: <https://globalrust.org/2015-plenary-abstracts>
15. Skolotneva E. S., Kel'bin V. N., Morgunov A. I., Boyko N. I., Shamanin V. P., Salina E. A. *Rasovyy sostav Novosibirskoy populyatsii Puccinia graminis f. sp. tritici*. [Races composition of the Novosibirsk population of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*]. *Mikologiya i fitopatologiya* = Mycology and Phytopathology. 2020;54 (1):49-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S0026364820010092>
16. Rosseeva L. P., Meshkova L. V., Belan I. A., Popolzukhin P. V., Vasilevskiy V. D., Gaydar A. A., Parshutkin Yu. Yu. *Ustoychivost' sortov myagkoy yarovoy pshenitsy k listostebel'nym patogenam v Zapadnoy Sibiri*. [Resistance of soft spring wheat varieties to leafy pathogens in West Siberia]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2019;(5(175)):5-11. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41040133>
17. Yushkevich L. V., Shchitov A. G., Pakhotina I. V. *Urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot tekhnologii vozdelyaniya v lesostepi Zapadnoy Sibiri*. [Grain yield and quality of spring soft wheat depending on cultivation technology in the forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie*. 2019;(1):32-34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2019-10109>
18. Belan I. A., Rosseeva L. P., Blokhina N. P., Lozhnikova L. F., Zolkin D. A., Trubacheeva N. V., Pershina L. A. *Analiz sortovykh resursov pshenitsy myagkoy yarovoy dlya usloviy Zapadnoy Sibiri*. [Analysis of varietal resources of spring bread wheat for western Siberia conditions]. *Nauchnye innovatsii – agrarnomu proizvodstvu: mat-ly Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 100-letnemu yubileyu Omskogo Gau*. [Scientific innovations for agricultural production: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Omsk State Agrarian University]. Omsk: *Omskiy Gau imeni P. A. Stolyapina*, 2018. pp. 593-598.
19. Korobeynikov N. I., Valekzhanin V. S., Penner I. N. *Rezul'taty selektsii korotkostebel'nykh sortov myagkoy yarovoy pshenitsy intensivnogo tipa v Altayskom krae*. [Breeding of intensive short-stem varieties of common spring wheat in the Altai krai]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(7):62-67. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10710>
20. Ageeva E. V., Leonova I. N., Likhenko I. E. *Poleganie pshenitsy: geneticheskie i ekologicheskie faktory i sposoby preodoleniya*. [Lodging in wheat: genetic and environmental factors and ways of overcoming]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020;24(4):356-362. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ20.628>
21. Korobeynikov N. I., Valekzhanin V. S. *Lider 80 – novyy sort yarovoy myagkoy pshenitsy intensivnogo tipa*. [Lider 80 - a new spring bread wheat variety of intensive type]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2019;(11(181)):5-10. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42467503>
22. Pototskaya I. V., Morgunov A. I., Chursin A. S., Kuz'min O. G., Trushchenko A. Yu., Shamanin V. P. *Adaptivnyy potentsial sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v ramkakh programmy Kazakhstansko-Sibirskoy seti*. [Adaptive potential of spring soft wheat varieties within the program of the Kazakhstan-Siberian network]. *Vestnik*

Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU. 2019;(3(35)):5-12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41284515>

23. Belan I. A., Rosseeva L. P., Meshkova L. V., Blokhina N. P., Pershina L. A., Trubacheva N. V. *Sozdanie ustoychivых сортов для условий Западной Сибири и Урала*. [Development of soft wheat varieties resistant to fungal diseases for west Siberia and the Urals]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2017;(1(147)):5-14. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28162591>

24. Belan I. A., Rosseeva L. P., Blokhina N. P., Nemchenko V. V., Abakumov S. N., Kadikov R. K., Trubacheva N. V., Osadchaya T. S., Pershina L. A. *Napravleniya selektsii yarovoymyagkoy pshenitsy dlya Zapadnoy Sibiri. Sb. tez. Mezhdunarodnogo Kongressa «VII S"ezd Vavilovskogo obshchestva genetikov i selekcionerov, posvyashchenny 100-letiyu kafedry genetiki SPbGU, i assotsirovannye simpozium»*, Sankt-Peterburg, 18-22 iyunya 2019 g. [Directions of breeding of spring soft wheat for Western Siberia. Collection of abstracts of the International Congress "VII Congress of the Vavilov Society of Geneticists and Breeders, dedicated to the 100th anniversary of the Department of Genetics, St. Petersburg State University, and associated symposia", St. Petersburg, June 18-22, 2019]. Saint-Petersburg: OOO «Izdatel'stvo VVM», 2019. p. 895.

25. Pakhotina I. V., Ignat'eva E. Yu., Zelova L. A., Belan I. A., Rosseeva L. P., Blokhina N. P. *Otsenka sortov yarovoymyagkoy pshenitsy na ustoychivost' formirovaniya sil'nogo i tsennogo po kachestvu zerna v usloviyah yuga Zapadnoy Sibiri*. [Evaluating varieties of spring soft wheat according to stability of forming strong and valuable grain in the conditions of the south of Western Siberia]. *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya*. 2018;(9):29-36. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35690779>

26. Grigor'ev Yu. P., Belan I. A. *Vliyanie elementov struktury urozhaya na urozhaynost' sortov yarovoymyagkoy pshenitsy v usloviyah podtaezhnay zony Omskoy oblasti*. [Influence of elements of the crop structure on the yield of spring soft wheat varieties in the subtaiga zone of the Omsk oblast']. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia. 2019;(5):3-6. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-5-3-6>

27. *Sistema adaptivnogo zemledeliya Omskoy oblasti*. [The system of adaptive agriculture in the Omsk region]. Kollektiv avtorov. Omsk: Izd-vo IP Maksheevoy E. A., 2020. 522 c. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44576576>

28. Korobeynikov N. I., Valekzhanin V. S., Peshkova N. V. *Zasukhoustoichivyy sort yarovoymyagkoy pshenitsy Tobol'skaya stepnaya*. [Drought resistant spring soft wheat variety Tobolskaya stepnaya]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018;(5(163)):5-12. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35314991>

29. Rosseev V. M. Method for assessing plants in vitro to abiotic environmental factors: pat. RF no. 2146865. 2000. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2146865>

30. Rosseev V. M., Belan I. A., Rosseeva L. P. *Ispol'zovanie metoda in vitro v selektsii pshenitsy myagkoy yarovoym*. [The use of *in vitro* method in spring soft wheat selective breeding]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2016;(2(136)):5-9. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25714727>

31. Meshkova L. V., Rosseeva L. P., Korenyuk E. A., Belan I. A. *Dinamika rasprostraneniya patotipa vozбудителя бурового ржавчина пшеницы virulentного к сортам с геном Lr9 в Омской области*. [Dynamics of distribution of the wheat leaf rust pathotypes virulent to the cultivars with Lr9 gene in Omsk region]. *Mikrobiologiya i fitopatologiya* = Mycology and Phytopathology. 2012;46(6):397-400. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18208670>

32. Plotnikova L. Ya., Meshkova L. V., Gul'tyaeva E. I., Mitrofanova O. P., Lapochkina I. F. *Tendentsiya pre-doljeniya ustoychivosti k buroy rzhavchine introgressivnykh liniy myagkoy pshenitsy s geneticheskim materialom Aegilops speltoides Tausch*. [A tendency towards leaf rust resistance decrease in common wheat introgression lines with genetic material from *Aegilops speltoides* Tausch]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(5):560-567. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.395>

33. Pershina L. A., Belova L. I., Trubacheva N. V., Osadchaya T. S., Shumnyy V. K., Belan I. A., Rosseeva L. P., Nemchenko V. V., Abakumov S. N. *Alloplazmatische rekombinantne linii (*H. vulgare*) – *T. aestivum* s translokatsiey IRS.1BL: iskhodnye genotipy dlya sozdaniya sortov myagkoy pshenitsy*. [Alloplasmic recombinant lines (*H. vulgare*)–*T. aestivum* with 1RS.1BL translocation: initial genotypes for production of common wheat varieties]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(5):544-552. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.393>

34. Pershina L., Trubacheva N., Badaeva E., Belan I., Rosseeva L. Study of androgenic plant families of alloplasmic introgression lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* and the use of sister DH lines in breeding. *Plants*. 2020;9(6):764. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9060764>

35. Kincharov A. I., Taranova T. Yu., Demina E. A., Chekmasova K. Yu. *Selektsionnaya otsenka priznaka massa 1000 zeren v zasushlivykh usloviyah*. [Breeding evaluation of the trait mass of 1000 grains in arid conditions]. *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya*. 2020;(5):7-12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37384>

Сведения об авторах

Белан Игорь Александрович, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции яровой мягкой пшеницы, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8911-4199>

Россеева Людмила Петровна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5885-4020>

Блохина Наталья Павловна, старший научный сотрудник лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1857-9893>

✉ Григорьев Юрий Петрович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом северного земледелия, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4061-3659>, e-mail: grigorev@anc55.ru

Мухина Ярослава Вячеславовна, младший научный сотрудник лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0952-6696>

Трубачеева Наталия Викторовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории хромосомной инженерии злаков, ФИЦ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», пр. Лаврентьева 10, г. Новосибирск, Российская Федерация, 630090, e-mail: icg-adm@bionet.nsc.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6701-6811>

Першина Лидия Александровна, доктор биол. наук, и. о. заведующего лаборатории хромосомной инженерии злаков ФИЦ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», пр. Лаврентьева 10, г. Новосибирск, Российская Федерация, 630090, e-mail: icg-adm@bionet.nsc.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9941-2026>

Information about the authors

Igor A. Belan, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Head of the Laboratory of Spring Soft Wheat Breeding, Omsk Agricultural Research Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8911-4199>

Lyudmila P. Rosseeva, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Spring Soft Wheat Breeding, Omsk Agricultural Research Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5885-4020>

Natalia P. Blokhina, senior researcher, the Laboratory of Spring Soft Wheat Breeding, Omsk Agricultural Research Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1857-9893>

✉ Yuri P. Grigorev, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Department of Northern Agriculture, Omsk Agricultural Research Center, 26 Korolev Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4061-3659>, e-mail: grigorev@anc55.ru

Yaroslava V. Mukhina, junior researcher, the Laboratory of Spring Soft Wheat Breeding, Omsk Agricultural Research Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: 55asc@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0952-6696>

Natalia V. Trubacheeva, PhD in Biology, researcher, Laboratory of Chromosome Engineering of Cereals, Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Lavrentieva Ave, 10, Novosibirsk, Russian Federation, 630090, e-mail: icg-adm@bionet.nsc.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6701-6811>

Lidia A. Pershina, DSc in Biology, Head of the Laboratory of Chromosome Engineering of Cereals, Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Lavrentieva Ave, 10, Novosibirsk, Russian Federation, 630090, e-mail: icg-adm@bionet.nsc.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9941-2026>

✉ – Для контактов / Corresponding author

РАСТЕНИЕВОДСТВО / PLANT GROWING

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.466-476>



УДК: 633.11<321>:631.415.1

Влияние длительного эдафического стресса на характеристики проростков следующего поколения гибридов яровой пшеницы

© 2021. Л. В. Волкова[✉], М. В. Тулякова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Изучен новый генетический материал яровой пшеницы (15 гибридных популяций), созданный в рамках селекции на алюмоустойчивость, в полевых и лабораторных условиях. Исследования гибридов F₄ проводили на почвах, различающихся по уровню pH и содержанию подвижных ионов алюминия. Сильный эдафический стресс на фоне 2 (рН 3,8; содержание Al³⁺ = 211 мг/кг почвы) послужил причиной резкого снижения урожайности (на 88,2 %) и признаков продуктивности (на 18,5...63,8 %) по сравнению с фоном 1 (рН 4,3; Al³⁺ = 5,4 мг/кг почвы). Методом лабораторного анализа определяли влияние условий репродукции предыдущего поколения на параметры корневой системы проростков, их биомассу и соотношение «корень/росток» (индекс RSR) в потомствах F₅. Семена прорашивали в дистиллированной воде (контроль) и водном растворе сульфата алюминия (опыт). Показано, что на вес проростков гораздо сильнее повлияли условия репродукции (среднее снижение на 26,1 %), чем искусственно созданный стресс (снижение на 2,3...4,7 %). Отмечено значимое повышение (на 3,9...16,4 %) лабораторной устойчивости по индексу длины корней (ИДК) у большинства гибридов как адаптивный ответ на длительный эдафический стресс. Рекомендовано учитывать условия вегетации предыдущего поколения, поскольку под их воздействием могут изменяться реакции генотипов по весу проростков, индексу RSR, а также корреляционные отношения между признаками. Выявлены различия генотипов по потенциальному уровню признаков и их стабильности в разных средах. По длине корней выделился гибрид Карабалыкская 98 x Лютесценс 30, по массе проростка – Баганская 95 x Горноуральская. Наибольшей стабильностью по комплексу параметров характеризовался Баганская 95 x Jasna. Гибриды с потенциально более длинным корнем и высокой массой проростков проявляли большую чувствительность к изменению условий среды. Генотипы с преобладанием надземной части в контроле характеризовались более стабильным соотношением «корень/росток».

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., гибридные популяции, алюмоустойчивость, длина корня, масса проростка, эффекты превегетации

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0528-2019-0093).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Волкова Л. В., Тулякова М. В. Влияние длительного эдафического стресса на характеристики проростков следующего поколения гибридов яровой пшеницы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):466-476. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.466-476>

Поступила: 10.02.2021 Принята к публикации: 01.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

The effect of long-term edaphic stress on the characteristics of next generation of spring wheat hybrids seedlings

© 2021. Lyudmila V. Volkova[✉], Marina V. Tulyakova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

A new genetic material of spring wheat (15 hybrid populations) developed within the breeding work for aluminum resistance, was studied in the field and laboratory conditions. Studies of F4 hybrids were carried out on soils that differ in the pH level and in the content of mobile aluminum ions. Strong edaphic stress on background 2 (pH = 3.8; Al³⁺ content = 211 mg/kg of soil) caused a sharp decrease in yield (by 88.2 %) and productivity traits (by 18.5...63.8 %) compared to background 1 (pH = 4.3; Al³⁺ = 5.4 mg/kg of soil). Laboratory analysis determined the influence of the reproduction conditions of the previous generation on the parameters of the root system of seedlings, their biomass and the root/sprout ratio (RSR index) in the offspring F₅. The seeds were germinated in distilled water (control) and an aqueous solution of aluminum sulfate (experiment). It was shown that the weight of seedlings was significantly more strongly influenced by reproduction conditions (an average decrease of 26.1 %) than artificially created stress (a decrease of 2.3...4.7 %). The majority of hybrids showed a significant increase (by 3.9...16.4 %) in laboratory resistance according to the root length index (IDC) as an adaptive response to prolonged edaphic stress. The recommendation is given to take into account the growing conditions of the previous generation, since under their influence the reactions of genotypes by seedling weight, RSR index, as well as correlations between traits can change. The differences of genotypes in the potential level of traits and their stability in different environments were revealed. The hybrid Karabalykskaya 98 x Lutescens 30 differed in the length of the roots, Baganskaya 95 x Gornouralskaya - in the weight of the

seedling. The hybrid Baganskaya 95 x Jasna was characterized by the greatest stability according to a set of parameters. Hybrids with potentially longer roots and high seedling mass showed greater sensitivity to changes in environmental conditions. Genotypes with a predominance of the aboveground part in the control were characterized by a more stable "root/sprout" ratio.

Key words: *Triticum aestivum L., hybrid populations, aluminum resistance, root length, seedling weight, prevegetation effects*

Acknowledgment: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No.0528-2019-0093).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Volkova L. V., Tulyakova M.V. The effect of long-term edaphic stress on the characteristics of next generation of spring wheat hybrids seedlings. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East.* 2021;22(4):466-476. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.466-476>

Received: 10.02.2021

Accepted for publication: 01.07.2021

Published online: 26.08.2021

Перед селекционерами ставится стратегическая задача получить сорта, специфично адаптированные к стрессовым условиям окружающей среды, способные обеспечить устойчивое производство сельскохозяйственной продукции [1]. Адаптивный сорт – это сорт, приспособленный не только к оптимуму, но и к минимуму, и максимуму внешних факторов среды. В дерново-подзолистых и серых лесных почвах северных зон на урожайность негативно влияет кислый почвенный фон с высоким содержанием подвижных ионов алюминия и недостаток питательных веществ [2].

В ходе селекционного процесса исходный материал (гибриды, линии, сортообразцы) испытывают под воздействием различных стрессоров для выявления наиболее устойчивых генотипов. Изучение нового генетического материала рекомендуется проводить на репрезентативных выборках, в разных экологических пунктах [3], однако такие методы являются многолетними и дорогостоящими. Лабораторная оценка в фазе проростков позволяет за короткое время выявить генотипические различия и сократить затраты на исследования. Изучение гибридов ранних поколений особенно актуально, поскольку определение их устойчивости к ионной токсичности Al^{3+} на начальных этапах селекции позволяет выделить перспективные комбинации и значительно сократить объем работы. Н. А. Лыковой предложен принцип ускоренного испытания генотипов, который основан на изучении образцов при искусственно созданных градиентах среды (от оптимального к минимальному и максимальному значениям фактора) и позволяет в течение одного-двух лет получать их объективные характеристики как по физиологическим признакам, так и по устойчивости к биотическим и абиотическим факторам [4].

Для объективной оценки генотипов необходимо учитывать и экологические после-

действия, которые могут весьма существенно влиять на развитие растений следующего поколения [5]. Эффект материнского генотипа и среды проявляется в изменении количественных показателей жизнеспособности семян вследствие обеспечения семени питательными ресурсами, транскриптами мРНК, белком, гормонами во время его развития [6, 7]. Некоторые исследователи считают, что регулярно повторяющиеся факторы окружающей среды и реакции организма на них запоминаются и эпигенетически программируются в виде адаптивного ответа, проявление которого связано с многочисленными физиологическими и биохимическими реакциями, но без изменений в структуре ДНК [8]. Как пример, можно назвать метилирование повторяющихся последовательностей генома и формирование новой структуры хроматина, перепрограммирующей экспрессию множества генов в клетках адаптированных растений [9, 10]. Такое воздействие специфических сигналов на организм в процессе его онтогенеза указывается в качестве перспективного приема для селекции [11].

Структура адаптивных реакций растений весьма сложная, состоит из множества воспринимающих, трансформирующих и передающих сигнал элементов. Выделение элементов этой системы далеко до завершения, не все рецепторы описаны, мало сведений о механизмах их регуляции внутри клеток. У разных генотипов адаптация к одному и тому же типу стресса может осуществляться различными функциональными путями. В данной работе сделана попытка установить закономерности адаптивной реакции генотипов на феноменологическом (организменном) уровне, не затрагивая молекулярно-клеточные процессы. На примере уникальных гибридных популяций впервые изучено влияние полевого эдафического стресса на результаты лабораторного испытания генотипов последующего поколения.

Цель исследований – установить закономерности изменения морфологических параметров проростков в гибридных популяциях и их устойчивость к ионам алюминия в зависимости от экологических условий формирования предыдущего поколения, выделить перспективные гибриды.

Материал и методы. Изучали 15 гибридных популяций в двух поколениях (F_4 и F_5), полученных от скрещивания контрастных сортов: Алтайская 530, Баганская 95, Тюменская 26, Карабалыкская 98 (высокопродуктивные материнские формы); Горноуральская,

Лютесценс 30, Серебристая, Jasna (алюмоустойчивые отцовские формы).

Исследования проводили в 2020 г. (поколение F_4) в полевых условиях на делянках $4,5 \text{ м}^2$, в двух пунктах испытаний: ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) и Фалёнская селекционная станция (п. Фалёнки, Кировская обл.). Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, различающаяся по уровню рН и содержанию подвижных ионов алюминия. Метеорологические условия в пунктах испытания гибридов отличались по уровню влагообеспеченности (табл. 1).

Таблица 1 – Агротехническая характеристика почвы и метеорологические условия за вегетационный период 2020 г. /

Table 1 – Agrochemical characteristics of the soil and meteorological conditions for the growing season of 2020

Содержание в почве / Content in the soil			Среднесуточная температура воздуха / Average daily air temperature	Сумма осадков / Precipitation amount	Гидротермический коэффициент / Hydrothermal coefficient
pH _{KCl}	Al ³⁺ , мг/кг / Al ³⁺ , mg/kg	Гумус, % / Humus, %			
Фон 1 (Киров) / Background 1 (Kirov)					
4,30	5,4	2,02	100	104	2,2
Фон 2 (Фаленки) / Background 2 (Falenki)					
3,81	211,0	2,02	100	78	1,9

В 2021 г. в лабораторных условиях определяли устойчивость данных популяций к ионам алюминия в фазу проростков по методике Е. М. Лисицына [12]. Семена проращивали в течение 5 дней в дистиллированной воде (контроль) и водном растворе сульфата алюминия концентрацией 1,5 мМоль/л (опыт). Выборка семян из каждой гибридной популяции составляла 150 штук. По окончании опыта у проростков измеряли среднюю длину корня, среднюю биомассу проростка и соотношение между массой корней и ростков (индекс RSR). Индекс длины корней (ИДК) определяли как отношение средней длины корней в опыте к контролю в процентах. Влияние условий репродукции поколения F_4 на устойчивость к ионам алюминия потомств F_5 оценивали по изменению процентного соотношения параметров в контроле и опыте. Статистическую обработку результатов проводили с помощью двухфакторного дисперсионного анализа¹. Коэффициенты фенотипической корреляции между признаками рассчитывали при численности выборки $n = 15$, считая достоверными значения $r \geq 0,51$ и $r \geq 0,59$ соответственно при 5 и 1%-ом уровнях значимости.

Результаты и их обсуждение. Критический предел содержания алюминия в почве, снижающий урожайность яровой пшеницы на 50...100 %, составляет 100...120 мг/кг почвы [3]. Наиболее высокая токсичность алюминия проявляется при рН ниже 4,0 [13]. Как видно из данных таблицы 1, предельная концентрация алюминия в почве Фаленской селекционной станции превышена в 2 раза. Высокий уровень стресса и продолжительность его воздействия (весь вегетационный период) подтверждается значительным снижением уровня продуктивности растений (табл. 2).

При диагностике устойчивости генотипов в ювенильную фазу используют характеристики корневых систем, подвергнутых неблагоприятному воздействию алюминия в питательной среде, в сравнении с контрольными значениями. К диагностическим критериям можно отнести также ростовые параметры [14]. Лабораторная оценка гибридов F_5 пшеницы включала учет физиологических характеристик (длина корня, ИДК, масса проростка, индекс RSR) у семян, репродуцированных в условиях благоприятных и жесткого эдафического стресса.

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

Таблица 2 – Влияние экологических условий роста и развития растений яровой пшеницы гибридных поколений F₄ на основные признаки продуктивности (2020 г.) /

Table 2 – Influence of ecological conditions of growth and development of spring wheat plants of hybrid generations F₄ on the main traits of productivity (2020)

Признак продуктивности / A trait of productivity	Фон 1 / Background 1		Фон 2 / Background 2		% снижения / % reduction
	среднее значение, n = 15 / average value	размах изменчивости / the magnitude of variability	среднее значение, n = 15 / average value	размах изменчивости / the magnitude of variability	
Высота растений, см / Plant height, cm	85,6	79,2...95,1	46,2	37,9...56,5	46,0
Длина колоса, см / The length of the ear, cm	7,5	6,6...8,5	5,3	3,9...6,6	29,3
Число зерен в колосе, шт. / The number of grains, per ear	28,5	24,6...34,2	14,8	8,5...2,4	48,1
Масса зерна с колоса, г / Weight of grain per ear, g	1,08	0,84...1,42	0,47	0,23...0,75	56,5
Масса зерна с растения, г / Grain weight per plant, g	1,30	0,86...1,83	0,47	0,24...0,75	63,8
Масса 1000 зерен, г / 1000 grain mass, g	37,9	31,6...41,4	30,9	27,0...36,8	18,5
Урожайность, г/м ² / Yield, g/m ²	347,8	287,3...430,0	40,9	26,1...58,8	88,2

Примечания: фон 1 – pH 4,3; Al³⁺ = 5,4 мг/кг почвы; фон 2 – pH 3,8; Al³⁺ = 211 мг/кг почвы /

Notes: background 1 – pH 4.3; Al³⁺ = 5.4 mg/kg of soil; background 2 – pH 3.8; Al³⁺ = 211 mg/kg of soil.

По контрольным значениям признаков у гибридов, выращенных в благоприятных условиях, можно судить о потенциальном уровне развития признаков. Достоверно высокие значения длины корней в контроле (фон 1) отмечены в пяти гибридных комбинациях, одна из них – Карабалыкская 98 x Лютесценс 30 подтвердила свое преимущество в контроле (фон 2). Условия проращивания значимо повлияли на длину корней у всех комбинаций, значения в опыте снижались в среднем на 2,2 см (18,8 %) на фоне 1, HCP_{05(B)} = 0,1 см и на 1,3 см (13,5 %) на фоне 2, HCP_{05(B)} = 0,2 см. Развитие растений F₄ в условиях сильного эдафического стресса также оказалось отрицательное влияние на длину корней проростков поколения F₅. Снижение средних величин в контроле (с 11,5 до 9,7 см) составило 15,6 %. Реакция на условия превегетации по длине корней у отдельных генотипов оказалась неодинаковой – минимальным снижением характеризовался гибрид Алтайская 530 x Серебристая (на 1,9 %), максимальным – Карабалыкская 98 x Jasna (на 25,0 %) (табл. 3).

Вместе с тем, судя по средней величине ИДК, лабораторная устойчивость у семян, сформированных в условиях жесткого алюмо-

кислого стресса, оказалась выше на 5,3 %. Десять комбинаций достоверно повысили величину ИДК на 3,9...16,4 %. Максимальный адаптивный ответ по устойчивости показал гибрид Баганская 95 x Серебристая, у которого значение ИДК возросло с 78,8 до 95,5 %. Пять гибридных популяций не отреагировали или незначительно снизили устойчивость: Алтайская 530 x Jasna, Алтайская 530 x Серебристая, Карабалыкская 98 x Горноуральская, Тюменская 26 x Jasna; Тюменская 26 x Серебристая. Необходимо отметить, что исходные формы Карабалыкская 98 и Jasna в F₂ были выделены по общей комбинационной способности длины корней, Алтайская 530 и Горноуральская – по общей комбинационной способности ИДК [15].

Коэффициент вариации отражает норму реакции генотипов в разных градиентах среды. В нашем случае максимальный уровень признака растения формировали в варианте «фон 1/контроль», минимальный – «фон 2/опыт». Вариабельность изучаемых образцов по длине корней составляла 7,9...17,6 %, наиболее стабильными были Алтайская 530 x Горноуральская, Алтайская 530 x Серебристая и Баганская 95 x Jasna. Значения длины корня у проростков, не подвергшихся стрессовому

воздействию, тесно коррелировали с вариабельностью признака в четырех вариантах лабораторного опыта ($r = 0,80$), т. е. гибриды

с потенциально более длинным корнем обладали меньшей стабильностью, что затрудняет селекцию на сочетание этих параметров.

Таблица 3 – Влияние экологических условий роста и развития растений яровой пшеницы гибридных поколений F₄ на длину корня проростков поколения F₅ в лабораторном опыте на алюмоустойчивость (2021 г.) /

Table 3 – Influence of ecological conditions of growth and development of spring wheat plants of hybrid generations F₄ on the root length of seedlings in F₅ in the laboratory experiment for aluminum resistance (2021)

Гибридная популяция / Hybrid population	Фон 1 / Background 1		Фон 2 / Background 2		CV, %
	длина корня в контроле, см / root length in control, cm	ИДК, % / RLI, %	длина корня в контроле, см / root length in control, cm	ИДК, % / RLI, %	
Алтайская 530 x Лютесценс 30 / Altayskaya 530 x Lutescens 30	10,6	82,8	8,4	91,4	12,4
Алтайская 530 x Jasna / Altayskaya 530 x Jasna	10,8	83,6	10,5	83,2	9,1
Алтайская 530 x Горноуральская / Altayskaya 530 x Gornouralskaya	9,7	83,5	9,2	87,9	7,9
Алтайская 530 x Серебристая / Altayskaya 530 x Serebristaya	10,5	84,6	10,3*	85,0	8,3
Баганская 95 x Лютесценс 30 / Baganskaya 95 x Lutescens 30	11,3	79,0	9,6	89,4	10,9
Баганская 95 x Jasna / Baganskaya 95 x Jasna	11,0	82,7	9,8	91,4	8,3
Баганская 95 x Горноуральская / Baganskaya 95 x Gornouralskaya	11,3	82,9	9,7	91,7	9,0
Баганская 95 x Серебристая / Baganskaya 95 x Serebristaya	11,7	78,8	9,6	95,5	10,5
Карабалыкская 98 x Лютесценс 30 / Karabalykskaya 98 x Lutescens 30	12,6*	77,8	10,2*	82,9	14,8
Карабалыкская 98 x Jasna / Karabalykskaya 98 x Jasna	12,1*	72,6	9,0	85,1	17,6
Карабалыкская 98 x Горноуральская / Karabalykskaya 98 x Gornouralskaya	11,5	84,2	9,4	82,3	13,9
Карабалыкская 98 x Серебристая / Karabalykskaya 98 x Serebristaya	12,9*	81,0	10,1	85,0	14,6
Тюменская 26 x Лютесценс 30 / Tyumenskaya 26 x Lutescens 30	12,0*	80,7	9,1	85,7	15,7
Тюменская 26 x Jasna / Tyumenskaya 26 x Jasna	11,7	84,7	10,3*	81,2	11,8
Тюменская 26 x Серебристая / Tyumenskaya 26 x Serebristaya	12,6*	78,9	9,9	77,7	17,2
Среднее (n = 15) / Average (n = 15)	11,5	81,2	9,7	86,5	12,1
HCP ₀₅ (A – генотип) / LSD ₀₅ (A – genotype)	0,4	-	0,5	-	-
HCP ₀₅ (B – условия проращивания) / LSD ₀₅ (B – germination conditions)	0,1	-	0,2	-	-

Примечания: фон 1 – pH 4,3; Al³⁺ = 5,4 мг/кг почвы; фон 2 – pH 3,8; Al³⁺ = 211 мг/кг почвы;

* – значимое превышение над средним популяционным значением (n = 15) /

Notes: background 1 – pH 4.3; Al³⁺ = 5.4 mg/kg of soil; background 2 – pH 3.8; Al³⁺ = 211 mg/kg of soil;

* – significant excess over the average value (n = 15).

Морфофизиологический анализ проростков может быть использован для оценки потенциальной продуктивности растений. Предыдущие исследования показали, что сорта с более мощными побегами в ювенильную фазу характеризовались более высокими значениями элементов структуры продуктивности в фазу полной спелости [16]. Предполагается, что вес проростков зависит от размера зерна и его химического состава и предопределяется не только генотипом, но и условиями репродуктивного этапа развития материнских растений. В нашем опыте крупность семян в слабой степени влияла на ростовые показатели (длина корней, масса проростков) в контролльных условиях ($r = 0,28 \dots 0,39$). При прорачивании в водном растворе алюминия связь крупности зерна с массой проростков возрас-tала ($r = 0,51 \dots 0,67$), с длиной корней была непостоянной ($r = 0,15 \dots 0,56$).

Достоверно высокую массу проростков в контроле (фон 1) формировал гибрид «Баганская 95 x Горноуральская», в контроле (фон 2) – «Тюменская 26 x Jasna». Длительный эдафический стресс в полевых условиях повлиял на массу проростков следующего поколения растений гораздо сильнее – среднее снижение на 2,24 мг (26,1 %), чем искусственно созданный стресс в ювенильную фазу их развития – снижение на 0,42 мг (4,7 %) – фон 1, $HCP_{05} = 0,24$, на 0,15 мг (2,3 %) – фон 2 (различия не значимы). Более всего эффект превегетации был выражен в гибридной комбинации Карабалыкская 98 x Jasna (снижение на 37,8 %), самой устойчивой оказалась комбинация Тюменская 26 x Jasna (снижение на 9,4 %). В целом надо отметить, что по весу проростков наблюдали более широкий размах нормы реакции отдельных генотипов ($CV = 6,6 \dots 20,3\%$), чем по длине корней, что можно использовать в практической селекции для отбора устойчивых форм (табл. 4). Величина признака и его вариабельность положительно связаны ($r = 0,43$).

Адаптация к стрессу считается более эффективной, если в растении реализуется сразу несколько приспособительных реакций, однако одновременное их включение ограничивается энергетическими возможностями растений и обостряет проблему распределения ресурсов. Одной из наиболее важных ростовых адаптаций к видам эдафического (почвенного) стресса считают перераспределение биомассы между надземной и подземной частями растений (индекс RSR = масса кор-

ня/масса ростка). Такое распределение видо- и сортоспецифично и зависит от интенсивности внешнего влияния [17].

Семена, сформированные в оптимальных условиях, при прорастании значительную часть запасных веществ расходуют на развитие ростка [18]. Контрольные значения RSR большинства гибридов с фоном 1 согласуются с этим утверждением, за исключением трех комбинаций, отцовской формой которых служил сорт Jasna. При переходе от контроля к опыту на фоне 1 наблюдали общую тенденцию к снижению RSR в среднем на 0,05, или 5,7 %, HCP_{05} (В) = 0,03, что свидетельствует об ингибировании роста корневой системы в растворе алюминия. Однако отдельные гибриды демонстрировали повышение RSR в ответ на стресс: Алтайская 530 x Лютесценс 30 и Алтайская 530 x Серебристая, Баганская 95 x Горноуральская (табл. 5).

Несколько иную реакцию по RSR показали образцы, полученные на фоне 2, у которых средние групповые значения в контроле и опыте практически не изменились (различия по фактору В не значимы), но четыре гибрида показали повышение RSR на 10 % и более: Алтайская 530 x Лютесценс 30, Баганская 95 x Лютесценс 30, Баганская 95 x Серебристая, Карабалыкская 98 x Лютесценс 30. Активацию роста корней у данных генотипов можно объяснить включением регуляторных механизмов, распределяющих ресурсы в пользу органа, обеспечивающего поглощение.

Если сравнивать контрольные варианты фона 1 и фона 2, то можно констатировать, что общее снижение RSR составило 15,9 %, т. е. эффекты среды и материнского генотипа больше повлияли на развитие корневой системы (масса зародышевых корней в среднем снизилась на 26,7 %), чем на величину надземной части (масса побега в среднем снизилась на 19,5 %). Вариабельность признака в разных средах у генотипов изменялась в пределах 2,2…13,7 %. Значения RSR в норме и его вариабельность при разных уровнях стресса положительно связаны между собой ($r = 0,69$), т. е. генотипы с преобладанием надземной части, как правило, слабее реагировали на изменение условий. Примером тому может служить гибридная популяция №7 Баганская 95 x Горноуральская с максимальной массой проростка в контроле, самыми низкими значениями RSR и CV, %.

**Таблица 4 – Влияние экологических условий роста и развития растений яровой пшеницы гибридного поколения F₄ на массу проростков поколения F₅ в лабораторном опыте на алюмоустойчивость (2021 г.) /
Table 4 – Influence of ecological conditions of growth and development of spring wheat plants of hybrid generation F₄ on the weight of seedlings in F₅ in the laboratory experiment for aluminum resistance (2021)**

Гибридная популяция/ Hybrid population	Фон 1 / Background 1		Фон 2 / Background 2		CV, %	
	вес проростков / weight of seedlings					
	в контроле, мг / in the control, mg	% к кон- тролю / % to control	в контроле, мг / in the control, mg	% к конт- ролю / % to control		
Алтайская 530 x Лютесценс 30 / Altayskaya 530 x Lutescens 30	7,72	102,3	5,84	85,3	18,7	
Алтайская 530 x Jasna / Altayskaya 530 x Jasna	7,87	95,8	6,54	93,9	10,0	
Алтайская 530 x Горноуральская / Altayskaya 530 x Gornouralskaya	7,97	98,9	6,44	89,9	13,3	
Алтайская 530 x Серебристая / Altayskaya 530 x Serebristaya	8,17	102,0	6,69	86,5	14,5	
Баганская 95 x Лютесценс 30 / Baganskaya 95 x Lutescens 30	8,94	97,2	6,24	115,1	14,2	
Баганская 95 x Jasna / Baganskaya 95 x Jasna	8,77	97,3	6,47	107,0	12,9	
Баганская 95 x Горноуральская / Baganskaya 95 x Gornouralskaya	10,34*	90,8	6,64	96,1	20,9	
Баганская 95 x Серебристая / Baganskaya 95 x Serebristaya	8,77	86,0	6,48	91,8	15,0	
Карабалыкская 98 x Лютесценс 30 / Karabalykskaya 98 x Lutescens 30	8,61	95,4	6,69	90,6	14,2	
Карабалыкская 98 x Jasna / Karabalykskaya 98 x Jasna	8,83	81,0	5,49	100,9	20,3	
Карабалыкская 98 x Горноуральская / Karabalykskaya 98 x Gornouralskaya	8,30	101,3	5,80	105,0	16,9	
Карабалыкская 98 x Серебристая / Karabalykskaya 98 x Serebristaya	9,13	94,8	6,48	109,4	13,9	
Тюменская 26 x Лютесценс 30 / Tyumenskaya 26 x Lutescens 30	8,97	90,8	6,31	99,4	15,7	
Тюменская 26 x Jasna / Tyumenskaya 26 x Jasna	8,18	104,3	7,41*	98,1	6,6	
Тюменская 26 x Серебристая / Tyumenskaya 26 x Serebristaya	8,28	92,0	5,77	96,4	17,2	
Среднее (n = 15) / Average (n = 15)	8,59	95,3	6,35	97,7	15,0	
HCP ₀₅ (A – генотип) / LSD ₀₅ (A – genotype)	0,66	-	0,50	-	-	
HCP ₀₅ (B – условия проращивания) / LSD ₀₅ (B – germination conditions)	0,24	-	-	-	-	

Примечания: фон 1 – pH 4,3; Al³⁺ = 5,4 мг/кг почвы; фон 2 – pH 3,8; Al³⁺ = 211 мг/кг почвы;

* – значимое превышение над средним популяционным значением (n = 15) /

Notes: background 1 – pH 4.3; Al³⁺ = 5.4 mg/kg of soil; background 2 – pH 3.8;

Al³⁺ = 211 mg/kg of soil; * – significant excess over the average value (n = 15).

У растений как контрольного, так и опытного варианта, предыдущее поколение которых росло в благоприятных условиях (фон 1), параметр RSR не коррелировал с длиной зародышевых корней ($r = 0,06 \dots -0,18$), но был отрицательно связан с весом проростков

($r = -0,38 \dots -0,66$). Это значит, что у генотипов с более длинным корнем его масса не всегда преобладала над массой побега, а те генотипы, которые формировали высокую общую биомассу проростков, большую часть пластических веществ направляли в надземную часть.

**Таблица 5 – Влияние экологических условий роста и развития растений яровой пшеницы гибридного поколения F₄ на показатель RSR поколения F₅ в лабораторном опыте на алюмоустойчивость (2021 г.) /
Table 5 – Influence of ecological conditions of growth and development of spring wheat plants of the hybrid generation F₄ on the RSR index in F₅ in the laboratory experiment on aluminum resistance (2021)**

Гибридная популяция / Hybrid population	1 фон / Background 1		2 фон / Background 2		CV, %	
	индекс RSR					
	в конт- роле / in control	% к конт- ролю / % to control	в конт- роле / in control	% к конт- ролю / % to control		
Алтайская 530 x Лютесценс 30 / Altayskaya 530 x Lutescens 30	0,91	107,7	0,69	111,6	13,7	
Алтайская 530 x Jasna / Altayskaya 530 x Jasna	1,07*	90,0	0,85*	102,4	9,4	
Алтайская 530 x Горноуральская / Altayskaya 530 x Gornouralskaya	0,82	96,3	0,70	104,3	6,3	
Алтайская 530 x Серебристая / Altayskaya 530 x Serebristaya	0,86	109,3	0,79*	97,5	8,1	
Баганская 95 x Лютесценс 30 / Baganskaya 95 x Lutescens 30	0,86	88,4	0,77	114,3	6,8	
Баганская 95 x Jasna / Baganskaya 95 x Jasna	0,84	94,1	0,82*	90,2	4,6	
Баганская 95 x Горноуральская / Baganskaya 95 x Gornouralskaya	0,68	103,0	0,71	101,4	2,2	
Баганская 95 x Серебристая / Baganskaya 95 x Serebristaya	0,85	91,8	0,69	110,1	7,5	
Карабалыкская 98 x Лютесценс 30 / Karabalykskaya 98 x Lutescens 30	0,90	90,0	0,67	117,9	10,5	
Карабалыкская 98 x Jasna / Karabalykskaya 98 x Jasna	0,96*	81,2	0,71	98,6	12,9	
Карабалыкская 98 x Горноуральская / Karabalykskaya 98 x Gornouralskaya	0,85	95,3	0,68	95,6	11,2	
Карабалыкская 98 x Серебристая / Karabalykskaya 98 x Serebristaya	0,87	90,8	0,76	98,7	5,6	
Тюменская 26 x Лютесценс 30 / Tyumenskaya 26 x Lutescens 30	0,87	94,3	0,72	95,8	9,1	
Тюменская 26 x Jasna / Tyumenskaya 26 x Jasna	0,99*	87,9	0,74	95,9	13,2	
Тюменская 26 x Серебристая / Tyumenskaya 26 x Serebristaya	0,88	94,3	0,76	86,8	10,5	
Среднее (n = 15) / Average (n = 15)	0,88	94,3	0,74	101,4	8,8	
HCP ₀₅ (A – генотип) / LSD ₀₅ (A – genotype)	0,08	-	0,05	-	-	
HCP ₀₅ (B – условия проращивания) / LSD ₀₅ (B – germination conditions)	0,03	-	-	-	-	

Примечания: фон 1 – pH 4,3; Al³⁺ = 5,4 мг/кг почвы; фон 2 – pH 3,8; Al³⁺ = 211 мг/кг почвы;

* – значимое превышение над средним популяционным значением (n = 15) /

Notes: background 1 – pH 4.3; Al³⁺ = 5.4 mg/kg of soil; background 2 – pH 3.8; Al³⁺ = 211 mg/kg of soil;

* – significant excess over the average value (n = 15).

У гибридов, предыдущее поколение которых выращивалось в условиях жесткого почвенного стресса (фон 2), индекс RSR значимо коррелировал с длиной корней ($r = 0,51 \dots 0,55$), но был слабо положительно связан с общим весом проростков ($r = 0,20 \dots 0,23$). В этом случае запасы питательных веществ перераспределялись в корневую систему, а увеличение длины и веса

корней повлекло за собой уменьшение относительного веса ростков. Ингибирование роста побега можно объяснить ограниченностью ресурсов для поддержания ростовых процессов и влиянием фитогормонов [19]. Таким образом, условия репродукции в гораздо большей степени, чем условия лабораторного опыта, влияли на корреляционные отношения между признаками.

Определенный интерес для селекции представляют знания об изменении вклада генотипа и среды на признаки в случаях, когда условия репродукции материнских растений значительно различаются. Вне зависимости от фона, вклад генотипа в признак «длина корня» получен на уровне 26,0...26,6 %, условия лабораторного опыта оказывали большее воздействие (53,0...66,1 %) (табл. 6). Влияние генотипа на массу проростка и индекс RSR было

существенным (45,1...54,8 %), однако влияние условий опыта при переходе от благоприятных условий превегетации к стрессовым снизилось до недостоверных значений. Таким образом, при лабораторном анализе алюмоустойчивости важно учитывать те условия, при которых были сформированы семена, поскольку жесткий эдафический стресс, испытываемый предыдущим поколением, может снижать реакцию генотипов по весу проростков и индексу RSR.

Таблица 6 – Влияние генотипа (фактор А) и условий лабораторного опыта (фактор В) на параметры проростков в зависимости от условий репродукции (фон 1, 2) предыдущего поколения, % /

Table 6 – Influence of the genotype (factor A) and the conditions of laboratory experiment (factor B) on the parameters of seedlings depending on the conditions of reproduction (background 1, 2) of the previous generation, %

Источник варьирования/ Source of changeability	Длина корня / Root length		Вес проростков / Weight of seedlings		Индекс RSR / RSR Index	
	1	2	1	2	1	2
Вариант опыта / Variant of the experiment	95,9*	82,9*	64,6*	71,7*	67,1*	68,9*
Блок / Block	0,1	0,9	1,1	0,7	2,1	2,2
Фактор А / Factor A	26,6*	26,0*	45,1*	54,8*	50,0*	48,9*
Фактор В / Factor B	66,1*	50,3*	7,3*	1,3	6,5*	0,4
Взаимодействие АхВ / Interaction AxB	3,2*	6,6	12,2	15,6*	10,6	19,6*
Случайные отклонения / Random deviations	4,0	16,2	34,3	27,6	30,8	28,9

Примечания: 1 – фон 1; 2 – фон 2; * – значимо при $p \leq 0,05$ /

Notes: 1 – background 1; 2 – background 2; * – significant at $p \leq 0,05$

Выходы. Испытания нового генетического материала яровой пшеницы, созданного в рамках селекции на алюмоустойчивость, в фазу проростков в различных градиентах среды, позволило установить некоторые закономерности физиологических реакций на условия превегетации и выделить устойчивые генотипы. Выращивание гибридных популяций на фоне с повышенной кислотностью и высоким содержанием подвижных ионов алюминия в почве привело к существенному снижению их продуктивности, а также к изменению морфологических параметров проростков последующего поколения. Экологическое последействие повлияло на массу проростков гораздо сильнее, чем искусственно созданный стресс в ювенильную фазу их развития. Отмечено значимое повышение лабораторной устойчивости по длине корней (ИДК) у большинства гибридов, как адаптивный ответ на длительный эдафический стресс. При лабораторном анализе алюмоустойчивости важно учитывать условия вегетации предыдущего поколения, поскольку под их влиянием могут изменяться реакции генотипов по весу проростков, индексу RSR, а также корреляцион-

ные отношения между признаками. В целевой селекции на устойчивость предлагается определять степень реакции на стресс не только у материнских растений, но и у проростков следующего поколения.

Выявлены различия генотипов по потенциальному уровню признаков и устойчивости к ионам алюминия. По длине корня выделялась гибридная популяция Карабалыкская 98 x Лютесценс 30, по стабильности ИДК – Алтайская 530 x Серебристая. Максимальную реакцию на стресс повышением ИДК показал гибрид Баганская 95 x Серебристая. По массе проростка в контроле преимущество имел Баганская 95 x Горноуральская, отличающийся также самой высокой стабильностью по RSR. Наименьшей изменчивостью по комплексу изученных параметров характеризовалась Баганская 95 x Jasna, наибольшей – Карабалыкская 98 x Jasna. Гибриды с потенциально более длинным корнем и массой проростков обладали меньшей стабильностью. Генотипы с преобладанием надземной части в контроле характеризовались более стабильным соотношением «корень/росток» при изменении условий.

Список литературы

1. Чесноков Ю. В., Косолапов В. М. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса. М.: ООО «Угрешская типография», 2016. 172 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26550132&>
2. Федоренко В. Ф., Завалина А. А., Милащенко Н. З. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 396 с. Режим доступа: <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdanij/rastenievodstvo/send/5-rastenievodstvo/1267-nauchnye-osnovy-proizvodstva-vysokokachestvennogo-zerna-pshenitsy-2018g>
3. Жученко А. А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации. М., 2012. 584 с. Режим доступа: <http://el.z-pdf.ru/31biologiya/137543-1-zhuchenko-a-mobilizaciya-geneticheskikh-resursov-cvetkovih-rasteniy-osnove-identifikacii-sistematisaci.php>
4. Лыкова Н. А. Принцип ускоренного испытания генотипов. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008;(3):3-4.
5. Стефанова Н. А. Влияние материнского фенотипа на посевные качества семян яровой пшеницы. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1998;(3):8-10.
6. Naegle E. R., Burton J. W., Carter T. E., Rufty T. W. Influence of seed nitrogen content on seedling growth and recovery from nitrogen stress. Plant Soil. 2005;(271):329-340. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-004-3242-4>
7. Baskin J., Baskin C. How much influence does the paternal parent have on seed germination? Seed Science Research. 2019;29(1):1-11. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258518000417>
8. Тиходеев О. Н. Эпигенетические и эугенетические процессы. Успехи современной биологии. 2015;135(6):542-553. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25457183>
9. Дьяченко О. В., Захарченко Н. С., Шевчук Т. В., Бонерт Х., Кушман Дж., Бурянов Я. И. Гиперметилирование CCWGCG последовательностей в ДНК растений *Mesembryanthemum crystallinum* при их адаптации к солевому стрессу. Биохимия. 2006;71(4):570-575. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9194797>
10. Cushman John C., Tillett Richard L., Wood Joshua A., Branco Joshua M., Schlauch Karen A. Large-scale mRNA expression profiling in the common ice plant, *mesembryanthemum crystallinum*, performing C3 photosynthesis and crassulacean acid metabolism (CAM). Journal of experimental botany. 2008;59(7):1875-1895.
11. Бурянов Я. И. Адаптивная эпибиохимия и эпигенетика (обзор). Биохимия. 2015;80(9):1376-1390.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24260193>
12. Лисицын Е. М. Методика лабораторной оценки алюмоустойчивости зерновых культур. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2003;(3):5-7.
13. Яковлева О. В. Фитотоксичность ионов алюминия. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018;179(3):315-331. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-315-331>
14. Косарева И. А. Изучение коллекций сельскохозяйственных культур и диких сородичей по признакам устойчивости к токсическим элементам кислых почв. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2012;170:34-44.
15. Волкова Л. В., Амунова О. С. Наследование признаков алюмоустойчивости проростков яровой пшеницы в условиях рулонной культуры. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(1):20-28.
DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.1.20-28>
16. Амунова О. С. Влияние метеоусловий превегетации на урожайность и урожайные качества семян мягкой яровой пшеницы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(5):437-446.
DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.437-446>
17. Minichin P. E. H., Thorpe M. R., Farrar J. F. Short-term control of root shoot partitioning. Journal of experimental botany. 1994;45(274):615-622.
18. Lykova N. A., Popov A. I., Alexeeva D. I. The influence of edaphic and hydrothermal factors on maternal plant's, seed's and seedling's properties for spring wheat and barley cultivars. Annales UMCS, Sec. E. 2007;LXII(2):193-204. URL: https://www.researchgate.net/publication/277891252_The_influence_of_edaphic_and_hydrothermal_factors_on_the_properties_of_maternal_plants_seeds_and_seedlings_properties_of_spring_wheat_and_barley_cultivars
19. Kopittke P. M. Role of phytohormones in aluminum rhizotoxicity. Plant Cell Environ. 2016;39(10):2319-2328.
DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.12786>

References

1. Chesnokov Yu. V., Kosolapov V. M. *Geneticheskie resursy rastenij i uskorenie selektsionnogo protsessa*. [Plant genetic resources and acceleration of the breeding process]. Moscow: OOO «Ugreshskaya tipografiya», 2016. 172 p. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26550132&>
2. Fedorenko V. F., Zavalina A. A., Milashchenko N. Z. *Nauchnye osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna psheintsiy: nauch. izdanie*. [Scientific foundations for the production of high-quality wheat grain: scientific edition]. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. 396 p. URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdanij/rastenievodstvo/send/5-rastenievodstvo/1267-nauchnye-osnovy-proizvodstva-vysokokachestvennogo-zerna-psheintsiy-2018g>
3. Zhuchenko A. A. *Mobilizatsiya geneticheskikh resursov tsvetkovykh rastenij na osnove ikh identifikatsii i sistematizatsii*. [Mobilization of genetic resources of flowering plants on the base of their identification and systematization]. Moscow, 2012. 584 p. URL: <http://el.z-pdf.ru/31biologiya/137543-1-zhuchenko-a-mobilizaciya-geneticheskikh-resursov-cvetkovih-rasteniy-osnove-identifikacii-sistematisaci.php>

4. Lykova N. A. *Printsip uskorennogo ispytaniya genotipov*. [The rapid ecological crop trial principle]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. 2008;(3):3-4. (In Russ.).
5. Stefanova N. A. *Vliyanie materinskogo fenotipa na posevnye kachestva semyan yarovoy pshenitsy*. [The influence of the maternal phenotype on the sowing qualities of spring wheat seeds]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. 1998;(3):8-10. (In Russ.).
6. Naegle E. R., Burton J. W., Carter T. E., Rufty T. W. Influence of seed nitrogen content on seedling growth and recovery from nitrogen stress. *Plant Soil*. 2005;(271):329-340. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-004-3242-4>
7. Baskin J., Baskin C. How much influence does the paternal parent have on seed germination? *Seed Science Research*. 2019;29(1):1-11. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258518000417>
8. Tikhodeev O. N. *Epigeneticheskie i eugeneticheskie protsessy*. [Epigenetic and eugenic processes]. *Uspekhi sovremennoy biologii*. 2015;135(6):542-553. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25457183>
9. D'yachenko O. V., Zakharchenko N. S., Shevchuk T. V., Bonert X., Kushman Dzh., Bur'yanov Ya. I. *Gipermetilirovanie CCWGG posledovatel'nostey v DNK rasteniy Mesembryanthemum crystallinum pri ikh adaptatsii k solevomu stressu*. [Effect of hypermethylation of CCWGG sequences in DNA of *Mesembryanthemum crystallinum* plants on their adaptation to salt stress]. *Biokhimiya*. 2006;71(4):570-575. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9194797>
10. Cushman John C., Tillett Richard L., Wood Joshua A., Branco Joshua M., Schlauch Karen A. Large-scale mRNA expression profiling in the common ice plant, *Mesembryanthemum crystallinum*, performing C3 photosynthesis and crassulacean acid metabolism (CAM). *Journal of experimental botany*. 2008;59(7):1875-1895.
11. Bur'yanov Ya. I. *Adaptivnaya epibiokhimiya i epigenetika (obzor)*. [Adaptive epibiochemistry and epigenetics (review)]. *Biokhimiya*. 2015;80(9):1376-1390. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24260193>
12. Lisitsyn E. M. *Metodika laboratornoy otsenki alyumoustoychivosti zernovykh kul'tur*. [Methods for laboratory evaluation of alum stability in grain crops]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. 2003;(3):5-7. (In Russ.).
13. Yakovleva O. V. *Fitotoksichnost' ionov alyuminiya*. [Phytotoxicity of aluminum ions]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2018;179(3):315-331. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-315-331>
14. Kosareva I. A. *Izuchenie kollektsiy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i dikikh sorodichey po priznakam ustoychivosti k toksicheskim elementam kislykh pochv*. [The study of crops and wild relatives collections for signs of resistance to toxic elements of acid soils]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2012;170:34-44. (In Russ.).
15. Volkova L. V., Amunova O. S. *Nasledovanie priznakov alyumoustoychivosti prorostkov yarovoy pshenitsy v usloviyah rulonnoy kul'tury*. [Inheritance of aluminum resistance characteristics in spring wheat sprouts under conditions of a roll culture]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(1):20-28. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.1.20-28>
16. Amunova O. S. *Vliyanie meteousloviy prevegetatsii na urozhaynost' i urozhaynye kachestva semyan myagkoy yarovoy pshenitsy*. [Influence of weather conditions during the pre-vegetation period on productivity and yield qualities of soft spring wheat seeds]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(5):437-446. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.437-446>
17. Minichin P. E. H., Thorpe M. R., Farrar J. F. Short-term control of root shoot partitioning. *Journal of experimental botany*. 1994;45(274):615-622.
18. Lykova N. A., Popov A. I., Alexeeva D. I. The influence of edaphic and hydrothermal factors on maternal plant's, seed's and seedling's properties for spring wheat and barley cultivars. *Annales UMCS, Sec. E*. 2007;LXII(2):193-204. URL: <https://www.researchgate.net/publication/277891252> The influence of edaphic and hydrothermal factors on the properties of maternal plants seeds and seedlings properties of spring wheat and barley cultivars
19. Kopittke P. M. Role of phytohormones in aluminium rhizotoxicity. *Plant Cell Environ*. 2016;39(10):2319-2328. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.12786>

Сведения об авторах

✉ Волкова Людмила Владиславовна, кандидат биол. наук, зав. лабораторией, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0837-8425>, e-mail: volkovkirov@mail.ru

Тулякова Марина Валентиновна, ст. научный сотрудник, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4493-1005>

Information about the authors

✉ Lyudmila V. Volkova, PhD in Biology, head of the laboratory, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0837-8425>, e-mail: volkovkirov@mail.ru

Marina V. Tulyakova, senior researcher, Falenki Breeding Station – Branch of «Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky», Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4493-1005>

✉ – Для контактов / Corresponding author

Сопряжённость урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы

© 2021. И. Ф. Дёмина 

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь,
Российская Федерация

В статье представлен анализ генотипических корреляций между урожайностью 33 сортов образцов яровой мягкой пшеницы и элементами её структуры в условиях Пензенской области, определена степень изменчивости хозяйствственно полезных признаков в годы исследований (2018-2020 гг.). Установлено, что к слабоварьющим хозяйствственно полезным признакам ($CV = 7,8\text{-}9,9\%$) относятся длина колоса, количество колосков в колосе и масса 1000 зёрен, к средневарьющим ($CV = 13,8\text{-}15,6\%$) – продуктивная кустистость, количество зёрен в колосе и масса зерна с колоса, к сильновариющим ($CV = 21,7\text{-}22,7\%$) – количество зёрен с растения и масса зерна с растения. Установлена сильная положительная взаимосвязь урожайности яровой мягкой пшеницы с количеством зёрен в колосе ($r = 0,706\ldots0,816$) и массой зерна с колоса ($r = 0,754\ldots0,875$). Средняя положительная связь урожайности обнаружена с массой колосьев ($r = 0,467\ldots0,621$), количеством колосков в колосе ($r = 0,358\ldots0,582$), количеством зёрен с растения ($r = 0,446\ldots0,541$) и массой зерна с растения ($r = 0,309\ldots0,608$). Нестабильной получили корреляционную зависимость урожайности от продуктивной кустистости ($r = 0,091\ldots0,415$), длины колоса ($r = 0,074\ldots0,503$) и массы 1000 зёрен ($r = 0,193\ldots0,583$). Таким образом, на формирование урожайности зерна оказали влияние количество зёрен и масса зерна с колоса. Проведённый анализ показал степень влияния различных элементов продуктивности на формирование урожайности сортов образцов яровой мягкой пшеницы, что позволяет более целенаправленно проводить отбор в селекционном процессе.

Ключевые слова: *Triticum aestivum L.*, корреляционная связь, урожайность, элементы структуры урожая, масса зерна с колоса, коэффициент вариации

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №0477-2019-0020).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертизу оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Демина И. Ф. Сопряжённость урожайности и элементов её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):477-484.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.477-484>

Поступила: 12.03.2021

Принята к публикации: 20.07.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Conjugacy of yield and its structural elements in spring soft wheat samples

© 2021. Irina F. Demina 

Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

The article presents an analysis of genotypic correlations between the yield of 33 variety samples of spring soft wheat and elements of its structure in the conditions of Penza region, the degree of variability of agronomic valuable traits during the years of research (2018-2020) has been determined. It has been established, that the low-varying agronomic valuable traits ($CV = 7.8\text{-}9.9\%$) include the wheat ear length, number of spikelets in the ear, weight of 1000 grains; moderately varying traits ($CV = 13.8\text{-}15.6\%$) include productive bushiness capacity, the number of grains in the ear and weight of grains in one ear; highly-varying traits ($CV = 21.7\text{-}22.7\%$) include the number of grains per ear and weight of the grain per ear. A strong positive interrelation has been established between the yield of spring soft wheat and the number of grains per ear ($r = 0.706\ldots0.816$) and weight of grain per ear ($r = 0.754\ldots0.875$). There has been revealed an average positive interrelation between the yield and the weight of ears ($r = 0.467\ldots0.621$), the number of spikelets per ear ($r = 0.358\ldots0.582$), the number of grains per plant ($r = 0.446\ldots0.541$) and the weight of grain per plant ($r = 0.309\ldots0.608$). The correlation dependence of yield on productive bushiness ($r = 0.091\ldots0.415$), ear length ($r = 0.074\ldots0.503$) and weight of 1000 grains ($r = 0.193\ldots0.583$) turned out to be unstable. Thus, the formation of grain yield was influenced by the number of grains per ear and the weight of grain per ear. The analysis showed the degree of influence of various elements of productivity on the formation of yield of spring soft wheat variety samples that provides a more targeted selection in the breeding process.

Key words: *Triticum aestivum L.*, correlation relation, yield, the elements of the yield structure, grain weight per ear, coefficient of variation

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. 0477-2019-0020).

The author thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the author stated that there was no conflict of interest.

For citations: Demina I. F. Conjugacy of yield and its structural elements in soft spring wheat samples. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):477-484. (In Russ.).
DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.477-484>

Received: 12.03.2021

Accepted for publication: 20.07.2021

Published online: 26.08.2021

Мягкая пшеница – одна из важнейших продовольственных культур в мире. Её доля от общего количества выращенного зерна составляет 35 %. От увеличения объёмов производства зерна пшеницы зависит продовольственная безопасность РФ [1].

Среднее Поволжье считается одним из крупнейших производителей зерна яровой мягкой пшеницы в России. Климат региона характеризуется как умеренно континентальный со значительными колебаниями погодных условий по годам и непредсказуемостью проявления абиотических стрессов, в т. ч. часто повторяющимися засухами. Нестабильность и несбалансированность адаптивных возможностей используемых сортов приводит к снижению валового сбора зерна и ухудшению его качества. Поэтому задача обеспечения региона стабильными и высокими урожаями зерна была и остаётся актуальной [2, 3, 4].

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства при освоении инновационных технологий основная роль в повышении урожайности яровой пшеницы и снижении затрат на производство зерна принадлежит удачно подобранному набору сортов [5].

Урожайность не является стопроцентной и постоянной особенностью сорта. Она считается производной среды и генотипа и в большей степени определяется генотипом. Под воздействием различных факторов морфофизиологические признаки продуктивности растений могут значительно изменяться [6, 7].

Выведение и внедрение в производство высокоурожайных и высококачественных сортов с высоким уровнем адаптивности является основной задачей селекционеров в регионе. Для этого необходим новый селекционный материал, а также научные методы и подходы, позволяющие сократить сроки создания сортов [8, 9].

Основными методами получения сортов яровой мягкой пшеницы являются гибридизация и отбор. Всестороннее изучение корреляционных взаимосвязей между урожайностью

и хозяйственными признаками даёт возможность вести целенаправленный отбор нужных генотипов. С помощью корреляционного анализа определяют степень зависимости между различными признаками на генотипическом и фенотипическом уровнях, изучают взаимосвязи с внешними факторами среды и закономерности передачи признаков от родителей потомству [10, 11, 12, 13].

Положительный коэффициент корреляции указывает на совместимость возрастающих величин, а отрицательный на противоположные связи. Положительные корреляции дают возможность с помощью отбора по одному признаку вывести на новый уровень другие сопряжённые величины [14, 15, 16].

Всестороннее изучение корреляционных взаимосвязей между урожайностью и элементами её структуры в условиях Среднего Поволжья обладает относительной новизной и даёт возможность создавать сорта с высоким потенциалом урожайности, способных противостоять экстремальным погодным условиям региона, а также целенаправленно вести отбор в селекционном процессе.

Цель исследований – анализ генотипических корреляций урожайности с элементами её структуры у образцов яровой мягкой пшеницы.

Материал и методы. Исследования проводили в 2018-2020 гг. в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья на опытном поле Пензенского НИИСХ, обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур». Объектом исследований служили 33 образца яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания, в том числе сорта и линии селекции Пензенского НИИСХ и сорта, районированные по Пензенской области. Посевы проводили по чистому пару в оптимальные для яровой пшеницы сроки (первая декада мая) с нормой высеива 5,5 млн всхожих семян на гектар. Площадь делянки 10 м², повторность шестикратная, размещение делянок систематическое. Стандартом служил районированный по Пензенской области сорт яровой мягкой пшеницы Архат.

Учёты, наблюдения и споровой анализ растений проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур¹. Были определены следующие показатели – высота растений, продуктивная кустистость, длина колоса, количество колосков в колосе, количество зёрен с колоса и растения, масса зерна с колоса и растения, масса 1000 зёрен. Статистический анализ данных проводили по методике Б. А. Доспехова² с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были разнообразными. Период вегетации 2018 г. характеризовался как острозасушливый ($\Gamma\text{TK} = 0,31$). Средняя температура воздуха за вегетационный период была $18,8^{\circ}\text{C}$, выше среднемноголетней на $4,8^{\circ}\text{C}$, количество осадков составило 51,4 мм при среднемноголетнем значении 178,2 мм.

В течение вегетационного периода 2019 г. выпало 128,8 мм осадков, что ниже среднемноголетней нормы на 44,5 мм. Среднесуточная температура воздуха составила $18,0^{\circ}\text{C}$ – выше среднемноголетней нормы на $4,0^{\circ}\text{C}$. Период вегетации в целом характеризовался как умеренно засушливый ($\Gamma\text{TK} = 0,98$).

В первую половину вегетации 2020 г. (май–июнь) наблюдался недостаток эффективных температур и избыток влаги. Средняя температура воздуха ($14,6^{\circ}\text{C}$) превысила среднемноголетнюю на $1,0^{\circ}\text{C}$. Вторая половина вегетации протекала в условиях близких к среднемноголетней норме. Количество осадков за период активной вегетации составило 185,0 мм при среднемноголетнем показателе 190,0 мм. Среднесуточная температура воздуха – $16,9^{\circ}\text{C}$ при среднемноголетней $14,9^{\circ}\text{C}$. В целом вегетационный период 2020 г. можно считать благоприятным для роста и развития яровой пшеницы ($\Gamma\text{TK} = 1,21$).

Результаты и их обсуждение. В зависимости от погодных условий урожайность образцов отличалась по годам и изменялась в 2018 г. от 2,00 (сорт Triso) до 3,39 т/га (линия Эритроспермум 43/08-9), $\text{CV} = 28,2\%$, в 2019 г. – от 2,23 (сорт Новосибирская 15) до 4,32 т/га (линия Эритроспермум 34/08-21), $\text{CV} = 24,6\%$, в 2020 г. – от 2,26 (сорт Triso) до 4,63 т/га (линия Эритроспермум 43/08-9), $\text{CV} = 15,2\%$. Урожайность стандартного сорта Архат

в 2018–2020 гг. составила соответственно 3,20; 3,82 и 3,95 т/га.

Величины элементов продуктивности растений яровой пшеницы в наших исследованиях зависели от условий произрастания и имели разный характер изменчивости по годам. Минимальные значения показателей структуры урожая были отмечены в острозасушливый 2018 г., максимальные – в благоприятный 2020 г. (табл. 1).

Продуктивная кустистость считается одним из главных признаков, определяющих урожайность. При хорошем кущении происходит наращивание листовой поверхности, в которой идёт накопление органических веществ для формирования зерна. Продуктивная кустистость является наследственной особенностью сорта и сильно зависит от условий произрастания [17]. В наших исследованиях в благоприятный 2020 г. продуктивная кустистость изменялась от 1,1 (сорт Triso) до 2,1 шт. (линия Эритроспермум 43/08-9), у сорта-стандарта Архат 1,9 шт. Эти показатели были ниже в 2018 и 2019 гг.: 1,0 (сорт Новосибирская 15) ... 1,4 шт. (линии Эритроспермум 70/04-3, Эритроспермум 34/08-21) и 1,1 (сорт Triso) ... 1,5 шт. (линия Эритроспермум 43/08-9) при продуктивной кустистости сорта-стандарта 1,2–1,3 шт. соответственно. Средняя вариабельность данного признака просматривалась в 2020 г. ($\text{CV} = 12,5\%$), слабая – в 2018 и 2019 гг. ($\text{CV} = 9,4$ и $9,8\%$), что свидетельствует о его стабильности.

Длина колоса зависит от сортовых особенностей. У одних сортов колос плотный, колоски в нём размещены близко друг к другу, у других – рыхлый, между колосками большое расстояние, и длина колоса соответственно будет больше. Однако это не значит, что у сортов с меньшей длиной колоса продуктивность будет ниже. Поэтому говорить о зависимости урожайности зерна от длины колоса лучше в пределах одного генотипа растения. В наших опытах длина колоса изменялась по годам, т. е. зависела от условий выращивания, относилась к слабо-вариируемым признакам. Наибольшей длине колоса у изучаемых сортообразцов была в благоприятном 2020 г. (6,3–9,0 см). Коэффициент корреляции длины колоса с урожайностью имел среднее значение ($r = 0,503$).

¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. Вып.1, 2. 267 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс, 2011. 352 с.

Таблица 1 – Варьирование показателей структуры урожая яровой мягкой пшеницы в зависимости от генотипа и условий года (2018-2020 гг.) /

Table 1 – Variation of indicators of the structure of the yield of spring soft wheat depending on the genotype and conditions of the year (2018-2020)

Показатель / <i>Indicator</i>	Год / <i>Year</i>	<i>Min-max</i>	$\bar{x} \pm S_x$	Коэффициент вариации, % / <i>coefficient of variation, %</i>	
				генотипический / <i>genotypic</i>	по годам / <i>by years</i>
Продуктивная кустистость, шт. / Productive bushiness, pcs.	2018	1,0-1,4	1,1±0,02	9,4	15,5
	2019	1,1-1,5	1,1±0,02	9,8	
	2020	1,1-2,1	1,5±0,04	12,5	
Длина колоса, см / The length of the ear, cm	2018	4,7-7,4	6,1±0,12	7,9	9,9
	2019	4,7-7,7	6,4±0,15	11,1	
	2020	6,3-9,0	7,7±0,10	11,9	
Количество колосков в колосе, шт. / Number of spikelets per ear, pcs.	2018	11,3-15,0	13,2±0,25	6,6	7,8
	2019	10,6-15,8	13,5±0,20	8,8	
	2020	12,9-17,1	15,1±0,17	9,4	
Количество зёрен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pcs.	2018	18,1-29,6	25,1±0,72	12,7	13,8
	2019	18,7-31,4	25,7±0,57	12,5	
	2020	20,7-34,8	29,0±0,61	14,4	
Количество зёрен с растения, шт. / Number of grains per plant, pcs.	2018	20,5-33,3	27,9±0,84	23,4	21,7
	2019	18,1-39,5	28,6±0,80	22,3	
	2020	24,5-55,0	37,7±1,20	24,8	
Масса зерна с колоса, г / Grain weight per ear, g	2018	0,71-1,13	0,92±0,03	13,0	15,6
	2019	0,71-1,26	0,98±0,02	16,3	
	2020	0,91-1,43	1,19±0,03	17,8	
Масса зерна с растения, г / Grain weight per plant, g	2018	0,77-1,21	1,01±0,03	22,5	22,4
	2019	0,61-1,67	1,20±0,04	21,9	
	2020	0,80-2,02	1,25±0,04	23,2	
Масса 1000 зёрен, г / 1000 grain weight, g	2018	25,8-38,2	33,5±0,46	8,0	8,8
	2019	30,6-40,9	36,1±0,61	8,5	
	2020	33,8-50,6	43,3±0,61	8,5	

Количество колосков в колосе – это мало изменчивый признак, определяемый генотипом растения. В наших исследованиях количество колосков в колосе колебалось в среднем по годам от 13,2 до 15,1 шт. при низком варьировании признака ($CV = 6,6\text{-}9,4\%$).

Озернённость колоса по своей структуре считается сложным элементом, который зависит от процесса формирования колосков в колосе и зёрен в колоске. Поэтому причину изменчивости озернённости колоса нужно искать в изменчивости этих признаков под влиянием внешней среды [18]. По нашим данным, за три года вегетации урожайность сортообразцов яровой мягкой пшеницы зависела от ГТК ($r = 0,915$), количества осадков ($r = 0,856$) и температуры воздуха ($r = -0,452$).

Количество зёрен в колосе у сортообразцов яровой мягкой пшеницы в условиях 2018-2020 гг. находилось в пределах 18,1-34,8 шт. Стандартный сорт по количеству зёрен в колосе (32,2 шт.) за годы исследований превысили две линии (Эритроспермум 43/08-9 и Эритроспермум 70/04-3). Вариабельность данного признака во все годы исследований имела средние значения ($CV = 12,5\text{-}14,4\%$).

Масса зерна с колоса является комплексным признаком и зависит от озернённости колоса и массы 1000 зёрен. Считается, что отбор по данному признаку является ведущим в селекционной работе [19]. Благоприятные условия 2020 г. способствовали формированию наибольшей продуктивности колоса – 0,91 (сорта Triso и Пирамида) ...1,43 г (линии

Эритроспермум 43/08-9 и Эритроспермум 70/04-3) при массе зерна с колоса у стандартного сорта Архат 1,32 г. В 2018 и 2019 гг. данный показатель был ниже. Наименьшей массой зерна с колоса (0,71 г) характеризовались сорта Triso и Новосибирская 15, наибольшей (1,26 г) – линии Эритроспермум 43/08-9 и Эритроспермум 70/04-3. Изменчивость величины массы зерна с колоса ($CV = 13,0\text{--}17,8\%$) была обусловлена средней степенью варьирования количества зёрен с колоса.

Количество зёрен и масса зерна с растения как показатели продуктивности генотипа показывают конечный результат его развития в конкретных условиях. Наибольшие значения количества зёрен (24,5–55,0 шт.) и массы зерна с растения (0,80–2,02 г) наблюдались в 2020 г. при высоком варьировании признаков – 24,8 и 23,2 % соответственно.

Масса 1000 зёрен относится к одному из важнейших элементов структуры урожая

и определяется не только генотипом, но и условиями выращивания. Она определяет степень выравненности зёрен и, в конечном счёте – урожайность. Наибольшая масса 1000 зёрен (43,3 г) наблюдалась в 2020 г., наименьшая (33,5 г) – в 2018 г. В наших опытах вариабельность данного признака была низкой ($CV = 8,0\text{--}8,5\%$), что говорит о его стабильности.

Сведения об уровне сопряжённости признаков позволяют судить об их вкладе в формирование урожайности, т. е. прогнозировать направление рационального отбора в процессе селекции новых сортов. По результатам анализа коэффициентов линейной корреляции видно, что урожайность яровой пшеницы на межгенотипическом уровне достоверно и положительно, в большей или меньшей степени, связана практически со всеми элементами структуры. Наиболее тесная связь урожайности была установлена с количеством зёрен в колосе ($r = 0,706\text{...}0,816$) и массой зерна с колоса ($r = 0,754\text{...}0,875$) (табл. 2).

Таблица 2 – Корреляционная связь между урожайностью и элементами структуры урожая яровой мягкой пшеницы (2018–2020 гг.) /

Table 2 – Correlation relation between yield and crop structure elements of spring soft wheat (2018–2020)

<i>Показатель / Indicator</i>	<i>2018 г.</i>	<i>2019 г.</i>	<i>2020 г.</i>
Продуктивная кустистость / Productive bushiness	$0,092\pm0,177$	$0,091\pm0,182$	$0,415\pm0,188^{**}$
Масса колосьев / The weight of the ears	$0,467\pm0,152^{**}$	$0,562\pm0,151^{***}$	$0,621\pm0,163^{***}$
Длина колоса / The length of the ear	$0,074\pm0,176$	$0,155\pm0,205$	$0,503\pm0,158^{***}$
Количество колосков в колосе / Number of spikelets per ear	$0,455\pm0,153^{**}$	$0,358\pm0,169^*$	$0,585\pm0,150^{***}$
Количество зёрен в колосе / Number of grains per ear	$0,706\pm0,116^{***}$	$0,724\pm0,120^{***}$	$0,816\pm0,119^{***}$
Количество зёрен с растения / Number of grains per plant	$0,541\pm0,146^{***}$	$0,446\pm0,163^{**}$	$0,494\pm0,188^{**}$
Масса зерна с колоса / Grain weight per ear	$0,798\pm0,129^{***}$	$0,754\pm0,120^{***}$	$0,875\pm0,099^{***}$
Масса зерна с растения / Grain weight per plant	$0,309\pm0,155^{**}$	$0,588\pm0,150^{***}$	$0,608\pm0,164^{***}$
Масса 1000 зёрен / 1000 grain weight	$0,193\pm0,171$	$0,583\pm0,150^{***}$	$0,211\pm0,204$

*существенно при $P = 0,05$; ** при $P = 0,01$; *** при $P = 0,001$ /

* significant at $P = 0.05$; ** at $P = 0.01$; *** at $P = 0.001$

Корреляционная связь урожайности средней степени выявлена с массой колосьев ($r = 0,467\text{...}0,621$), количеством колосков в колосе ($r = 0,358\text{...}0,585$), количеством зёрен с растения ($r = 0,446\text{...}0,541$) и массой зерна с растения ($r = 0,309\text{...}0,608$), что подтверждается данными других селекционеров [20]. Связь урожайности с такими показателями как продуктивная кустистость ($r = 0,091\text{...}0,415$), длина колоса ($r = 0,074\text{...}0,503$) и масса 1000

зёрен ($r = 0,193\text{...}0,583$) за годы исследований колебалась от очень слабой до средней.

За три года исследований высокая корреляция просматривалась между признаками: «количество зёрен с колоса» и «количество зёрен с растения» ($r = 0,672\text{...}0,897$); «масса зерна с колоса» и «масса зерна с растения» ($r = 0,751\text{...}0,783$); «количество зёрен с растения» и «масса зерна с растения» ($r = 0,843\text{...}0,935$); «масса зерна с колоса»

и «масса зерна с растения» ($r = 0,704\ldots0,927$); «масса зерна с колоса» и «количество зёрен с колоса» ($r = 0,726\ldots0,892$); «масса зерна с колоса» и «масса 1000 зёрен» ($r = 685\ldots784$), что подтверждается исследованиями других учёных [21].

Заключение. По результатам проведённого анализа генотипических корреляций была выявлена различная степень влияния на урожайность яровой мягкой пшеницы элементов

структурь урожая. Полученные данные показали, что при селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность целесообразно проводить отбор по показателям «количество зёрен в колосе» и «масса зерна с колоса», имеющих наиболее тесную связь с урожайностью испытываемых сортообразцов ($r = 0,706\ldots0,816$ и $r = 0,754\ldots0,875$ соответственно). Это позволяет увеличить урожайность создаваемых сортов в Среднем Поволжье.

Список литературы

1. Жученко А. А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика). Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. 274 с.
2. Дёмина Е. А., Кинчаров А. И. Корреляционные связи урожайности яровой пшеницы с показателями качества зерна и элементами продуктивности растений. АгроЭкоИнфо. 2017;(4):1-18.
Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_421.doc
3. Марченко Д. М. Взаимосвязь между урожайностью и элементами её структуры у сортов мягкой яровой пшеницы. Научный журнал КубГАУ. 2011;(68):309-320.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16335423>
4. Nikotra A. B., Atkin O. K., Bonser S. P., Davidson A. M., Finnegan E. J., Mathesius U., Poot P., Purugganan M. D., Richards C. L., Valladares F., van Kleunen M. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. Trends Plant Sci. 2010;15(12):684-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
5. Малокостова Е. И. Характеристика генотипов яровой мягкой пшеницы по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Международный научно-исследовательский журнал. 2017;(12-3):123-126. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.106>
6. Kucerova J. Some correlations between parameters of winter wheat technological quality. Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendelianae - Brunensis. 2006;54:23-30. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun200654010023>
7. Иванова И. Ю., Волкова Л. В. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):567-574. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>
8. Григорьев Ю. П., Белан И. А. Влияние элементов структуры урожая на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях подтаёжной зоны Омской области. Аграрная Россия. 2019;(5):3-6. DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-5-3-6>
9. Ivanova I., Ilina S. Variability of morphological features of spring soft wheat Moskovskya 35. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;433:012016.
DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012016>
10. Галеев Р. Р., Андреева З. В., Самарин И. С. Урожайность яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от уровня технологического обеспечения. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017;47(4):13-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30397624>
11. Романюкина И. В., Марченко Д. М., Гричаникова Т. А., Рыбась И. А., Игнатьева Н. Г. Результаты изучения коллекционного материала озимой пшеницы на продуктивность и качество. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(6(49)):4-8. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24484185>
12. Иванова И. Ю., Иванова А. О., Ильина С. В. Корреляционная зависимость урожайности пшеницы мягкой яровой от элементов продуктивности. Зернобобовые и крупяные культуры. 2019;(4(32)):119-125. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142>
13. Розова М. А., Зиборов А. И. Корреляционная связь урожайности яровой твёрдой пшеницы с элементами структуры в зависимости от уровня продуктивности, генотипов и погодных условий в Приобской лесостепи Алтайского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016;(2(136)):44-49. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25714736>
14. Коробейникова О. В., Красильников В. В. Сравнительное изучение сортов яровой пшеницы на сортоучастке ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. Зерновое хозяйство России. 2015;(2):17-21.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23486950>
15. Волкова Л. В. Урожайность яровой мягкой пшеницы и её связь с элементами продуктивности в разные по метеорологическим условиям годы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016;(6(55)):9-15.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27296708>
16. Петрова Л. В. Фенотипические корреляции урожайности зерна и их структурные элементы у овса посевного (*Avena sativa* L.) в условиях Центральной Якутии. Международный сельскохозяйственный журнал. 2020;(4):75-78. DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-14077>

17. Батакова О. Б., Корелина В. А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (*Hordeum vulgare* L.) в условиях Крайнего Севера РФ. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017;178(3):50-58. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>
18. Дёмина Е. И., Кинчаров А. И. Взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы на фоне применения современных удобрений и стимуляторов роста. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017;(11):69-74. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30725236>
19. Ковтун В. И., Ковтун Л. Н. Озернённость, масса зерна с колоса и масса 1000 зёрен в повышении урожайности озимой пшеницы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015;(3(53)):27-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339>
20. Пушкарёв Д. В., Чурсин А. С., Кузьмин О. Г., Краснова Ю. С., Каракоз И. И., Шаманин В. П. Корреляция урожайности с элементами продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Омской области. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2018;(3(31)):26-35. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35683004>
21. Iftikhar R., Khalik I., Ijaz M., Rashid M. A. R. Association analysis of grain yield and its components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2012;12(3):389-392. URL: [https://www.idosi.org/aejaes/jaes12\(3\)12/17.pdf](https://www.idosi.org/aejaes/jaes12(3)12/17.pdf)

References

1. Zhuchenko A. A. *Obespechenie prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii v KhKhI veke na osnove adaptivnoy strategii ustoychivogo razvitiya APK (teoriya i praktika)*. [Ensuring food security in Russia in the XXI century on the basis of an adaptive strategy for sustainable development of the agro-industrial complex (theory and practice)]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2009. 274 p.
2. Demina E. A., Kincharov A. I. *Korrelatsionnye svyazi urozhaynosti yarovoy pshenitsy s pokazatelyami kachestva zerna i elementami produktivnosti rasteniy*. [Correlation relations of spring wheat yield with grain quality indicators and plant productivity elements]. AgroEkoInfo. 2017;(4):1-18. (In Russ.). URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_421.doc
3. Marchenko D. M. *Vzaimosvyazi mezdu urozhaynostyu i elementami ee struktury u sortov myagkoy yarovoy pshenitsy*. [Interrelations between productivity and elements of its structure at grades of soft winter wheat]. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2011;(68):309-320. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16335423>
4. Nikotra A. B., Atkin O. K., Bonser S. P., Davidson A. M., Finnegan E. J., Mathesius U., Poot P., Purugganan M. D., Richards C. L., Valladares F., van Kleunen M. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. Trends Plant Sci. 2010;15(12):684-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
5. Malokostova E. I. *Kharakteristika genotipov yarovoy myagkoy pshenitsy po kompleksu khozyaystvenno-tsennykh priznakov*. [Description of the genotypes of spring soft wheat by the complex of economically valuable characteristics]. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal. 2017;(12-3):123-126. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.106>
6. Kucerova J. Some correlations between parameters of winter wheat technological quality. ActaVniv. Agr. Silvicult. Mendelianae - Brunensis. 2006;54:23-30. DOI: <https://doi.org/10.11118/actauniv200654010023>
7. Ivanova I. Yu., Volkova L. V. *Izmenchivost' khozyaystvenno-tsennykh priznakov yarovoy pshenitsy i ikh vklad v stabilizatsiyu urozhaynosti*. [Variability of economically valuable traits of spring wheat and their contribution to productivity stabilization]. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):567-574. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>
8. Grigor'ev Yu. P., Belan I. A. *Vliyanie elementov struktury urozhaya na urozhaynost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyah podtaezhnay zony Omskoy oblasti*. [Influence of elements of the crop structure on the yield of spring soft wheat varieties in the subtaiga zone of the Omsk oblast']. Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia. 2019;(5):3-6. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-5-3-6>
9. Ivanova I., Ilina S. Variability of morphological features of spring soft wheat Moskovskya 35. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;433:012016. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/433/1/012016>
10. Galeev R. R., Andreeva Z. V., Samarin I. S. *Urozhaynost' yarovoy myagkoy pshenitsy i yarovogo yachmenya v zavisimosti ot urovnya tekhnologicheskogo obespecheniya*. [Yields of spring common wheat and spring barley depending on technological support]. Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science. 2017;47(4):13-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30397624>
11. Romanyukina I. V., Marchenko D. M., Grichanikova T. A., Rybas' I. A., Ignat'eva N. G. *Rezul'taty izucheniya kollektionsnogo materiala ozimoy pshenitsy na produktivnost' i kachestvo*. [Results of the study of winter wheat collection material on productivity and quality]. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;(6(49)):4-8. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24484185>
12. Ivanova I. Yu., Ivanova A. O., Il'ina S. V. *Korrelatsionnaya zavisimost' urozhaynosti pshenitsy myagkoy yarovoy ot elementov produktivnosti*. [Correlation dependence of soft spring wheat productivity on productivity elements]. Zernobobovye i krupyanье kul'tury = Legumes and Groat Crops. 2019;(4(32)):119-125. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11142>

13. Rozova M. A., Ziborov A. I. *Korrelatsionnaya svyaz' urozhaynosti yarovoy tverdoy pshenitsy s elementami struktury v zavisimosti ot urovnya produktivnosti, genotipov i pogodnykh usloviy v Priobskoy lesostepi Altayskogo kraja.* [The correlations of spring durum wheat yield with its structural components depending on the genotype productivity level and weather conditions in Ob river forest-steppe of the Altai region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2016;(2(136)):44-49. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25714736>

14. Korobeynikova O. V., Krasil'nikov V. V. *Sravnitel'noe izuchenie sortov yarovoy pshenitsy na sortouchastke FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA.* [Comparative study of spring wheat on the experimental allotment of FSBEI HPE Izhevsk SAA]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii =* Grain Economy of Russia. 2015;(2):17-21. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23486950>

15. Volkova L. V. *Urozhaynost' yarovoy myagkoy pshenitsy i ee svyaz' s elementami produktivnosti v raznye po meteorologicheskim usloviyam gody.* [Productivity of spring wheat and its relation to elements of yield structure in years differ by meteorological conditions]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East.* 2016;(6(55)):9-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27296708>

16. Petrova L. V. *Fenotipicheskie korrelatsii urozhaynosti zerna i ikh strukturnye elementy u ovsy posevnogo (Avena sativa L.) v usloviyah Tsentral'noy Yakutii.* [Phenotypical correlations of the grain crops and their structural elements of oats sown (*Avena sativa* L.) under conditions of central Yakutia]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal = International Agricultural Journal.* 2020;(4):75-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-14077>

17. Batakova O. B., Korelina V. A. *Vliyanie elementov struktury urozhaya na produktivnost' yachmenya yarovogo (Hordeum vulgare L.) v usloviyah Kraynego Severa RF.* [The effect of yield structure elements on spring barley (*Hordeum vulgare* L.) productivity in the environments of Russia's extreme north]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding.* 2017;178(3):50-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>

18. Demina E. I., Kincharov A. I. *Vzaimosvyazi khozyaystvenno-tsennyykh priznakov yarovoy pshenitsy na fone primeneniya sovremennykh udobreniy i stimulyatorov rosta.* [Interrelations of economic-valuable traits of spring wheat on the background of the application of modern fertilizers and growth stimulants]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk = International Journal of Humanities and Natural Sciences.* 2017;(11):69-74. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30725236>

19. Kovtun V. I., Kovtun L. N. *Ozernennost', massa zerna s kolosa i massa 1000 zeren v povyshenii urozhaynosti ozimoy pshenitsy.* [Correlation of grain content in an ear, grain mass of one ear and mass of 1000 grains with soft winter wheat yields increase]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2015;(3(53)):27-29. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23828339>

20. Pushkarev D. V., Chursin A. S., Kuz'min O. G., Krasnova Yu. S., Karakoz I. I., Shamanin V. P. *Korrelatsiya urozhaynosti s elementami produktivnosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyah stepnoy zony Omskoy oblasti.* [Correlation of yield with elements of productivity of varieties of spring soft wheat in the conditions of the steppe zone of the Omsk region]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU.* 2018;(3(31)):26-35. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35683004>

21. Iftikhar R., Khalik I., Ijaz M., Rashid M. A. R. Association analysis of grain yield and its components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 2012;12(3):389-392. URL: [https://www.idosi.org/aejaes/jaes12\(3\)12/17.pdf](https://www.idosi.org/aejaes/jaes12(3)12/17.pdf)

Сведения об авторе

Дёмина Ирина Фёдоровна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, обособленное подразделение Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мичурина, 1 «Б», р. п. Лунино, Пензенская обл., Российская Федерация, 442731, e-mail: info.pnz@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, e-mail: deminaif@mail.ru

Information about the author

Irina F. Demina, PhD in Agricultural science, senior researcher, the Laboratory of Selection Technologies, separate subdivision, Penza, Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, Michurin str., 1 «B», Lunino settlement, Penza region, Russian Federation, 442731, e-mail: info.pnz@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, e-mail: deminaif@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author

Ретроспективный анализ адаптивных свойств сортов ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка»

© 2021. Л. М. Ерошенко[✉], М. М. Ромахин, А. Н. Ерошенко, Н. А. Ерошенко, И. А. Дедушев, В. В. Ромахина, М. А. Болдырев

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», г. Одинцово, р.п. Новоивановское, Московская область, Российская Федерация

Представлены шестилетние (2015-2020 гг.) результаты изучения 19 сортов ярового ячменя селекции Федерального исследовательского центра «Немчиновка», относящихся к различным периодам сортосмены. Целью исследования была комплексная оценка урожайности, адаптивных особенностей и других хозяйствственно ценных признаков и свойств сортов ярового ячменя для установления основных тенденций изменения их характеристик в ходе многолетней селекционной работы в условиях Центрального Нечерноземья. Благодаря высокой потенциальной продуктивности, проявившейся в оптимальных для ячменя условиях, и способности противостоять снижению продуктивности при неблагоприятной погоде лучшими по средней урожайности были признаны высокоинтенсивные сорта ячменя, районированные за последние двадцать лет. Максимальная средняя урожайность этих групп составляла 8,17 т/га, а минимальная – 3,05 т/га, что соответственно на 19,3 и 10,5 % было выше среднесортовых значений предшествующих периодов селекции. Ретроспективный анализ определил направление селекционных сдвигов адаптивных свойств и элементов продуктивности, связанных с повышением хозяйственной и биологической ценности сортов в процессе селекционного совершенствования. Судя по средним значениям показателей пластичности ($V = 35,4\%$; $b_i = 1,13$; $\sigma = 2,12$), сорта новейших этапов селекции на 18,8; 36,1 и 37,7 % в большей степени реагировали на улучшение условий среды в сравнении с сортами прошлого столетия. Относительная средняя величина коэффициента адаптивности, превышающая единицу ($KA = 1,02-1,19$), указывала на более сильную реакцию современных сортов противостоять действию факторов, снижающих их потенциальную продуктивность. С ростом урожайности и повышением адаптивности изменялась архитектоника растений ячменя, повышалась устойчивость к полеганию и поражению гельминтоспориозом. Отмечена тенденция повышения важнейшего элемента структуры урожая «число продуктивных колосьев на 1 м²» и понижения показателя «масса 1000 зерен». Информация, полученная на основании комплексной оценки сортов по хозяйственным и биологическим показателям, дает возможность определить пути селекционного улучшения культуры.

Ключевые слова: ячмень яровой, сорт, урожайность, адаптивность, устойчивость, сортосмена

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» (тема № 0608-2019-0011).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ерошенко Л. М., Ромахин М. М., Ерошенко А. Н., Ерошенко Н. А., Дедушев И. А., Ромахина В. В., Болдырев М. А. Ретроспективный анализ адаптивных свойств сортов ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка». Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):485-494. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.485-494>

Поступила: 22.03.2021 Принята к публикации: 29.06.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Retrospective analysis of adaptive properties of barley varieties bred by FRC «Nemchinovka»

© 2021. Lyubov M. Eroshenko[✉], Maksim M. Romakhin, Anatoly N. Eroshenko, Nikolai A. Eroshenko, Ivan A. Dedushev, Victoria V. Romakhina, Mikhail A. Boldyrev

Federal Research Center «Nemchinovka», Odintsovo, Novoivanovskoe, Moscow Region, Russian Federation

The article presents the results of six-year studies (2015-2020) of 19 varieties of spring barley belonging to different periods of variety changing bred by FRC «Nemchinovka». The research was aimed at comprehensive assessment of yield, adaptive features and other agronomic characters and properties of spring barley for determining the main tendencies of changing their properties during many years of breeding work in the conditions of the Central Non-Chernozem Zone. Due to high potential productivity, which was demonstrated in optimal conditions for barley and the ability of the crop to resist yield reduction during bad weather conditions, the high-intense barley varieties zoned during last 20 years, proved to be the best according to average yield indicators. Maximum average yield in these groups was 8.17 t/h, minimum one was 3.05 t/h that was higher than average yield among varieties in previous periods of breeding work by 19.3 % and 10.5 %, respectively. The retrospective analysis determined the direction of breeding shifts in adaptive properties and productivity elements associated with an increase in the economic and biological value of barley varieties in the process of selective breeding improvement. Judging by the average plasticity indices ($V = 35.4\%$; $b_i = 1.13$; $\sigma = 2.12$) the varieties of the latest stages of breeding work were 18.8; 36.1 and 37.7 % more responsive to improving environmental conditions as compared to the varieties of the last century. The relative average value of the adaptability coefficient exceeding unity ($KA = 1.02-1.19$) indicated a stronger reac-

tion of modern barley varieties to resist the action of factors that reduce their potential productivity. With yield growth and increase in adaptability, the architectonics of barley plants was changing and resistance to lodging and helminthosporiosis raised. There has been established a tendency to increase the most important element of the crop structure "the number of productive ears per 1 m²" and to decrease the indicator "weight of 1000 grains". The information obtained on the basis of a comprehensive assessment of varieties by economic and biological indicators makes it possible to determine the ways of selective breeding improvement of the crop.

Keywords: spring barley, variety, yield, adaptability, resistance, variety changing

Acknowledgment: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Research Center «Nemchinovka» (theme No. 0608-2019-0011).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Eroshenko L. M., Romakhin M. M., Eroshenko A. N., Eroshenko N. A., Dedushev I. A., Romakhina V. V., Boldyrev M. A. Retrospective analysis of adaptive properties of barley varieties bred by FRC «Nemchinovka». *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East.* 2021;22(4): 485-494. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.485-494>

Received: 22.03.2021

Accepted for publication: 29.06.2021

Published online: 26.08.2021

Мировой опыт свидетельствует, что последовательный рост урожайности возделываемых сортов базируется на прогрессивных технологиях выращивания и достижениях селекции [1, 2]. Путем применения различных удобрений и средств защиты от вредителей и болезней можно значительно повысить урожайность и качество зерна ярового ячменя [3]. Но только сорт, по мнению А. А. Жученко, определяет основные требования к технологиям: уровень продуктивности, энергоэкономичность, экологически безопасное качество и природоохранность [4].

Реализация потенциальной возможности сорта, несмотря на важность агротехнических приемов, в большой мере ограничена природно-климатическими ресурсами зоны возделывания ячменя [5, 6, 7]. В связи с устойчивыми тенденциями погодных трансформаций при усиении климатической изменчивости урожайности сортов, односторонняя направленность технологий возделывания на получение максимального количества продукции за счет повышения норм вносимых удобрений и применения химических средств защиты является не только экологически небезопасной, но и ресурсозатратной [8, 9, 10]. Наиболее эффективным, дешевым и экологически оправданным способом увеличения валового сбора зерна ячменя в изменяющихся климатических условиях региона является сортосмена [11]. В соответствии с агроклиматическими условиями и уровнем развития производительных сил, она обеспечивает производство сортами, обладающими определенным уровнем хозяйствственно важных признаков, дающих возможность реализовывать их генетический потенциал [12].

Освоение инновационных технологий, ориентированных на переход к адаптивной

интенсификации растениеводства, предусматривает использование агроэкологических специализированных сортов, сочетающих высокую урожайность с устойчивостью к стресс-факторам [13, 14, 15].

Многолетняя работа по селекционному совершенствованию сортов ячменя в ФИЦ «Немчиновка» условно разбита на пять периодов сортосмены, каждый из которых характеризовался созданием более продуктивных сортов, пригодных для возделывания в различных по интенсивности агротехнологиях.

Первый этап, начатый с включения в 1945 г. селекции ярового ячменя в тематический план Немчиновского научного центра, ознаменовался созданием и районированием в 1964 г. сорта ячменя Московский 121, который отличался устойчивостью к кислотности почв и пыльной головне. Сорт экстенсивного типа. Несмотря на склонность к полеганию на среднем и высоком агрофонах, в производственных посевах ячменя он занимал доминирующее положение до конца 70-х годов. Внедрение в сельскохозяйственное производство более совершенных технологий возделывания сориентировало работу селекционных центров прежде всего на повышение устойчивости к полеганию. В 80-е годы (второй период) были созданы и освоены в производстве устойчивые к полеганию сорта полуинтенсивного типа Московский 2 и Московский 3.

С созданием в 90-е годы XX века сортов Риск, Биос 1, Выбор, Эльф, Суздаец, Раушан (третий период) почти полностью решена проблема полегания посевов ярового ячменя и высокой эффективности применения повышенных доз минерального питания.

Усиление влияния абиотических стрессов в XXI веке, оказывающих значительное

влияние на урожайность ячменя, а также внедрение ресурсосберегательных технологий возделывания предусматривало создание высокоурожайных форм, характеризующихся стабильностью основных элементов продуктивности [16]. В связи с этим были значительно расширены работы по экологической селекции ячменя, и наступил новый этап в работе с этой культурой (четвертый и пятый периоды). За временной промежуток с 2001 по 2010 год созданы новые высокоинтенсивные сорта ячменя с минимальной ответной реакцией на неблагоприятные био- и абиотические факторы среды: МИК 1, Вулкан, Нур, Прометей, Владимир. Из этой группы сортов особым спросом на рынке семян у российских товаропроизводителей пользуются сорта с потенциалом продуктивности более 8 т/га – Нур и Владимир.

В процессе разработки эволюционно-генетической концепции селекции ячменя было установлено, что проблема повышения урожайности и адаптивности культуры тесно связана с необходимостью существенных изменений в ее морфофизиологической конституции. Для новейших сортов Московский 86, Яромир, Надежный, Златояр и Знатный характерен морфотип, отличающийся высокой стеблеобразующей способностью и устойчивостью к полеганию, а также стабильностью проявления показателей продуктивности и других количественных признаков при любых погодных условиях [17].

Ретроспективный анализ, как метод, позволил выявить направления селекционных сдвигов адаптивных особенностей сортов ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка» с учетом повышения уровня развития сельскохозяйственного производства и усиления влияния климатических факторов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур, результаты которого могут быть использованы для обоснования совершенно новой модели сорта ярового ячменя.

Цель исследования – дать комплексную оценку сортам ярового ячменя различных этапов селекции по урожайности, параметрам адаптивности и другим хозяйствственно ценным признакам и установить тенденции изменения их характеристик в ходе многолетней селек-

ционной работы в условиях Центрального Нечерноземья.

Материал и методы. Исследования проводили в 2015-2020 гг. на опытных полях ФИЦ «Немчиновка». Материалом послужили 19 сортов ярового ячменя местной селекции, выведенных и рекомендованных для использования в разные периоды сортосмены: Московский 121, Московский 2, Московский 3, Риск, Биос 1, Выбор, Эльф, Суздалец, Раушан, МИК 1, Вулкан, Нур, Владимир, Прометей, Московский 86, Яромир, Надежный, Знатный, Златояр. Изучение сортов ярового ячменя по морфологическим и хозяйственным признакам проведено согласно Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum*¹. Коэффициент регрессии (b_i) и среднеквадратичное отклонение от линии регрессии (S_d^2) определены по методике S. A. Eberhart, W. A. Russel². Коэффициент адаптивности (КА) оценен по методике, предложенной А. В. Животковым с соавт.³, показатель уровня и стабильности сорта (ПУСС) – по Э. Д. Неттевичу⁴. Экспериментальные данные обработаны методом вариационного и корреляционного анализов по методике Б. А. Доспехова⁵ с использованием программы Excel.

Погодные условия в годы проведения исследований заметно отличались от среднемноголетних данных по выпадению осадков и среднемесячной температуре воздуха. Согласно гидротермическому коэффициенту (ГТК), вегетационный период 2016 г. в пунктах испытания характеризовался как относительно влажный (ГТК = 1,63-1,71). Агрометеорологические условия вегетационных периодов 2017 и 2020 гг. были избыточно влажными (ГТК = 2,13...2,34), 2018 и 2019 гг. – относительно сухими (ГТК = 1,02...1,24).

Результаты и их обсуждение. На фоне контрастных погодных условий в годы испытания (2015-2020 гг.) средняя урожайность сортов различных этапов селекции по опыту составила 5,59 т/га. Средние значения зерновой продуктивности первых трех периодов сортосмены находились на уровне 5,23 т/га, двух последующих – на уровне 5,91 т/га (табл. 1).

¹Международный классификатор СЭВ (рода *Hordeum L.*). Л., 1983. 55 с.

²Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop sci. 1966;1(6):36-40.

³Животков Л. А., Морозова З. Н., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность». Селекция и семеноводство. 1994;(2):3-6.

⁴Неттевич Э. Д. Влияние условий возделывания и продолжительности изучения на результаты оценки сорта по урожайности. Вестник РАСХН. 2001;(3):34-38.

⁵Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 360 с.

**Таблица 1 – Урожайность сортов ярового ячменя разных периодов селекции, т/га (2015-2020 гг.) /
Table 1 – Yield of spring barley varieties of different breeding periods, t/ha (2015-2020)**

Этап селекции / Breeding stage	Сорт / Variety	Год райони- рования / Year of zoning	Урожайность / Yield		
			\bar{x}	max	min
I	Московский 121 / Moscovsky 121	1964	5,16	6,47	2,71
II	Московский 2 / Moscovsky 2	1984	5,15	7,04	3,07
	Московский 3 / Moscovsky 3	1986	5,40	6,45	3,11
	Среднее / Average	-	5,28	6,74	3,09
III	Риск / Risk	1991	4,94	7,27	2,71
	Биос 1 / Bios 1	1993	5,70	7,39	2,66
	Выбор / Vybor	1994	5,22	6,67	2,11
	Эльф / Elf	1997	5,04	6,18	2,32
	Суздалец / Suzdalets	1998	5,36	6,91	3,09
	Раушан / Raushan	1998	5,08	7,30	2,82
	Среднее / Average	-	5,22	6,95	2,62
IV	МИК 1 / MIK 1	2002	5,72	7,48	2,85
	Вулкан / Vulkan	2002	5,06	7,36	2,00
	Нур / Nur	2002	5,97	8,47	3,57
	Владимир / Vladimir	2007	5,87	8,50	3,07
	Прометей / Prometey	2009	5,52	7,27	3,11
	Среднее / Average	-	5,63	7,27	2,92
V	Московский 86 / Moskovsky 86	2011	6,03	8,41	3,16
	Яромир / Yaromir	2013	6,09	8,25	3,32
	Надежный / Nadezhny	2017	6,68	8,84	3,34
	Знатный / Znatny	2020	6,05	8,50	3,02
	Златояр / Zlatoyar	2020	6,11	8,60	3,04
	Среднее / Average	-	6,19	8,52	3,18
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅	-	0,30	0,48	0,34

Наибольшее среднее значение урожайности отмечено у группы сортов новейшего поколения (6,19 т/га). Сорта четвертого селекционного этапа уступали им по урожайности на 0,57 т/га, но на 0,41 т/га превосходили сорта третьего периода сортосмены. По сравнению с сортом Московский 121 при оптимальном гидротермическом режиме средняя прибавка сортов второго и третьего этапов районирования составляла 0,27 и 0,48 т/га. Благодаря целенаправленной селекционной работе значительно повышен уровень генетического потенциала сортов четвертого и пятого поколений. Так, в оптимальных для ячменя условиях максимальная урожайность сортов этих групп в среднем составляла 8,17 т/га, что было на 19,3 % выше среднесортовых значений первых трех этапов селекции.

В неблагоприятные по влагообеспеченности годы средняя урожайность изучаемых сортов варьировала от 2,00 до 3,57 т/га. В этих

условиях среднее значение минимальной продуктивности сортов, допущенных к использованию за два последних десятилетия, составляло 3,05 т/га, что на 10,5 % превышало средние значения сортов предшествующих периодов. В динамике сортосмены наблюдалась тенденция повышения показателей средней, максимальной и минимальной урожайности сортов ячменя, что свидетельствует о повышении адаптивного потенциала новых сортов в сравнении с сортами более ранних периодов сортосмены.

Для более полной и объективной оценки адаптивных свойств изучаемых сортов рассчитан ряд статистических показателей, применяемых для характеристики и сравнения генотипов (табл. 2).

К показателям пластиичности, характеризующим способность генотипов отзываться на изменение условий выращивания повышением продуктивности, можно отнести: коэффициент вариации (V, %), коэффициент

линейной регрессии (b_i) и среднее квадратичное отклонение (σ). В наших исследованиях теснота связи между ними характеризовалась высокими значениями коэффициента корреляции ($r = 0,867 \dots 0,969$). Судя по средним

значениям этих показателей ($V = 35,4\%$; $b_i = 1,13$; $\sigma = 2,12$), сорта двух последних этапов селекции в сравнении с сортами прошлого столетия на 18,8; 36,1 и 37,7 % сильнее реагировали на улучшение условий среды.

Таблица 2 – Параметры пластичности, адаптивной способности и стабильности сортов ярового ячменя, относящихся к различным периодам сортосмены (2015-2020 гг.) /

Table 2 – Parameters of plasticity, adaptive capacity and stability of spring barley varieties belonging to different periods of variety changing (2015-2020)

<i>Cortm / Variety</i>	<i>Год районирования / Year of zoning</i>	<i>V, %</i>	<i>b_i</i>	<i>σ</i>	<i>КА</i>	<i>S_d²</i>	<i>ПУСС, %</i>
Московский 121 / Moscovsky 121	1964	27,2	0,75	1,40	0,90	0,26	100,0
Московский 2 / Moscovsky 2	1984	30,4	0,81	1,57	0,93	0,18	88,8
Московский 3 / Moscovsky 3	1986	27,0	0,83	1,45	0,98	0,05	110,2
Риск / Risk	1991	28,4	0,73	1,62	0,90	1,21	113,3
Биос 1 / Bios 1	1993	30,1	0,91	1,72	0,98	0,48	110,2
Выбор / Vybor	1994	34,0	0,91	1,77	0,91	0,58	81,6
Эльф / Elf	1997	29,8	0,81	1,51	0,89	0,31	86,7
Суздалец / Suzdalets	1998	28,4	0,86	1,52	0,97	0,03	103,1
Раушан / Raushan	1998	33,3	0,85	1,69	0,91	0,78	76,6
МИК 1 / MIK 1	2002	32,6	1,02	1,86	1,02	0,34	102,0
Вулкан / Vulkan	2002	37,8	1,05	1,91	0,89	0,36	69,4
Нур / Nur	2002	29,5	1,06	2,06	1,07	0,93	105,1
Владимир / Vladimir	2007	38,2	1,20	2,24	1,04	0,80	91,8
Прометей / Prometey	2009	34,2	1,02	1,89	0,99	0,53	90,8
Московский 86 / Moskovsky 86	2011	38,4	1,20	2,32	1,06	1,17	96,8
Яромир / Yaromir	2013	35,8	1,18	2,18	1,08	0,64	106,1
Надежный / Nadezhny	2017	34,3	1,24	2,30	1,19	0,80	132,6
Знатный / Znatny	2020	35,4	1,11	2,14	1,08	1,05	105,1
Златояр / Zlatoyar	2020	37,7	1,25	2,30	1,08	0,53	101,0
Среднее / Average	-	33,05	0,99	1,87	1,00	0,58	100,31
Относительная ошибка средней / The relative error of the average		0,86	0,04	0,07	0,02	0,08	2,87

Примечания: $V, \%$ – коэффициент вариации, b_i – коэффициент линейной регрессии, σ – среднее квадратичное отклонение, КА – коэффициент адаптивности, S_d^2 – среднее квадратичное отклонение от линии регрессии, ПУСС, % – показатель уровня и стабильности сорта / Notes: $V, \%$ – variation coefficient; b_i – regression coefficient; σ – standard deviation; KA – adaptability coefficient, S_d^2 – standard deviation from regression line; PUSS, % – stability level of variety.

Величина коэффициента адаптивности ($KA = 1,02-1,19$), определяющая способность устойчиво формировать относительно других сортов более высокую урожайность в различных условиях вегетации, указывала на положительную реакцию современных сортов противостоять действию факторов, снижающих их потенциальную продуктивность. Наиболее продуктивными и адаптированными к условиям Центрального Нечерноземья были новейшие сорта пятого этапа сортосмены: Яромир, Знатный, Златояр, Надёжный ($KA = 1,08-1,19$).

Дисперсия отклонения от линии регрессии (S_d^2), характеризующая стабильность урожайности сортов в различных условиях среды, отличалась значительной изменчивостью. При среднем значении величины данного показателя 0,58, колебание признака находилось в пределах от 0,03 у среднеспелого сорта Суздалец до 1,21 у скороспелого сорта Риск. Согласно расчетам вариансы стабильности, к формам, наиболее приспособленным к местным условиям, можно отнести старые сорта, созданные в прошлом столетии ($S_d^2 = 0,43$).

Более низкая фенотипическая стабильность, обусловленная нормой реакции генотипа, характерна для групп сортов четвертого и пятого этапов селекции ($S_d^2 = 0,59-0,84$).

Повышенные значения показателя уровня урожайности и стабильности сорта, характеризующего баланс продуктивности и стабильности относительно ячменя Московский 121, выявлены у группы сортов пятого селекционного этапа (ПУСС = 108,3 %), пониженные – у сортов четвертого периода сортосмены (ПУСС = 91,8 %).

Сопоставляя многолетние данные по элементам продуктивности (2015-2020 гг.), можно отметить ярко выраженную тенденцию повышения стеблеобразующей способности сортов. По слабой степени варьирования важ-

нейшего элемента структуры урожая «число продуктивных колосьев на 1 м²» (V = 19,7 %) и значительной положительной сопряженности его с урожайностью и параметрами пластиичности ($r = 0,65 \dots 0,84$) можно сделать вывод, что этот показатель имеет высокую адаптационную ценность. Отсутствие существенных различий между группами сортов по этому признаку ($t_{\phi} < t_r$) ни в коей мере не умаляет роли уровня продуктивного стеблестоя в повышении хозяйственной ценности вновь создаваемых сортов.

Более высокая плотность стояния растений на единице площади отмечена у сортов пятого поколения селекции, наибольшая – у сортов Московский 86 (662,2 шт/м²) и Надежный (761,2 шт/м²) (табл. 3).

**Таблица 3 – Морфо-биологические особенности сортов ярового ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка» (2015-2020 гг.) /
Table 3 – Morpho-biological features of spring barley varieties bred by Federal Research Center "Nemchinovka" (2015-2020)**

Сорт / Variety	Количество продуктивных стеблей / Number of productive stems		Масса 1000 зерен / The weight of 1000 grains		Высота растений / Plant height		Устойчивость к полеганию / Resistance to lodging		Устойчивость к гельминтоспориозу / Resistance to helminthosporiose	
	шт/м ² / pcs/m ²	V, %	г / g	V, %	см / cm	V, %	балл / point	V, %	балл / point	V, %
Московский 121 / Moscowsky 121	526,8	19,7	50,2	4,4	80,8	20,3	3,7	92,1	5,8	44,2
Московский 2 / Moscowsky 2	525,7	22,4	53,2	5,2	81,3	20,1	5,8	43,9	5,7	38,1
Московский 3 / Moscowsky 3	549,7	22,9	52,7	4,6	77,5	17,7	7,0	27,1	5,8	33,3
Риск / Risk	528,5	23,0	51,2	8,7	73,7	17,8	6,8	32,4	6,3	42,0
Биос 1 / Bios 1	590,8	20,0	55,3	5,1	74,3	26,3	6,7	31,0	5,5	45,6
Выбор / Vybor	409,2	18,9	47,8	4,8	73,2	31,2	6,3	48,6	5,2	43,1
Эльф / Elf	542,7	14,3	56,7	9,6	72,8	26,5	6,2	41,0	4,8	40,2
Суздалец / Suzdalets	597,8	17,6	50,3	4,7	76,2	25,2	6,8	29,9	5,0	38,0
Раушан / Raushan	565,3	16,3	50,3	5,1	75,5	21,4	6,3	43,1	5,3	30,6
МИК 1 / MIK 1	578,7	15,9	50,2	6,0	74,8	15,8	6,8	29,9	4,8	33,2
Вулкан / Vulkan	526,8	23,9	48,2	5,0	73,7	26,4	6,7	43,1	5,8	22,8
Нур / Nur	588,7	19,0	50,2	4,9	72,3	26,3	8,7	6,0	5,0	21,9
Владимир / Vladimir	592,8	20,9	50,7	4,1	72,8	18,1	7,2	31,1	5,7	28,8
Прометей / Prometey	576,7	17,4	50,5	6,4	72,5	27,9	7,5	26,3	5,2	37,6
Московский 86 / Moskovsky 86	662,2	18,2	49,5	4,0	69,3	19,6	7,8	15,0	5,8	29,5
Яромир / Yaromir	611,3	19,5	49,7	4,4	66,0	17,8	8,8	4,6	6,0	21,1
Надежный / Nadezhny	761,2	21,5	46,7	4,7	63,8	17,2	8,8	4,6	6,5	21,2
Знатный / Znatny	636,3	21,9	47,8	4,6	67,8	15,6	8,7	9,4	6,2	21,2
Златояр / Zlatoyar	606,5	21,6	51,2	4,4	72,8	17,5	8,5	9,8	5,9	24,2
Среднее / Average	577,8	19,73	50,64	5,3	72,22	21,5	7,11	29,9	5,59	32,4
Относительная ошибка средней / The relative error of the average	15,61	0,61	0,57	0,33	1,01	1,02	0,29	4,78	0,11	1,98

По мере роста густоты продуктивного стеблестоя у сортов наблюдалась тенденция снижения крупности зерна. По показателю «масса 1000 зерен» новейшие сорта на 1,0-2,9 г уступали сортам более ранних периодов селекции, но выгодно отличались более низкой вариабельностью признака ($V = 4,0\text{--}4,7 \%$), что может указывать на улучшение их стрессоустойчивости [18].

Обозначен градиент повышения устойчивости к полеганию в зависимости от высоты растений. При анализе данных следует отметить, что в годы, когда наблюдалось полегание посевов ячменя, выявлена существенная отрицательная зависимость между высотой растений и устойчивостью к полеганию ($r = -0,59\ldots-0,69$). Согласно значениям коэффициентов регрессии ($b_{yx} = -0,13\ldots-0,32$), уменьшение высоты в среднем на 5 см увеличивало устойчивость сортов к полеганию на 0,65-1,60 балла. Наибольшее превышение, равное двум баллам, по признаку «устойчивость» проявилось у новейших сортов над сортами третьего периода. Самыми низкорослыми оказались сорта последнего этапа селекции. Высота короткостебельных генотипов в среднем составляла 67,9 см. Изменение величины этого элемента в сторону уменьшения относительно сортов предыдущих этапов селекции на 7,2 см доказана на уровне значимости 0,05.

Наблюдения показали, что рост урожайности в процессе селекции сопровождался повышением иммунитета к возбудителям гельминтоспориозной пятнистости ячменя. Более низкое среднее значение устойчивости к гельминтоспориозу (5,3-5,4 балла) отмечено

у сортов третьего и четвертого периодов, более высокое (6,1 балла) – у сортов пятого этапа селекции. Преимущество новейших сортов над сортами прошлых лет селекции отмечалось не только по уровню, но по степени изменчивости показателя невосприимчивости к этой болезни на 5,4-20,8 %, что еще раз подтверждает их высокую адаптационную ценность по этому признаку.

Выходы. На основании многолетних данных, можно утверждать, что итогом селекционной работы явилось повышение уровня урожайности новейших сортов ярового ячменя интенсивного типа как в оптимальные, так и неблагоприятные годы. Результаты сравнения адаптивной реакции выявили их преимущество над сортами более ранних периодов селекции по параметрам пластиности, коэффициенту адаптивности и показателю уровня урожайности и стабильности сорта.

Предпосылкой успеха при создании современных селекционных форм явилась целенаправленная работа по увеличению густоты продуктивного стеблестоя – основного элемента в формировании высокой продуктивности ячменя, а также повышенная устойчивость к полеганию за счет снижения высоты растений. Тolerантность к гельминтоспориозным пятнистостям, наиболее агрессивным листовым болезням ячменя – важнейший фактор улучшения их адаптивного потенциала.

Имея преимущество по комплексу хозяйствственно ценных признаков, современные сорта уступали старым по массе 1000 зерен. Повышение этого показателя – резерв дальнейшего совершенствования новых сортов.

Список литературы

1. Якушев В. П., Михайленко И. М., Драгавцев В. А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожая зерновых культур в России. Сельскохозяйственная биология. 2015;50(5):550-560. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24846604>
2. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур. Сельскохозяйственная биология. 2016;50(5):517-626. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27298379>
3. Никифоров В. М., Никифоров М. И., Мамеев В. В. Урожайность и качество зерна сортов ячменя в интенсивных технологиях возделывания. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2019;(6 (76)):8-13. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41466919>
4. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
5. Бишарев А. А., Шевченко С. Н., Мадякин Е. В., Калякулина И. А., Дюльдина М. А., Дворцова Т. В. Влияние агрометеорологических условий на урожайность зерна ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018;20(2-4(82)):667-670. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37313255>
6. Постников П. А. Воздействие предшественников и метеорологических условий на урожайность ярового ячменя. Вестник КрасГАУ. 2018;(4):48-53. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35423839>

7. Байкалова Л. П., Серебрянников Ю. И. Роль сорта в повышении урожайности ячменя в условиях лесостепи Красноярского края. Вестник КрасГАУ. 2016;(7):167-172.

Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26273331>

8. Кошелев Б. С., Бушухина Л. Л. Экономическая эффективность использования интенсивных технологий выращивания зерновых культур в 80-х годах XX века в Западной Сибири. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017;(2 (26)):139-146.

Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29344988>

9. Андреев М. И., Марьина-Чермных О. Г. Влияние интенсивных систем земледелия на почвенную биоту. Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017;3(4(12)):11-15. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32321194>

10. Bingham I. J., Karley A. J., White P. J., Thomas W. T. B., Russell J. R. Analysis of improvements in nitrogen use efficiency associated with 75 years of spring barley breeding. European Journal of Agronomy. 2012;42:49-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.10.003>

11. Филенко Г. А., Фирсова Т. И. Семеноводство ячменя в Ростовской области. Аграрная наука ЕвроСеверо-Востока. 2015;(4):16-21. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23857047>

12. Попова Е. Н., Музрафов Н. М. Агроэкологическая оценка возделывания яровых зерновых культур в Левобережной Лесостепи Украины. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(3):115-119. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36000488>

13. Кузнецова Т. Е., Левштанов С. А., Серкин Н. В., Нестеренко В. В., Веретельникова Н. А., Останина Т. В. Методы и результаты селекции ярового ячменя на Кубани. Достижения науки и техники АПК. 2015;29(12):20-22. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25279736>

14. Ашиев А. Р., Хабибулин К. Н., Скулова М. В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции «Аграрного научного центра «Донской». Зерновое хозяйство России. 2019;(6 (66)):7-11. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41856697>

15. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области. Зерновое хозяйство России. 2019;(6 (66)):12-17. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41856698>

16. Macholdt J., Honermeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. Agronomy. 2016;6 (3):40.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy6030040>

17. Ерошенко Л. М., Ерошенко А. Н., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А. Селекция инновационных сортов ярового ячменя в условиях центрального Нечерноземья. Зерновое хозяйство России. 2017;(3 (51)):25-28.

Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29385635>

18. Серебрянников Ю. И. Влияние абиотических факторов на массу 1000 зерен сортов ячменя в условиях Канской лесостепи. Вестник КрасГАУ. 2015;(12):96-103.

Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25054278>

References

1. Yakushev V. P., Mikhaylenko I. M., Dragavtsev V. A. *Agrotehnologicheskie i selektsionnye rezervy povysheniya urozhaya zernovyykh kul'tur v Rossii*. [Reserves of agro-technologies and breeding for cereal yield increasing in the Russian Federation]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2015;50(5):550-560. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24846604>
2. Rybas' I. A. *Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovyykh kul'tur*. [Breeding grain crops to increase adaptability]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2016;50(5):517-626. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27298379>
3. Nikiforov V. M., Nikiforov M. I., Mameev V. V. *Urozhaynost' i kachestvo zerna sortov yachmenya v intensivnykh tekhnologiyakh vozdelivaniya*. [Yield and grain quality of spring barley varieties in the intensive cultivation technologies]. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2019;(6 (76)):8-13. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41466919>
4. Zhuchenko A. A. *Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy)*. [Adaptive crop production (ecological and genetic bases)]. Kishinev: Shtiintsa, 1990. 432 p.
5. Bisharev A. A., Shevchenko S. N., Madyakin E. V., Kalyakulina I. A., Dyul'dina M. A., Dvortsova T. V. *Vliyanie agrometeorologicheskikh usloviy na urozhaynost' zerna yarovogo yachmenya v usloviyah Srednego Povolzh'ya*. [The influence of agrometeorological conditions on grain yield of spring barley in the conditions of middle Volga region]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;20(2-4(82)):667-670. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37313255>

6. Postnikov P. A. *Vozdeystvie predshestvennikov i meteorologicheskikh usloviy na urozhaynost' yarovogo yachmenya.* [The influence of predecessors and meteorological conditions on spring barley productivity]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2018;(4):48-53. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35423839>
7. Baykalova L. P., Serebryannikov Yu. I. *Rol' sorta v povyshenii urozhaynosti yachmenya v usloviyah lesostepi Krasnoyarskogo kraya.* [The role of variety in increasing yields of barley in the forest-steppe of Krasnoyarsk region]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2016;(7):167-172. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26273331>
8. Koshelev B. S., Bushukhina L. L. *Ekonomicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya intensivnykh tekhnologiy vyrashchivaniya zernovykh kul'tur v 80-kh godakh KhKh veka v Zapadnoy Sibiri.* [Economic efficiency of intensive technologies of cereal crops cultivation in the 80s of the 20th century in Western Siberia]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Omsk SAU. 2017;(2 (26)):139-146. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29344988>
9. Andreev M. I., Mar'ina-Chernykh O. G. *Vliyanie intensivnykh sistem zemledeliya na pochvennyu biotu.* [Impact of intensive cropping systems on soil biota]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University Chapter «Agriculture. Economics». 2017;3(4(12)):11-15. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32321194>
10. Bingham I. J., Karley A. J., White P. J., Thomas W. T. B., Russell J. R. Analysis of improvements in nitrogen use efficiency associated with 75 years of spring barley breeding. *European Journal of Agronomy.* 2012;42:49-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.10.003>
11. Filenko G. A., Firsova T. I. *Semenovodstvo yachmenya v Rostovskoy oblasti.* [Seed-growing of barley in Rostov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;(4):16-21. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23857047>
12. Popova E. N., Muzafov N. M. *Agroekologicheskaya otsenka vozdelyvaniya yarovykh zernovykh kul'tur v Levoberezhnoy Lesostepi Ukrayny.* [Agroecological assessment of the cultivation of spring grain crops in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2018;(3):115-119. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36000488>
13. Kuznetsova T. E., Levshtanov S. A., Serkin N. V., Nesterenko V. V., Veretel'nikova N. A., Ostanina T. V. *Metody i rezul'taty selektsii yarovogo yachmenya na Kubani.* [Methods and results of spring barley breeding in Krasnodar region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis.* 2015;29(12):20-22. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25279736>
14. Ashiev A. R., Khabibulin K. N., Skulova M. V. *Agroekologicheskaya otsenka novykh liniy soi selektsii «Agrarnogo nauchnogo tsentra «Donskoy».* [Agroecological estimation of the new soybean lines developed in the Agricultural research center «Donskoy»]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2019;(6 (66)):7-11. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41856697>
15. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. *Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoy pshenitsy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Rostovskoy oblasti.* [The study results of the winter soft wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2019;(6 (66)):12-17. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41856698>
16. Macholdt J., Honermeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy.* 2016;6 (3):40. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy6030040>
17. Eroshenko L. M., Eroshenko A. N., Romakin M. M., Eroshenko N. A. *Selektsiya innovatsionnykh sortov yarovogo yachmenya v usloviyah tsentral'nogo Nечernozem'ya.* [Breeding of the innovative varieties of spring barley in the central black earth region]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2017;(3 (51)):25-28. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29385635>
18. Serebryannikov Yu. I. *Vliyanie abioticheskikh faktorov na massu 1000 zeren sortov yachmenya v usloviyah Kanskoy lesostepi.* [The influence of abiotic factors on mass one hundred grains of the barley sort in the Kansk forest-steppe]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2015;(12):96-103. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25054278>

Сведения об авторах

✉ Любовь Михайловна Ерошенко, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрономическая, д. 6, р.п. Новоивановское, г. Одинцово, Московская обл., Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8513-6665>, e-mail: eroshenko.lm@yandex.ru

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: РАСТЕНИЕВОДСТВО / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: PLANT GROWING

Максим Михайлович Ромахин, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, г. Одинцово, Московская обл., Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5691-1020>

Анатолий Николаевич Ерошенко, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, г. Одинцово, Московская обл., Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1468-4207>

Николай Анатольевич Ерошенко, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, г. Одинцово, Московская обл., Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6971-957X>

Иван Александрович Дедушев, научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, г. Одинцово, Московская обл., Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5059-9299>

Виктория Валерьевна Ромахина, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, г. Одинцово, Московская обл., Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9996-4998>

Болдырев Михаил Александрович младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», ул. Агрохимиков, д. 6, р.п. Новоивановское, г. Одинцово, Московская обл., Российская Федерация, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-7421-0321>

Information about the authors

✉ **Lyubov M. Eroshenko**, PhD in Agriculture, leading researcher, Federal Research Center «Nemchinovka», Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoe, Odintsovo, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8513-6665>, e-mail: eroshenko.lm@yandex.ru

Maksim M. Romakhin, PhD in Agriculture, leading researcher, Federal Research Center «Nemchinovka», Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoe, Odintsovo, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5691-1020>

Anatoly N. Eroshenko, PhD in Agriculture, leading researcher, Federal Research Center «Nemchinovka», Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoe, Odintsovo, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-1468-4207>

Nikolai A. Eroshenko, PhD in Agriculture, senior researcher, Federal Research Center «Nemchinovka», Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoe, Odintsovo, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-6971-957X>

Ivan A. Dedushev, researcher, Federal Research Center «Nemchinovka», Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoe, Odintsovo, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5059-9299>

Victoria V. Romakhina, junior researcher, Federal Research Center «Nemchinovka», Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoe, Odintsovo, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-9996-4998>

Mikhail A. Boldyrev, junior researcher, Federal Research Center «Nemchinovka», Agrokhimikov street, 6, Novoivanovskoe, Odintsovo, Moscow region, Russian Federation, 143026, e-mail: mosniish@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-7421-0321>

✉ – Для контактов / Corresponding author

Урожайность и содержание белка в зерне коллекционных образцов озимой тритикале

**© 2021. С. Н. Пономарев, М. Л. Пономарева[✉], Г. С. Маннапова,
Л. В. Илалова**

*Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФИЦ Казанский научный центр РАН, г. Казань, Российская Федерация*

Цель исследования – охарактеризовать образцы озимой тритикале по содержанию белка в зерне и продуктивности, выделить источники высокой белковости и высокой урожайности зерна для вовлечения в селекционный процесс. Экспериментальная работа проводилась в условиях Республики Татарстан в 2013-2017 гг. В полевых испытаниях оценивалась коллекция из 93 сортов озимой тритикале российской селекции, полученная из Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР). Показано широкое генетическое разнообразие изучаемого генофонда по содержанию белка в зерне (11,69...16,15 %) и урожайности зерна (277...579 г/м²). Содержание белка в зерне и урожайность в большей степени определялись условиями выращивания – фактор «год» (58,1 и 61,8 % соответственно) при относительно небольшой доле фактора «генотип» (23,9 и 15,4 % соответственно). Отмечена значительная вариация значений изучаемых показателей как по генотипам, так и по годам. Выделены 19 источников высокого содержания белка в зерне (более 14,5 %) и 17 источников высокой урожайности зерна (более 510 г/м²), показавших достоверное превышение над стандартом Башкирская короткостебельная. Выделена группа образцов с относительно высоким содержанием белка (13,8...14,1 %) и урожайностью выше среднего значения (450...500 г/м²). Наибольшую селекционную ценность среди источников высокой урожайности показали образцы Зимогор, Корнет, Привада, Водолей, 3/9 ohAg 4418, а среди источников высокой белковости – Курская степная, Мир, Студент, Святозар. Перечисленные сортобразцы дополнительно обладали комплексом положительных признаков: высокой продуктивностью колоса, высоконатурным и крупным зерном. У сортов Докучаевский 8 и Привада отмечено благоприятное сочетание достоверно высоких показателей урожайности (542 и 527 г/м² соответственно) и содержания белка в зерне (14,28 и 13,93 %). Выявление достоверной отрицательной корреляции средней силы ($r = -0,682$) между урожайностью и содержанием белка в зерне позволяет рассчитывать на то, что количество белка в зерне можно повысить селекционными методами при относительно высокой или средней урожайности сортов.

Ключевые слова: озимая тритикале (*x Triticosecale Wittmack*), урожайность, белок, генотип, вариация, взаимодействие генотип-год

Благодарность: работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ТатНИИСХ ФИЦ Казанский научный центр РАН (тема №AAAA-A18-118031390148-1).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Пономарев С. Н., Пономарева М. Л., Маннапова Г. С., Илалова Л. В. Урожайность и содержание белка в зерне коллекционных образцов озимой тритикале. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):495-506. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.495-506>

Поступила: 23.04.2021 Принята к публикации: 24.06.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Yield and protein content in grain of winter triticale collection samples

**© 2021. Sergey N. Ponomarev, Mira L. Ponomareva[✉], Gulnaz S. Mannapova,
Lubov V. Ilalova**

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan, Russian Federation

The aim of the study is to characterize winter triticale samples by protein content in grain and productivity, to identify sources of high protein content and high grain yield for use in breeding process. Experimental work was carried out in the conditions of Tatarstan Republic in 2013-2017. The collection of 93 varieties of winter triticale of Russian selection, obtained from the Federal Research Center "All-Russian Institute of Plant Genetic Resources" (VIR) was evaluated in field trials. Wide genetic diversity of the studied gene pool was demonstrated by grain protein content (11,69...16,15 %) and grain yield (277...579 g/m²). Protein content and grain yield were mostly determined by the growing conditions – the factor “year” (58,1 % and 61,8 %, respectively), with a relatively small share of the factor “genotype” (23,9 % and 15,4 %, respectively). Significant variation in the values of the studied indicators, both by genotype and by year, was observed. There were identified 19 sources of high protein content in grain (over 14,5 %) and 17 sources of high grain yield (over 510 g/m²), which showed a

significant excess of the standard Bashkirskaya korotkostebelnaya. A group of samples with a relatively high protein content (13.8 ... 14.1 %) and yield higher than the average value (450...500 g/m²) was identified. The highest breeding value among the sources of high yield was shown by samples Zimogor, Kornet, Privada, Vodoley, 3/9 oh Ag 4418, and among the sources of high protein content - Kurskaya stepnaya, Mir, Student, Svyatozar. The listed variety samples additionally possessed a complex of positive features: high ear productivity, high full-scale weight and large grains. In varieties Dokuchaevsky 8 and Privada there was noted a favorable combination of significantly high levels of yield (542 and 527 g/m², respectively) and protein content in the grain (14.28 and 13.93 %, respectively). The finding of a reliable moderate negative correlation ($r = -0.682$) between yield and grain protein content indicates that grain protein content can be increased by breeding methods at relatively high or medium yields of varieties.

Key words: winter triticale (*x Triticosecale Wittmack*), yield, protein, genotype, variation, genotype-year interaction

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Tatar Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center of RAS (theme No. AAAA-A18-118031390148-1).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Ponomarev S. N., Ponomareva M. L., Mannapova G. S., Ilalova L. V. Yield and protein content in grain of winter triticale collection samples. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021; 22(4): 495-506. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.495-506>

Received: 23.04.2021

Accepted for publication: 24.06.2021

Published online: 26.08.2021

Культура тритикале (*x Triticosecale Wittmack*) стала классическим примером аллополиплоидного гибрида, который содержит два или более различных генома, полученные от близкородственных родов (пшеницы и ржи) [1]. Интенсивная селекционно-генетическая работа привела к значительной инновационной отдаче в виде большого спектра разнообразных сортов этой культуры [2]. Современный генофонд тритикале представлен многочисленными гетероплазматическими представителями трех видов полиплоидного ряда – тетра-, гекса- и октаплоидными формами.

Научные исследования и практический опыт показали высокую эффективность выращивания тритикале для использования на продовольственные, фуражные и сырьевые цели [3, 4, 5]. Современные сорта тритикале, созданные для различных отраслей пищевой промышленности, существенно расширяют ассортимент хлебных и кондитерских изделий, способствуют созданию новых пищевых продуктов. Перспективно применение муки из зерна тритикале в качестве сырья при производстве печенья, бисквитов, кексов, крекеров, а также быстрых завтраков и диетических сортов хлеба. Популярными становятся хлебобулочные изделия, состоящие из нескольких злаков, в том числе с участием зерна тритикале. Еще одна важная сфера использования тритикале – производство комбикормов и

спирта. В Европейском союзе доля тритикале, реализуемая на эти цели, составляет более 80 %¹. Поэтому тритикале имеет все шансы войти в ближайшие годы в перечень ведущих зерновых культур не только в системе интенсивного растениеводства, но и органического земледелия для обеспечения продовольственной безопасности.

Недооцененным в полной мере свойством тритикале является более высокое, чем у пшеницы, содержание белка в зерне и его сбор с единицы площади [6]. Зерно тритикале является ценным высокобелковым кормом с лучшей перевариваемостью, чем зерно пшеницы и ячменя. Содержание белка в зерне обратно коррелирует с его выполненностю, из-за чего селекция на выполненностъ зерна приводит к уменьшению содержания в нем белка, и наоборот [7].

Новизна исследований состоит в поиске ценного для селекции исходного материала озимой тритикале, сочетающего показатели продуктивности и повышенного содержания белка, среди коллекционных образцов этой культуры различного эколого-географического происхождения.

Цель исследования – охарактеризовать образцы озимой тритикале по содержанию белка в зерне и продуктивности, выделить источники высокой белковости и высокой урожайности зерна для дальнейшего вовлечения в селекционный процесс.

¹EU Cereals Supply & Demand. URL: <https://data.europa.eu/data/datasets/cereals-supply-and-demand?locale=en> (дата обращения 20.04.2021).

Материал и методы. Коллекция из 93 сортов озимой тритикале российской селекции, полученная из Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР), оценивалась в полевых испытаниях в 2013-2017 гг. Экспериментальную работу проводили в Татарском НИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН (Республика Татарстан), расположенному на стыке лесной, лесостепной и частично степной физико-географических зон. Посевы размещались на серых лесных почвах в селекционном севообороте по чистому пару. Пахотный горизонт имел следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса – 3,0-3,4 % (ГОСТ 26213-91); pH солевой вытяжки – 6,1-6,5 ед. (ГОСТ 26483-85); содержание щелочно-гидролизуемого азота – 106-118 мг/кг (по Корнфилду); P₂O₅ – 326-357 мг/кг; K₂O – 50,9-92,1 мг/кг (ГОСТ 26207-84); гидролитическая кислотность – 1,5-1,8 ммоль/100 г (ГОСТ 26212-91). При закладке опытов и уходе за ними применяли общепринятую в зоне агротехнику для озимой тритикале.

Анализ высоты растений и массы зерна с колоса проводили у 30 растений каждого образца в сравнении со стандартом Башкирская короткостебельная. Посев осуществляли сеялкой ССФК-8М на делянках площадью 2,5 м² с нормой высева 5 млн всхожих семян/га в двукратной повторности. Сроки сева – оптимальные (29 августа - 3 сентября). Урожайность определяли путем взвешивания зерна с делянки после прямого комбайнирования. Зимостойкость оценивали полевым методом по 5-балльной шкале в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию (0 баллов – гибель, 5 баллов – отлично). Массу 1000 зерен и натуру зерна устанавливали соответственно ГОСТ 10842-89 и ГОСТ 10840-2017. Содержание белка определяли на инфракрасном анализаторе Инфратек-1275FOSS. Результаты исследований обрабатывали методами дисперсионного и регрессионного анализов с использованием пакета программ Excel.

В годы проведения исследований продолжительность вегетации и ее отдельных фаз значительно различались. В 2013...2016 гг. вегетационный период составил 319-335 дней, в 2017 г. – 349 дней. Самое раннее возобновление весенней вегетации растений отмечено

в 2016 г. – 8 апреля, а самое позднее в 2017 г. – 26 апреля. В 2013...2015 гг. начало активной вегетации озимой тритикале приходилось на 2 декаду апреля. Наступление полной спелости зерна в 2013 и 2016 гг. отмечали в конце 2-й декады июля, в 2014 и 2015 гг. – в 3-й декаде июля, а в 2017 г. – в начале 2-й декады августа. Общая продолжительность созревания зерна достаточно сильно варьировалась по годам в пределах 21-40 суток.

Анализ температурного режима и влагообеспеченности весенне-летних месяцев вегетационного периода (табл. 1) позволил выделить 2016 и 2017 годы как альтернативные по метеорологическим условиям. Первый стал самым теплым с наибольшей суммой эффективных температур выше +5 °C (на 122 °C больше нормы) и наименьшей суммой осадков (41 % от среднемноголетнего количества). Условия 2017 г. характеризовались прохладной погодой в июне и жаркой в июле (сумма эффективных температур за 2 месяца почти достигла нормы – 813 °C) и большим количеством осадков (сумма осадков за 2 месяца составила 133 % от среднемноголетней). В итоге, согласно оценке ГТК по Г. Т. Селянинову, 2016 г. охарактеризован как засушливый (0,43), а 2017 – избыточно увлажненный (1,44).

Результаты и их обсуждение. Изученный набор отечественных коллекционных образцов озимой тритикале характеризовался большой изменчивостью как по содержанию белка в зерне (СБЗ), так и по урожайности зерна (УЗ) (табл. 2). Содержание белка в зерне было наименьшим в 2016 г. (11,65 %), а наибольшим в 2015 г. (15,84 %). Среднее за 2013-2017 гг. СБЗ составило 13,46 %. Коэффициент межсортовой вариации в годы исследований колебался в небольших пределах 7,4...11,0 %.

Средние показатели урожайности значительно изменялись в зависимости от года исследования, что свидетельствует о существенном влиянии погодных условий на формирование продуктивности. Так, средняя урожайность по всем коллекционным образцам варьировала в пределах от 287,5 (2014 г.) до 683,6 г/м² (2017 г.), при этом среднее значение признака за 2013-2017 гг. составило 443,8 г/м² (табл. 2). Относительно низкий коэффициент межсортовой вариации был отмечен в 2015 и 2017 гг. (15,4 и 17,8 % соответственно). В остальные годы он составлял 23-31 %.

**Таблица 1 – Характеристика весенне-летних месяцев вегетационного периода (апрель-август) /
Table 1 – Characteristics of spring-summer months of the growing season (April-August)**

<i>Показатель / Indicator</i>	<i>Норма / Norma</i>	<i>2013 г.</i>	<i>2014 г.</i>	<i>2015 г.</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>
Средняя температура воздуха, °C / Average air temperature, °C:						
Апрель / April	4,1	5,5	3,1	4,3	7,8	4,5
Май / May	12,9	14,2	16,3	17,8	15,1	10,2
Июнь / June	17,1	20,1	17,5	20,9	18,7	15,1
Июль / July	19,5	20,0	18,8	19,2	21,9	21,4
Август / August	17,3	19,6	18,6	16,8	23,7	18,9
Сумма эффективных температур выше +5 °C (июнь-июль) / Sum of effective temperatures above +5 °C (June-July).	814	920	803	918	936	813
Сумма осадков (июнь-июль), мм / Amount of precipitation (June-July), mm	121	118	89	155	50	161
ГТК (июнь-июль) / Hydrothermal coefficient (June-July)	1,09	0,95	0,82	1,28	0,43	1,44

**Таблица 2 – Урожайность и содержание белка в зерне коллекционных образцов озимой тритикале (n = 93) /
Table 2 – Yield and protein content in grain of collection samples of winter triticale (n = 93)**

<i>Признак / Trait</i>	<i>2013 г.</i>	<i>2014 г.</i>	<i>2015 г.</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>
Содержание белка в зерне, % / Grain protein content, %	13,09	14,17	15,84	11,65	12,55	13,46
Коэффициент вариации содержания белка, % / Coefficient of variation of protein content, %	11,0	9,4	7,4	8,5	10,0	7,5
Урожайность, г/м ² / Yield, g/m ²	455,3	287,5	422,6	369,9	683,6	443,8
Коэффициент вариации урожайности, % / Coefficient of variation of yield, %	23,3	30,3	15,4	30,7	17,8	15,0

Проведённый дисперсионный анализ двухфакторного опыта по содержанию белка в зерне (табл. 3) и урожайности зерна (табл. 4) подтверждает наличие значимых частных различий по факторам «генотип», «год» и их взаимодействия на изменчивость этих признаков. Наибольшее влияние на изменчивость обоих

признаков оказывал фактор «год» – 58,1 и 61,8 % соответственно. Влияние генотипа на изменчивость СБЗ составило 23,9 %, на УЗ – 15,4 %. Существенная доля влияния генотипа на изменчивость признаков делает возможным выделение источников высокой белковости и урожайности в изученном генофонде.

Таблица 3 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа содержания белка в зерне коллекционных образцов озимой тритикале /

Table 3 – Results of two-way ANOVA analysis of grain protein content of winter triticale collection samples

<i>Источник вариации / Source of variability</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F_{факт.} / F_{fact.}</i>	<i>F_{крит.} / F_{tab.}</i>	<i>Доля, % / Share, %</i>
Общая / General	4051,69	-	-	-	-	-
Повторности / Repetitions	121,82	-	-	-	-	-
Варианты / Variants	3828,35	-	-	-	-	-
Генотип / Genotype	966,71	92	10,508	48,03*	2,69	23,9
Год / Year	2353,40	4	588,351	2689,12*	2,53	58,1
Взаимодействие / Interaction	508,24	368	1,381	6,31*	1,93	12,5
Ошибка / Error	101,52	464	0,219	-	-	-

* различия достоверны при $p \leq 0,05$, /* differences are significant at $p \leq 0,05$

**Таблица 4 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности коллекционных образцов озимой тритикале /
Table 4 – Results of two-way ANOVA analysis of the yield of winter triticale collection samples**

<i>Источник вариации / Source of variability</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F_{факт.} / F_{fact.}</i>	<i>F_{крит.} / F_{tab.}</i>	<i>Доля, % / Share, %.</i>
Общая / General	26486291	929	-	-	-	-
Повторности / Repetitions	261197	1	-	-	-	-
Варианты / Variants	25728820	464		-	-	-
Генотип / Genotype	4070099	92	44240,2	41,4*	1,30	15,4
Год / Year	16367768	4	4091942,9	3825,8*	2,40	61,8
Взаимодействие / Interaction	5290953	368	14378,6	13,4*	1,00	20,0
Ошибка/ Error	496274	464	1069,6	-	-	-

* различия достоверны при $p \leq 0,05$, /* differences are significant at $p \leq 0,05$

Урожайность зерна и содержание белка в зерне озимой тритикале – это признаки, определяемые множеством генов, которые вызывают изменение характеристик генотипа в зависимости от условий культивирования. Именно поэтому в программах селекции тритикале в центре внимания находятся генотип-средовые взаимодействия [8, 9]. Многолетние испытания генотипов тритикале в нескольких средах (при различных погодных условиях или разных экологических точках) позволяют идентифицировать лучшие сорта как исходный материал для селекции [10].

В наших исследованиях доля влияния взаимодействия «генотип×год» по урожайности зерна составила 20,0 %, а по содержанию белка в зерне – 12,5 % (см. табл. 3 и 4). Следовательно, по урожайности есть шанс выбрать среди изученных генотипов более интенсивно реагирующие на улучшение условий возделывания, чем остальные. Также можно говорить и о том, что по СБЗ изученные коллекционные образцы, обладая более низкой нормой реакции генотипов на изменения среды, не будут сильно отличаться своими рангами в разные годы изучения.

Гистограммы распределения коллекционных образцов по изучаемым признакам на 7 классов представлены на рисунке 1. По содержанию белка в зерне низкими значениями характеризовались 24 генотипа – 11,65...12,95 %, 43 образца сгруппировались вокруг среднего значения по опыту в интервале 12,95...14,25 %, 16 образцов имели повышенное содержание белка в зерне – 14,25...14,90 %, а 10 образцов – высокое (14,90...16,20 %). Распределение по урожайности было следующим: 7 сортов сформировали низкую урожайность в ин-

тервале 250...350 г/м², 15 сортов – пониженную 350...400 г/м², 51 сорт – среднюю 400...500 г/м² и 20 сортов – высокую урожайность 500...600 г/м².

Содержание белка в зерне тритикале является одним из важных критериев качества, так как с ним связаны питательные и кормовые достоинства культуры [11, 12, 13]. Сорта первого периода селекции этой культуры имели значительные дефекты зерновки, в связи с чем количество белка варьировало в широких пределах 11,7...22,5 % [14]. Однако по мере повышения выполненности зерна содержание белка снижалось, особенно, если речь шла о сортах тритикале с урожайностью 10 т/га и более [15, 16]. В литературе признается очевидным тот факт, что повышение УЗ тритикале, равно как и у других злаков, как правило, сопровождается значимым снижением СБЗ [17, 18]. Принимая во внимание важное значение обоих признаков как в селекционном плане, так и в хозяйственном применении, важно выяснить характер их сопряженности. Проведенные корреляционный и регрессионный анализ показали между двумя признаками достоверную отрицательную зависимость средней силы $r = -0,682$ ($s_r = 0,077$, $t_r = 8,86$, $t_{05} = 1,99$). Согласно уравнению регрессии $y = -0,0105x + 18,327$ (рис. 2), можно говорить, что в исследуемом генофонде проявляется общая тенденция снижения содержания белка в зерне на 1,05 % при увеличении урожайности образцов на 100 г/м². Коэффициент детерминации ($R^2 = 0,4656$) указывает на то, что примерно 47 % межсортовой изменчивости содержания белка в зерне обусловлено изменениями урожайности образцов. В связи с этим возникает вопрос о направлениях

генетического улучшения сортов тритикале либо путем преодоления отрицательной взаимосвязи между УЗ и СБЗ, либо за счет повышения сбора белка с единицы площади

[19, 20]. На рисунке 2 показано наличие значительного разброса точек, характеризующих положение сортов на графике относительно общего тренда.

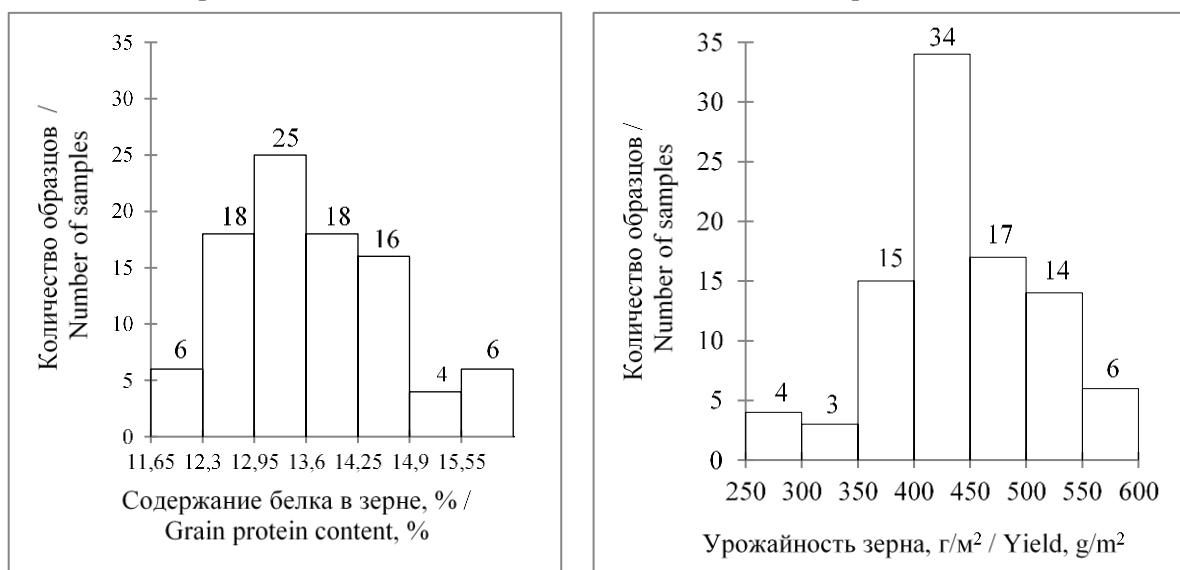


Рис. 1. Распределение коллекционных образцов озимой тритикале по содержанию белка в зерне и урожайности (среднее за 2013-2017 гг.) /

Fig. 1. Distribution of winter triticale collection samples by grain protein content and yield (average for 2013-2017)

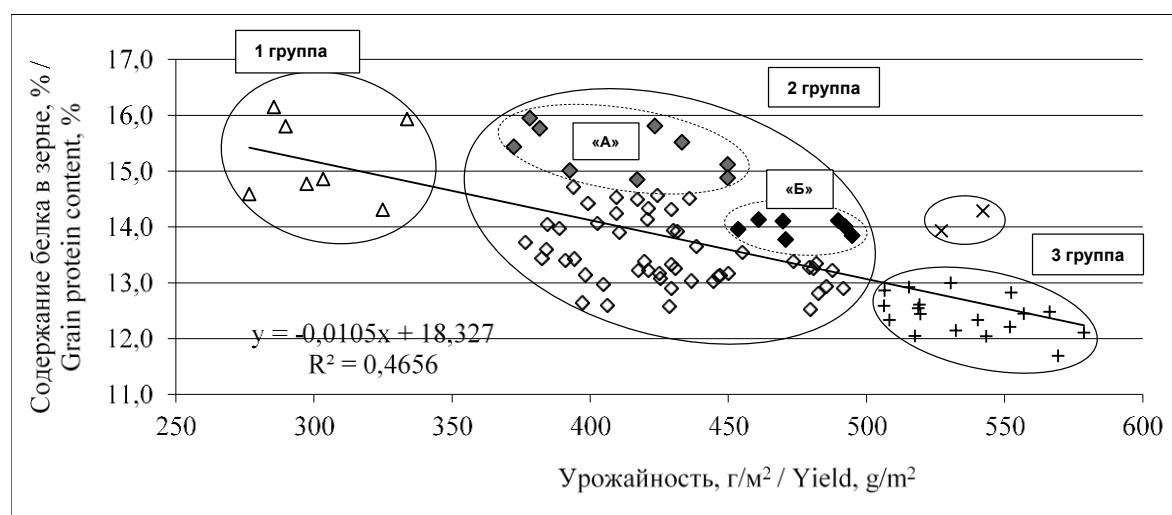


Рис. 2 – Взаимосвязь признаков «содержание белка в зерне» и «урожайность» коллекционных образцов озимой тритикале (среднее за 2013-2017 гг.) /

Fig. 2 – Relationship of grain protein content and yield of winter triticale collection samples (average for 2013-2017)

В первую очередь заметно выделяется группа из 7 сортов, находящихся в верхнем левом углу графика (1 группа). Они обладают очень высоким содержанием белка в зерне (14,31...16,15 %), но крайне низкой урожайностью (277...334 г/м²). Далее следует обширная группа образцов, которая характеризуется значительной амплитудой изучаемых показа-

телей относительно центральной тенденции (2 группа). Границы данной области размещения сортов обозначены следующими значениями признаков: содержание белка 12,53...15,94 %, урожайность 372...495 г/м². В этой группе сортов имеются 9 высокобелковых образцов подгруппы «А» (14,85...15,94 %), однако урожайность у них также, как и у первой

группы, остается либо ниже средней по опыту, либо приближается к среднему уровню ($372\ldots450 \text{ г}/\text{м}^2$). Тем не менее и среди второй группы можно выделить 7 образцов (подгруппа «Б»), обладающих показателями признаков выше среднего значения как по содержанию белка ($13,77\ldots14,13 \%$), так и по урожайности ($454\ldots495 \text{ г}/\text{м}^2$). Третья группа, разместившаяся в нижнем правом углу графика, состоит из 20 образцов. В целом они характеризуются очень высокой урожайностью ($506\ldots579 \text{ г}/\text{м}^2$), но крайне низким содержанием белка ($11,69\ldots13,0 \%$). Исключение составляют 2 образца (Привада и Докучаевский 8), примыкающие к 3 группе. Их уникальность заключается в том, что они сочетают в себе высокую урожайность (527 и $542 \text{ г}/\text{м}^2$ соответственно) и относительно высокую белковость зерна ($13,93$ и $14,28 \%$).

Проведенный анализ свидетельствует, что в наших исследованиях между содержанием белка в зерне и урожайностью имеется

средняя отрицательная корреляционная связь, на силу и направленность которой косвенным образом влияют также и другие признаки и свойства образцов. Отсутствие высокой сопряженности между УЗ и СБЗ позволяет рассчитывать на то, что содержание белка в зерне можно повысить селекционными методами при относительно высокой или средней урожайности сортов.

При поиске источников высокой белковости в качестве нижнего порога СБЗ нами выбрано значение $14,5 \%$. Такому критерию соответствовали 19 образцов, или $1/5$ часть изученного генофонда (табл. 5). За годы исследования 17 образцов тритикале со средней урожайностью более $510 \text{ г}/\text{м}^2$ имели достоверное превышение над стандартным сортом Башкирская короткостебельная ($482 \text{ г}/\text{м}^2$), что позволяет нам рассматривать их в качестве источников высокой продуктивности.

Таблица 5 – Источники высокого содержания белка в зерне и высокой урожайности коллекционных образцов озимой тритикале (2013-2017 гг.) /

Table 5 – Sources of high grain protein content and high yield of winter triticale collection samples (2013-2017)

<i>Признак / Trait</i>	<i>Источник / Source</i>
Содержание белка в зерне более $14,5 \%$ / Grain protein content more than 14.5%	ПРАГ Д 426, Алтайская 4, 9 АД 1102, Ставропольский 5, 5 ohAg 3484, Алтайская 3, Конвейер, Курская степная, Мир, Сибирский, Студент, ПРАГ Д454, Аграф, 3 ohAg 3690, ПРАГ 456, Аккорд, Торнадо, Святозар, Союз / PRAG D 426, Altajskaya 4, 9 AD 1102, Stavropol'skij 5, 5 ohAg 3484, Altajskaya 3, Konvejer, Kurskaya stepnaya, Mir, Sibirskij, Student, PRAG D454, Agraf, 3 ohAg 3690, PRAG 456, Akkord, Tornado, Svyatozar, Soyuz
Урожайность зерна более $510 \text{ г}/\text{м}^2$ / Grain yield more than $510 \text{ g}/\text{m}^2$	Топаз, Зимогор, Вокализ, 3/9 ohAg 4418, Докучаевский 12, Трибун, Корнет, Докучаевский 8, Бард, Скиф, Капрал, Привада, Водолей, Консул, Каприз, Цекад 90, Алмаз / Topaz, Zimogor, Vokaliz, 3/9 ohAg 4418, Dokuchaevskij 12, Tribun, Kornet, Dokuchaevskij 8, Bard, Skif, Kapral, Privada, Vodolej, Konsul, Kapriz, Cekad 90, Almaz
Содержание белка в зерне $13,8\ldots14,1 \%$ / Grain protein content $13.8\ldots14.1\%$	СНТ 13/94, Саргай, Авангард, Линия 14, Устинья, ТИ-17, Доктрина 110 /
Урожайность зерна $450\ldots500 \text{ г}/\text{м}^2$ / Grain yield $450\ldots500 \text{ g}/\text{m}^2$.	SNT 13/94, Sargau, Avangard, Liniya 14, Ustin'ya, TI-17, Doctrina 110

К сожалению, среди выделенных источников не обнаружены образцы, сочетающие одновременно как высокую УЗ, так и высокое СБЗ. Это усложняет селекционный процесс, так как для достижения поставленной цели требуется проведение сложных и ступенчатых скрещиваний, а также длительное изучение и отбор генотипов среди гибридного потомства. В связи с этим, нами дополнительно

выделена группа образцов с относительно высоким содержанием белка ($13,8\ldots14,1 \%$) и урожайностью выше среднего значения ($450\ldots500 \text{ г}/\text{м}^2$).

В таблице 6 приведена хозяйствственно-биологическая характеристика источников высокого содержания белка в зерне. Все источники достоверно уступили стандарту по урожайности зерна на $32\ldots205 \text{ г}/\text{м}^2$ (или на

6,6...42,5 %) и по зимостойкости на 0,19...1,12 балла (или на 4,3...25,5 %). По высоте растений также превалируют достоверно более высокие, чем стандарт, образцы, относящиеся к среднерослой (97...113 см) и высокорослой группам (121...131 см) – 12 генотипов. Исключение составили 6 источников с ультракоротким и коротким стеблем (5 ohAg 3484, 3 ohAg 3690, ПРАГ Д454, ПРАГ 456, Мир, Союз). По признаку «масса зерна с колоса» 9 источников были существенно меньше, чем стандарт, на 0,27...1,01 г, а 6 источников достоверно превысили его на 0,23...1,08 г

(Мир, Сибирский, Студент, Торнадо, Святозар, Союз). По признаку «масса 1000 зерен» подавляющее большинство образцов отличались более крупным зерном по сравнению со стандартом (42,6...52,4 г), по признаку «натура зерна», наоборот, превалировали образцы с низкими значениями (614...666 г/л). Только у сортов Ставропольский 5 и Святозар натура зерна была значимо больше, чем у стандарта (709 и 696 г/л соответственно). Содержание белка в зерне у всех источников высокой белковости было существенно выше, чем у стандарта, на 1,15...2,80 %.

Таблица 6 – Характеристика источников высокого содержания белка в зерне по хозяйственным и биологическим признакам (среднее за 2013-2017 гг.) /

Table 6 – Characteristics of sources of high protein content in grain by economic and biological traits (average for 2013-2017)

<i>Образец / Sample</i>	Урожайность зерна, $\text{г}/\text{м}^2$ / Grain yield, g/m^2	Зимостойкость, балл / Winter hardiness, score	Высота растений, см / Plant height, cm	Масса зерна с колоса, г / Grain weight per ear, g	Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g	Натура зерна, $\text{г}/\text{л}$ / Full-scale weight of grain, g/l	Содержание белка, % / Protein content, %
Башкирская короткостебельная (ст.) / Bashkirskaya korotkostebelnaya (st.)	482	4,40	87	2,19	38,7	683	13,35
ПРАГ Д 426/ PRAG D 426	286*	3,81*	107*	1,18*	36,8	655*	16,15*
Алтайская 4 / Altajskaya 4	378*	4,03*	121*	2,14	37,3	656*	15,94*
9 АД 1102	334*	3,79*	98*	1,50*	44,6*	678	15,93*
5 ohAg 3484	290*	3,40*	65*	1,56*	45,3*	614*	15,80*
Ставропольский 5/ Stavropol'skij 5	423*	3,97*	123*	1,74*	37,1	709*	15,80*
Алтайская 3 / Altajskaya 3	382*	4,12*	127*	1,92*	45,5*	665*	15,76*
Конвейер / Konvejer	433*	4,09*	90	2,14	46,6*	655*	15,51*
Курская степная / Kurskaya stepnaya	372*	3,81*	97*	1,89*	46,4*	688	15,43*
Мир / Mir	450*	3,95*	85	2,82*	49,0*	664*	15,12*
Сибирский / Sibirskij	393*	4,08*	100*	2,62*	43,7*	648*	15,01*
Студент/ Student	450*	3,95*	106*	2,42*	44,7*	665*	14,88*
ПРАГ Д 454 / PRAG D 454	303*	3,55*	83*	1,69*	37,6	673	14,86*
Аграф / Agraf	417*	4,21*	125*	2,08	39,5	652*	14,85*
3 ohAg 3690	297*	3,53*	72*	1,70*	42,9*	619*	14,77*
ПРАГ 456 / PRAG 456	277*	3,28*	83*	1,89*	35,8*	673	14,59*
Аккорд / Akkord	424*	4,01*	130*	2,34	42,6*	666*	14,58*
Торнадо / Tornado	409*	4,08*	131*	2,46*	42,8*	672	14,53*
Святозар / Svyatozar	436*	3,88*	113*	3,27*	52,4*	696*	14,53*
Союз / Soyuz	417*	3,72*	83*	2,62*	46,3*	655*	14,50*
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	29	0,14	4	0,21	2,4	12	0,41

* различия достоверны в сравнении со стандартом при $p \leq 0,05$ / * differences are significant in comparison with the standard at $p \leq 0,05$

Характеристика источников высокой УЗ представлена в таблице 7. Все они значимо превышают стандарт по урожайности зерна на 33...97 г/м² (или на 6,8...20,1 %), а по зимостойкости большая часть достоверно уступает ему на 0,17...0,48 балла (или на 3,9...10,9 %). Исключение составили 5 источников (Цекад 90, Докучаевский 8, Докучаевский 12, Корнет и Капрал), которые по зимостойкости достигли уровня стандарта (4,29...4,46 балла). По высоте растений большая часть образцов относится к группе короткостебельных сортов (78-98 см). По признакам «масса зерна с колоса», «масса 1000 зерен» и «натура зерна» достоверно более

высокие значения по сравнению со стандартом отмечены у 15, 14 и 7 источников (2,48...3,09 г, 42,3...48,0 г и 696...719 г/л, у стандарта – 2,19 г, 38,7 г и 683 г/л соответственно). Наилучшими показателями характеризовались Топаз, Зимогор, 3/9 ohAg 4418, Докучаевский 12, Корнет, Привада, Водолей. Содержание белка в зерне у большинства источников высокой урожайности было существенно ниже стандарта на 0,43...1,66 %. Исключение составили 3 образца, у которых этот ценный показатель качества был значимо больше или на уровне стандарта: Докучаевский 8 – 14,28 %, Привада – 13,93 % и Капрал – 13,00 %.

Таблица 7 – Характеристика источников высокой урожайности по хозяйственным и биологическим признакам (среднее за 2013-2017 гг.) /

Table 7 – Characteristics of sources of high yield by economic and biological traits (average for 2013-2017)

<i>Образец / Sample</i>	<i>Урожайность зерна, г/м² / Grain yield, g/m</i>	<i>Зимостойкость, балл / Winter hardiness, score</i>	<i>Высота растений, см / Plant height, cm</i>	<i>Масса зерна с колоса, г / Grain weight per ear, g</i>	<i>Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g</i>	<i>Натура зерна, г/л / Full-scale weight of grain, g/l</i>	<i>Белок, % / Protein, %</i>
Башкирская короткостебельная (ст) / Bashkirskaya korotkostebelnaya (st)	482	4,40	87	2,19	38,7	683	13,35
Топаз / Topaz	579*	4,04*	88	3,04*	47,7*	672	12,11*
Зимогор / Zimogor	569*	4,09*	89	2,97*	43,3*	705*	11,69*
Вокализ / Vokaliz	566*	4,22*	94*	2,59*	44,6*	696*	12,48*
3/9 ohAg 4418	557*	4,13*	92*	3,09*	48,0*	688	12,45*
Трибун / Tribun	552*	3,93*	78*	2,73*	45,4*	647*	12,21*
Докучаевский 12/ Dokuchaevskij 12	552*	4,30	90	2,55*	45,5*	696*	12,82*
Корнет / Kornet	543*	4,29	95*	2,98*	46,9*	688	12,04*
Докучаевский 8 / Dokuchaevskij 8	542*	4,45	92*	2,37	39,1	677	14,28*
Бард / Bard	540*	4,23*	87	2,64*	42,3*	697*	12,33*
Скиф / Skif	532*	3,92*	73*	2,54*	39,9	674	12,14*
Капрал / Kapral	531*	4,28	98*	2,71*	43,6*	686	13,00
Привада / Privada	527*	4,20*	111*	2,70*	48,0*	719*	13,93*
Водолей / Vodolej	520*	4,07*	101*	2,48*	46,9*	715*	12,44*
Каприз / Kapriz	519*	4,18*	89	2,60*	43,6*	703*	12,54*
Консул / Konsul	519*	4,06*	94*	2,54*	45,8*	684	12,61*
Цекад 90 / Cekad 90	518*	4,46	96*	2,15	35,9	693	12,05*
Алмаз / Almaz	515*	3,96*	91	2,74*	42,5*	692	12,92*
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	29	0,14	4	0,21	2,4	12	0,41

* различия достоверны в сравнении со стандартом при $p \leq 0,05$ / * differences are significant in comparison with the standard at $p \leq 0,05$

Выходы. Пятилетнее исследование коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения в контрастные по метеоусловиям годы позволило объективно и всесторонне оценить исходный материал, вовлекаемый в селекционную работу. Показано широкое генетическое разнообразие изучаемого генофонда озимой тритикале, состоящего из 93 образцов отечественного происхождения, по содержанию белка в зерне (11,69...16,15 %) и урожайности (277...579 г/м²). Дисперсионный анализ степени влияния генотипа и условий года на проявление этих признаков показал зависимость результатов от разнообразия изучаемых образцов и контрастности погодных условий. Содержание белка в зерне и урожайность в большей степени определялись условиями выращивания – фактор «год» (58,1 и 61,8 % соответственно) при относительно небольшой доле фактора «генотип» (23,9 и 15,4 % соответственно). Отмечена значительная вариация значений изучаемых показателей как по генотипам, так и по годам.

Выделены 19 источников высокого содержания белка в зерне (более 14,5 %) и 17 источников высокой урожайности зерна (более 510 г/м²), показавших достоверное превышение над стандартом Башкирская короткостебельная. Наряду с этим дополнительно выделена группа образцов с относительно высоким содержанием белка (13,8...14,1 %) и урожайностью выше среднего значения (450...500 г/м²).

Наибольшую селекционную ценность среди источников высокой урожайности показали образцы Зимогор, Корнет, Привада, Водолей, 3/9 ohAg 4418, а среди источников высокой белковости – Курская степная, Мир, Студент, Святозар. Наряду с вышеназванными ценностями свойствами, они дополнительно обладали комплексом положительных признаков: высокой продуктивностью колоса, высоконатурным и крупным зерном. У сортов Докучаевский 8 и Привада отмечено благоприятное сочетание достоверно высоких показателей урожайности (542 и 527 г/м² соответственно) и содержания белка в зерне (14,28 и 13,93 %).

Список литературы

1. Mergoum M., Singh P. K., Peña R. J., Lozano-del Río A. J., Cooper K. V., Salmon D. F., Gómez Macpherson H. Triticale: a «new» crop with old challenges. Cereals. Springer, New York, NY, 2009. Vol. 3. pp. 267-287. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-72297-9_9
2. Грабовец А. И. Тритикале – итоги селекции и проблемы использования. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019;(1):32-36. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/1/32-36>
3. Крохмаль А. В., Грабовец А. И., Гординская Е. А., Фомичева А. А. Результаты селекции озимого тритикале на продуктивность и адаптивность на Дону. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019;(2(76)):67-69. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38195029>
4. Ториков В. Е., Шпилев Н. С., Мамеев В. В., Яценков И. Н. Сравнительная характеристика качества зерна сортов озимой тритикале, выращиваемых на юго-западе России. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019;(2 (172)):49-56. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38246133>
5. Salmon D. F., Mergoum M., Gomez-Macpherson H. Triticale production and management. Triticale improvement and production. 2004;179:27-32. URL: <http://www.fao.org/3/y5553e/y5553e.pdf>
6. Грабовец А. И., Бирюков К. Н., Фоменко М. А. Сравнительная характеристика урожайности и количества белка в зерне сортов озимой пшеницы и тритикале на Дону. Земледелие. 2020;7:25-29. DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10705>
7. Пучкова Л. И., Поландова Р. Д., Матвеева И. В. Технология хлеба. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Ч. 1. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. С. 23-52.
8. Motzo R., Giunta F., Deidda M. Factors affecting the genotype – environment interaction in spring triticale grown in a Mediterranean environment. Euphytica. 2001;121:317-324. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1012077701206>
9. Purchase J. L., Hatting H., van Deventer C. S. Genotype – environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance. S Afr J Plant Soil 2000;17(3):101-107. DOI: <https://doi.org/10.1080/02571862.2000.10634878>
10. Goyal A., Beres B. L., Randhawa H. S., Navabi A., Salmon D. F., Eudes F. Yield stability analysis of broadly adaptive triticale germplasm in southern and central Alberta, Canada, for industrial end-use suitability. Can J Plant Sci. 2011;91:125-135. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps10063>
11. Rachwał A. Triticale in poultry feed. Poultry Breeding. 2010;5:6-11
12. Kokoszyński D., Bernacki Z., Korytkowska H., Wilkanowska A. Effect of different feeding regimens for game pheasants on carcass composition, fatty acid profile and mineral content of meat. Europ Poult Sci. 2014;78:1-11. URL: https://www.researchgate.net/publication/286644524_Effect_of_different_feeding_regimens_for_game_pheasants_on_carcass_composition_fatty_acid_profile_and_mineral_content_of_meat

13. Djekic V., Mitrovic S., Milovanovic M., Djuric N., Kresovic B., Tapanarova A., Djermanovic V., Mitrovic M. Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals. *Afr J Biotechnol.* 2011;10(30):5697-5704. URL: <https://www.researchgate.net/publication/258540904> *Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals*
14. Виллегас У., Бауэр Р. Содержание белка и лизина у улучшенных форм тритикале. В сб.: Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком М.: Колос, 1978. С. 162-167.
15. Grabovets A. I., Krokhmal A. V., Dremucheva G. F., Karchevskaya O. E. Breeding triticale for the baking purpose. *Russian agricultural sciences.* 2013;39(3):197-202. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068367413030087>
16. Щипак Г. В. Тритикале пшениця: селекція на адаптивність, урожайність, якість. Київ: АТОПОЛ, 2019. 467 с.
17. Крупнова О. В. О взаимосвязи урожайности с содержанием белка в зерне у зерновых и бобовых культур (обзор литературы). *Сельскохозяйственная биология.* 2009;44(3):13-23.
18. Gebre Mariam H., Larter E. N. Genetic response to index selection for grain yield, kernel weight and per cent protein in four wheat crosses. *Plant Breed.* 1996;115(6):459-464. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0523.1996.tb00957.x>
19. Fowler D. B. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. *Agr. J.* 2003;95(2):260-265. URL: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2134/agronj2003.2600>
20. Asseng S., Milroy S. P. Simulation of environmental and genetic effects on grain protein concentration in wheat. *Eur. J. Agronomy.* 2006;25(2):119-128. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030106000438>

References

1. Mergoum M., Singh P. K., Peña R. J., Lozano-del Río A. J., Cooper K. V., Salmon D. F., Gómez Macpherson H. Triticale: a «new» crop with old challenges. *Cereals.* Springer, New York, NY, 2009. Vol. 3. pp. 267-287. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-72297-9_9
2. Grabovets A. I. *Triticale – itogi selektsii i problemy ispol'zovaniya.* [Triticale - results of selection and issues of use]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2019;(1):32-36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/1/32-36>
3. Krokhmal A. V., Grabovets A. I., Gordinskaya E. A., Fomicheva A. A. *Rezul'taty selektsii ozimogo tritikale na produktivnost' i adaptivnost' na Donu.* [Effect of the results of winter durum wheat selection on the crop yields and adaptability in the Don region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019;(2(76)):67-69. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38195029>
4. Torikov V. E., Shpilev N. S., Mameev V. V., Yatsenkov I. N. *Sravnitel'naya kharakteristika kachestva zerna sortov ozimoy tritikale, vyrashchivaemykh na yugo-zapade Rossii.* [Comparative characteristics of grain quality of winter triticale varieties grown in the south-west of Russia]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2019;(2 (172)):49-56. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38246133>
5. Salmon D. F., Mergoum M., Gomez-Macpherson H. Triticale production and management. Triticale improvement and production. 2004;179:27-32. URL: <http://www.fao.org/3/y5553e/y5553e.pdf>
6. Grabovets A. I., Biryukov K. N., Fomenko M. A. *Sravnitel'naya kharakteristika urozhaynosti i kolichestva belka v zerne sortov ozimoy pshenitsy i tritikale na Donu.* [Comparative characteristics of yield and protein content in winter wheat and triticale grain in the Don region]. *Zemledelie.* 2020;7:25-29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10705>
7. Puchkova L. I., Polandova R. D., Matveeva I. V. *Tekhnologiya khleba. Tekhnologiya khleba, konditerskikh i makaronnykh izdeliy.* [Bread technology. Technology of bread, confectionery and pasta products]. Part. 1. Saint-Petersburg: GIORD, 2005. pp. 23-52.
8. Motzo R., Giunta F., Deidda M. Factors affecting the genotype –environment interaction in spring triticale grown in a Mediterranean environment. *Euphytica.* 2001;121:317-324. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1012077701206>
9. Purchase J. L., Hatting H., van Deventer C. S. Genotype – environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in South Africa: II. Stability analysis of yield performance. *S Afr J Plant Soil* 2000;17(3):101-107. DOI: <https://doi.org/10.1080/02571862.2000.10634878>
10. Goyal A., Beres B. L., Randhawa H. S., Navabi A., Salmon D. F., Eudes F. Yield stability analysis of broadly adaptive triticale germplasm in southern and central Alberta, Canada, for industrial end-use suitability. *Can J Plant Sci.* 2011;91:125-135. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps10063>
11. Rachwał A. Triticale in poultry feed. *Poultry Breeding.* 2010;5:6-11.
12. Kokoszyński D., Bernacki Z., Korytkowska H., Wilkanowska A. Effect of different feeding regimens for game pheasants on carcass composition, fatty acid profile and mineral content of meat. *Europ Poult Sci.* 2014;78:1-11. URL: <https://www.researchgate.net/publication/286644524> *Effect of different feeding regimens for game pheasants on carcass composition fatty acid profile and mineral content of meat*

13. Djekic V., Mitrovic S., Milovanovic M., Djuric N., Kresovic B., Tapanarova A., Djermanovic V., Mitrovic M. Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals. Afr J Biotechnol. 2011;10(30):5697-5704. URL: <https://www.researchgate.net/publication/258540904> Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals
14. Villegas U., Bauer R. *Soderzhanie belka i lizina u uluchshennykh form tritikale*. [Protein and lysin content in improved triticale forms]. V sb.: *Tritikale – pervaya zernovaya kul'tura, sozdannaya chelovekom*. [In collection: Tritikale is the first grain crop developed by a man]. Moscow: *Kolos*, 1978. pp. 162-167.
15. Grabovets A. I., Krokhmal A. V., Dremucheva G. F., Karchevskaya O. E. Breeding triticale for the baking purpose. Russian agricultural sciences. 2013;39(3):197-202. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1068367413030087>
16. Shchipak G. V. *Tritikalei pshenitsya: selektsiya na adaptivnist', urozhaynist', yakist'*. [Tritikalei pshenicya: breeding for adaptability, yield, quality]. Kiiv: *ATOPOL*, 2019. 467 p.
17. Krupnova O. V. *O vzaimosvyazi urozhaynosti s soderzhaniem belka v zerne u zernovykh i bobovykh kul'tur (obzor literatury)*. [About relationships between the grain yield and grain protein in cereals and legumes (review)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2009;44(3):13-23. (In Russ.).
18. Gebre Mariam H., Larter E. N. Genetic response to index selection for grain yield, kernel weight and percent protein in four wheat crosses. Plant Breed. 1996;115(6):459-464.
URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1439-0523.1996.tb00957.x>
19. Fowler D. B. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. Agr. J. 2003;95(2):260-265. URL: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2134/agronj2003.2600>
20. Asseng S., Milroy S. P. Simulation of environmental and genetic effects on grain protein concentration in wheat. Eur. J. Agronomy. 2006;25(2):119-128.
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030106000438>

Сведения об авторах

Сергей Николаевич Пономарев, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, ТатНИИСХ ФИЦ Казанский научный центр РАН, ул. Оренбургский тракт, д. 48, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8898-4435>

✉ **Мира Леонидовна Пономарева**, профессор, доктор биол. наук, главный научный сотрудник, ТатНИИСХ ФИЦ Казанский научный центр РАН, ул. Оренбургский тракт, д. 48, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1648-3938>, e-mail: smponomarev@yandex.ru

Гульназ Сулеймановна Маннапова, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ТатНИИСХ ФИЦ Казанский научный центр РАН, ул. Оренбургский тракт, д. 48, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9097-783X>

Любовь Валентиновна Илалова, научный сотрудник, ТатНИИСХ ФИЦ Казанский научный центр РАН, ул. Оренбургский тракт, д. 48, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7654-7676>

Information about the authors

Sergey N. Ponomarev, Doctor of Agricultural Science, chief researcher, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, 48, Orenburgsky Trakt St., Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8898-4435>

✉ **Mira L. Ponomareva**, Professor, Doctor of Biological Science, chief researcher, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, 48, Orenburgsky Trakt St., Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1648-3938>, e-mail: smponomarev@yandex.ru

Gulnaz S. Mannapova, Ph.D. in Agricultural Science, leading researcher, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, 48, Orenburgsky Trakt St., Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9097-783X>

Lyubov V. Ilalova, researcher, Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, 48 Orenburgsky Trakt St., Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420059, e-mail: tatniva@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7654-7676>

✉ – Для контактов / Corresponding author



Поиск иммунологически-ценных генотипов озимой ржи с использованием отдельных параметров неспецифической устойчивости

© 2021. Л. М. Щеклеина[✉], Т. К. Шешегова, Е. И. Уткина

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В условиях Кировской области на естественном фоне развития микозов (2019-2020 гг.) изучено более 100 российских сортов и коллекционных образцов озимой ржи. В годы исследований степень поражения мучнистой росой достигала 86,3 %, septoriозом – 63,3 %, бурой ржавчиной – 40,5 %, стеблевой ржавчиной – 60,0 %, ринхоспориозом – 29,3 %. В течение онтогенеза растений (с фазы 31 по 85 по шкале Zadoks) проводили анализ нарастания грибной инфекции в сортовых биоценозах. При учёте болезней использовали общезвестные методики. Характер растительно-микробных взаимодействий и параметры устойчивости оценивали по показателям ПКРБ (площадь под кривой развития болезни), ИУ (индекс устойчивости) и LP (латентный период). Установлена тесная зависимость между продолжительностью LP и степенью поражения septoriозом ($r = -0,98$), бурой ржавчиной ($r = -0,95$), мучнистой росой ($r = -0,92$), стеблевой ржавчиной ($r = -0,80$), ринхоспориозом ($r = -0,67$). Уравнения регрессии носят линейный характер ($R^2 = 0,84 \dots 0,96$) и свидетельствуют о суточном нарастании болезней (от 0,52 до 0,88 %). В ходе иммунологического менеджмента выявлено около 20 сортов российской селекции, отличающихся неспецифической устойчивостью к двум и более болезням, медленным (slow rusting) нарастанием инфекции в сортовых биоценозах и продолжительным латентным периодом патогенезов. Среди них сорта селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (Фаленская 4, Вятка 2, Рушник, Кировская 89, Снежана, Флора, Румба), других российских научных учреждений (Алиса, Памяти Бамбышева, П-01/14, ГП-901 и другие) и новые образцы из коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов имени Н. И. Вавилова (Тринодис 4 Минвак-139/09 НП, Эстет НП 42/14 и другие). Они могут быть использованы в селекции в качестве источников, а показатели ПКРБ, ИУ, LP – как иммунологически значимые параметры неспецифической устойчивости.

Ключевые слова: *Secale cereale* L., грибные болезни, показатель ПКРБ, индекс устойчивости, латентный период, источники устойчивости

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (тема № 0767-2019-0095).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Щеклеина Л. М., Шешегова Т. К., Уткина Е. И. Поиск иммунологически-ценных генотипов озимой ржи с использованием отдельных параметров неспецифической устойчивости. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):507-517. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.507-517>

Поступила: 29.03.2021 Принята к публикации: 13.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Search for immunologically valuable winter rye genotypes using separate parameters of non-specific resistance

© 2021. Lucia M. Shchekleina[✉], Tatiana K. Sheshegova, Elena I. Utkina

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Kirov,
Russian Federation

More than 100 Russian varieties and collection samples of winter rye were studied under the conditions of the Kirov region against the natural infectious background of the development of mycoses (2019-2020). The degree of damage by powdery mildew during the years of research reached 86.3 %, septoria – 63.3 %, brown rust – 40.5 %, stem rust – 60.0 %, rhynchosporiosis – 29.3 %. During plant ontogenesis (from phases 31 to 85 Zadoks scale), the growth of fungal infection in varietal biocenoses was analyzed. When accounting for diseases, well-known methods were used. The nature of plant-microbial interactions and the parameters of resistance were assessed by indicators of ADDC (area under the curve of disease development), IR (resistance index) and LP (latency period). A close relationship was established between the duration of LP and the degree of septoria infection ($r = -0.98$), brown rust ($r = -0.95$), powdery mildew ($r = -0.92$), stem rust ($r = -0.80$), rhynchosporiosis ($r = -0.67$). The regression equations are linear ($R^2 = 0.84 \dots 0.96$) and indicate a daily increase in diseases (from 0.52 to 0.88 %). In the course of immunological management, there have been identified about 20 varieties of Russian selection distinguished by nonspecific resistance to two or more diseases, slow (slow rusting) growth of infection in varietal biocenoses and a long latent period of pathogenesis. Among them are the varieties of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky (Falyonskaya 4, Vyatka 2, Rushnik, Kirovskaya 89, Snejhana, Flora, Rumba), other scientific institutions of the Russian Federation (Alisa, Pamyati Bambysheva, P-01/14, GP-901 and others) and new samples from the VIR collection (Trinodis 4 Minvak-

139/09 NP, Estet NP 42/14 and others). They can be used in breeding as sources, and indicators of ADDC, IR, LP - as immunologically significant parameters of nonspecific resistance.

Keywords: *Secale cereale L., fungi diseases, ADDC index, resistance index, latent period, sources of resistance*

Acknowledgment: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0528-2019-0008).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citations: Shchekleina L. M., Sheshegova T. K., Utkina E. I. Search for immunologically valuable winter rye genotypes using separate parameters of non-specific resistance. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):507-517. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.507-517>

Received: 29.03.2021

Accepted for publication: 13.07.2021

Published online: 26.08.2021

Озимая рожь (*Secale cereale L.*) заслужила репутацию наиболее приспособленной к климатическим условиям страховой культуры низкого экономического риска [1, 2, 3]. Поскольку в основе селекции лежит обновление генетического материала за счёт вовлечения новых форм, то для создания конкурентоспособных сортов ржи необходимо располагать генетически разнообразными и комплексно изученными источниками признаков [4, 5]. В этой связи использование в селекции «древних», эволюционно непреодолённых генов делает возможным создание сортов, длительно сохраняющих резистентность к болезням [6]. Длительная защита от эпифитотийно-опасных болезней позволит повысить стабильность производства зерна в конкретной агроэкологической зоне, а также улучшить его качество и санитарно-эпидемиологическую ситуацию в агроландшафтах. Однако до настоящего времени в РФ отсутствуют сорта озимой ржи с устойчивостью на уровне экономически значимого порога.

На территории Кировской области в посевах озимой ржи практически ежегодно диагностируются снежная плесень (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. C. Hallett), корневые гнили (*Fusarium Link.*: *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc, *F. sporotrichioides* Sherb. и др.), мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *secalis* Marchal.), септориоз (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk), ринхоспориоз (*Rhynchosporium secalis* (Oudem) Davis.), бурая ржавчина (*Puccinia recondita* Roberge ex Desm.), стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *secalis* (Erikss. et Henn.)) и спорынья (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.). Периодически та или иная болезнь достигают эпифитотийного уровня развития [7]. Раннее микозное проявление заболеваний повышает инфекционный фон патогенов в полевых биоценозах, приводит к снижению ассимиляционной поверхности, что негатив-

но влияет на фотосинтез, продуктивность растений и качество зерна. Оно приобретает ядовитые свойства из-за накопления токсинов, многие из которых не теряют своих свойств при термической обработке: выпечке хлеба, варке пищи и т. д. Поэтому употребление такого зерна и продуктов его переработки может стать причиной тяжело протекающих заболеваний людей (алиментарно-токсическая алейкия, расстройства функции желудочно-кишечного тракта и др.) [8, 9, 10]. Главной особенностью грибов рода *Fusarium* и *Claviceps purpurea* заключается в их способности накапливать продукты жизнедеятельности – микотоксины, которые образуются, когда грибы заражают зерновые культуры в поле, в собранном урожае, при хранении и переработке зерна.

Селекция озимой ржи на устойчивость к грибным инфекциям интегрирована в программы исследований селекционных учреждений страны. Разработана методология создания фузариозустойчивых сортов [11], а также длительно сохраняющих признак, включающая три возможных направления: создание популяций с моногенной (полигенной) устойчивостью к одной или нескольким болезням и создание популяций, сочетающих различные типы устойчивости [12]. В настоящее время в фитоиммунологии наряду с экспериментальными методами используются вычислительные эксперименты. Они позволяют рассматривать взаимодействие «патоген-растение» как комплексный процесс, зависящий от большого количества факторов: устойчивости генотипа и скорости проникновения патогена в его ткани, длительности латентного периода патогенеза и успешного спороношения с повторным заражением вегетирующих растений, погодных условий (температура, влажность) и др. При этом теснота связи между заболеванием и урожайностью обусловлена проявлением всех этих факторов в определённые периоды онтогенеза [13].

В России и мире остаются актуальными исследования по поиску генотипов с длительной устойчивостью и/или медленным нарастанием (slow rusting) инфекции в биоценозе. Мониторинг болезни в динамике развития растений позволяет прогнозировать её вредоносность и возможные эпифитотии, а также выявлять сорта, восприимчивые в начале онтогенеза [14, 15]. Для этого можно использовать значимые параметры количественной устойчивости (площадь под кривой развития болезни – ПКРБ, индекс устойчивости – ИУ, продолжительность латентного периода – ЛП), которые в полевых условиях определяются в ходе анализа растительно-микробных взаимодействий.

В настоящей работе мы впервые протестировали около 100 новых сортов озимой ржи в динамике нарастания грибных болезней. Это позволило предложить для селекции генетические комплексы устойчивости, а также образцы с медленным развитием микозов в биоценозах сортов. Впервые установлена тесная зависимость между продолжительностью латентного периода и развитием мучнистой росы, септориоза, ринхоспориоза, бурой и стеблевой ржавчины, что обосновывает возможность использования этого механизма при поиске устойчивых к этим болезням генотипов.

Цель исследований – выявление источников комплексной неспецифической устойчивости среди отечественных сортов и коллекционных образцов озимой ржи в условиях Кировской области.

Материал и методы. Работа выполнена в Федеральном аграрном научном центре Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (ФАНЦ Северо-Востока) в 2019-2020 гг. Материал исследований был представлен 25 сортами селекции ФАНЦ Северо-Востока, 30 из других НИУ РФ и 48 образцами из мировой коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов имени Н. И. Вавилова (ВИР), являющегося базисом исходного материала для селекции [1]. Данный генофонд был высечен в двух питомниках отдела озимой ржи: коллекционном и экологического испытания на делянках площадью 1,0 и 5,0 м² в 2-4-кратной повторности. Полевые опыты закладывали согласно

методике ГСИ¹. При проведении диагностики и учётов развития болезней использовали общеизвестные методики². Динамику развития болезней оценивали в четыре-пять сроков – с весеннего кущения до начала восковой спелости (фазы 31-85 по шкале Zadoks). Для этого, начиная с первых симптомов поражения, и через каждые 10-14 дней проводили учёты болезней и оценивали устойчивость изучаемых сортов в разные периоды онтогенеза.

При изучении характера растительно-микробных взаимодействий *Secale cereale* L. с фитопатогенами: *Blumeria graminis*, *Septoria nodorum*, *Rhynchosporium secalis*, *Puccinia recondita* и *Puccinia graminis* оценена скорость нарастания грибной инфекции у изучаемых образцов с использованием показателя ПКРБ (площадь под кривой развития болезни), впервые разработанного D. F. Johnson и R. D. Wilcoxson [16]. В русской редакции она описана у Ю. Б. Коновалова [17]:

$$S = \frac{1}{2} (X_1 + X_2) \times (t_2 - t_1) + \dots + (X_{n-1} + X_n) \times (t_n + t_{n-1}),$$

где S – площадь под кривой развития болезни; n – количество учётов; X₁ – степень развития болезни на момент первого учёта, %; X₂ – степень развития болезни на момент второго учёта, %; (t₂ - t₁) – количество дней между вторым и первым учётом; X_{n-1} – интенсивность развития болезни между последним и предпоследним учётом, %; X_n – степень развития болезни на момент последнего учёта, %; (t_n + t_{n-1}) – количество дней между последним и предпоследним учётом.

Чем выше значение ПКРБ, тем интенсивнее идет нарастание болезни в биоценозе, и тем более восприимчив сорт. В связи с тем, что абсолютные значения ПКРБ варьируют по годам в зависимости от внешних условий и инфекционной нагрузки, дополнительным критерием являлся индекс устойчивости (ИУ). Показатель ИУ позволяет проводить не только сравнение данных полевых оценок, но и классифицировать сорта по уровню частичной устойчивости, или slow rusting. Расчёт ИУ предложен сотрудниками Всероссийского НИИ фитопатологии³:

$$\text{ИУ} = \text{ПКРБ изучаемого сорта} / \text{ПКРБ индикаторного (восприимчивого) сорта.}$$

¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 2. Ч. 2. 230 с.

²Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М.: Колос, 1978. 206 с.; Кобылянский В. Д., Королёва Л. А. Методические указания по селекции озимой ржи на устойчивость к грибным болезням. Л., 1977. 26 с.; Шешегова Т. К., Кедрова Л. И. Методические рекомендации по созданию искусственных инфекционных фонов и оценке озимой ржи на устойчивость к болезням. Киров, 2003. 30 с.

³Макаров А. А. Стрижекозин Ю. А., Соломатин Д. А. Количественная классификация сортов пшеницы по степени расонеспецциальной устойчивости к бурой ржавчине. Иммунитет сельскохозяйственных культур к возбудителям грибных болезней. М., 1991. С. 105-110.

По ИУ сорта можно условно дифференцировать на 4 группы: 0,10-0,35 – высокий уровень устойчивости; 0,36-0,65 – средний; 0,66-0,80 – низкий; более 0,81 – восприимчивость.

В изученном материале в качестве индикатора к мучнистой росе (степень поражения 86,3 %), септориозу (63,3 %) и бурой ржавчине (40,5 %) принят образец № 3 из Китая, к ринхоспориозу (29,3 %) – сорт Крона из Московской области и к стеблевой ржавчине (60,0 %) – сорт Чулыш из Ленинградской области.

Длительность латентного периода, который оказывает влияние на уровень инфекционной нагрузки в биоценозах и развитие болезни, оценивали по числу дней от начала тестирования до первых симптомов у испытуемого сорта⁴.

Окончательную иммунологическую характеристику образцам давали по уровню развития болезней: иммунитет – отсутствие поражения листьев и стеблей; высокая устойчивость – до 10 %; устойчивость – до 25 %; средняя устойчивость – до 45 %; восприимчивость – до 65 %; высокая восприимчивость – более 65 %.

Результаты и их обсуждение. На основании многократных учётов развития болезней проанализирован характер взаимодействия сортиента озимой ржи с опасными фитопатогенами и выявлены источники, обладающие более длительным латентным периодом патогенезов и свойством slow rusting, а также комплексной устойчивостью к грибным патокомплексам.

Взаимодействие в патосистеме Secale cereale – Blumeria graminis. Мучнистая роса не приводит к гибели посевов, однако при сильном её развитии уменьшается ассимиляционная поверхность листьев, разрушаются хлорофилл и другие пигменты, вследствие чего продуктивность растений снижается. В условиях Кировской области проявление мучнистой росы на посевах озимой ржи отмечается с частотой 4-5 раз в 10 лет при уровне вредоносности 10-15 % [18]. Первые симптомы болезни на листьях проявились в период колошения (фазы 51-59 по шкале Zadoks), а у 8 сортов (Снежана, Графиня, Румба, Крона, Паром, Алиса, Янтарная и Памяти Кунакбаева) они отсутствовали, что косвенным образом

свидетельствует о более длительном латентном периоде патогенеза. В фазе цветения преобладали сорта с высокой устойчивостью, но к началу молочной спелости их количество снизилось до 9: Вятка 2, Кировская 89, Фалёнская 4, Снежана, Флора, Рушник, Графиня, Румба и Парча. Интенсивное нарастание налёта *Blumeria graminis* происходило в период от молочной (фаза 75) до восковой спелости (фаза 85). Все изученные сорта в этих условиях по ИУ проявляли восприимчивость к мучнисторосянной инфекции, за исключением сорта Кировская 89, степень поражения которого составила 20,2 %, ИУ – 0,28. Он относится к числу первых в стране генотипов с неспецифической устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине [18], и признак сохраняется с периода районирования (1993 г.) до настоящего времени. Можно выделить также сорта Вятка 2, Фалёнская 4 и Румба с относительно меньшим развитием болезни (до 30,0 %) (рис. 1а). Как и новый образец из Беларуси П-01/14, они характеризуются относительно медленным нарастанием мучнисторосянной инфекции.

В коллекционном генофонде длительным латентным периодом мучнистой росы отличались два образца (Харьковская 60-2 и И 24/88), у которых отсутствовали симптомы болезни до колошения. В фазу цветения иммунных образцов не выявлено, но преобладали высокоустойчивые. К началу молочной спелости инфекционная нагрузка *Blumeria graminis* усилилась, о чём свидетельствует сильное развитие болезни (86,3 %) у индикатора из Китая. На этом фоне большинство образцов были восприимчивы к мучнисторосянной инфекции. К среднеустойчивым можно отнести 15: И 24/88, МосВИР-12 244/16 НП, Вавиловская НП, Подарок НП, Тринодис 4 Минвак-139/09 НП, Ника 3 НП, Донская НП, Поп. Енрушсиб НП 77-8/14, Эстет НП 42/14, Амило 2-58/14 НП, Снежана 4 – шт. 15/14 НП, Шталь 89/14 НП, НВАК-285/15 НП, Вавиловская универсальная НП и Шнурик ВИР НП. Однако только два из них (Тринодис 4 Минвак-139/09 НП и Эстет НП 42/14) отличались двумя параметрами неспецифической устойчивости: относительно низким поражением и свойством slow rusting.

⁴Санин С. С. Методические рекомендации по методам оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине. М., 2012. 94 с.

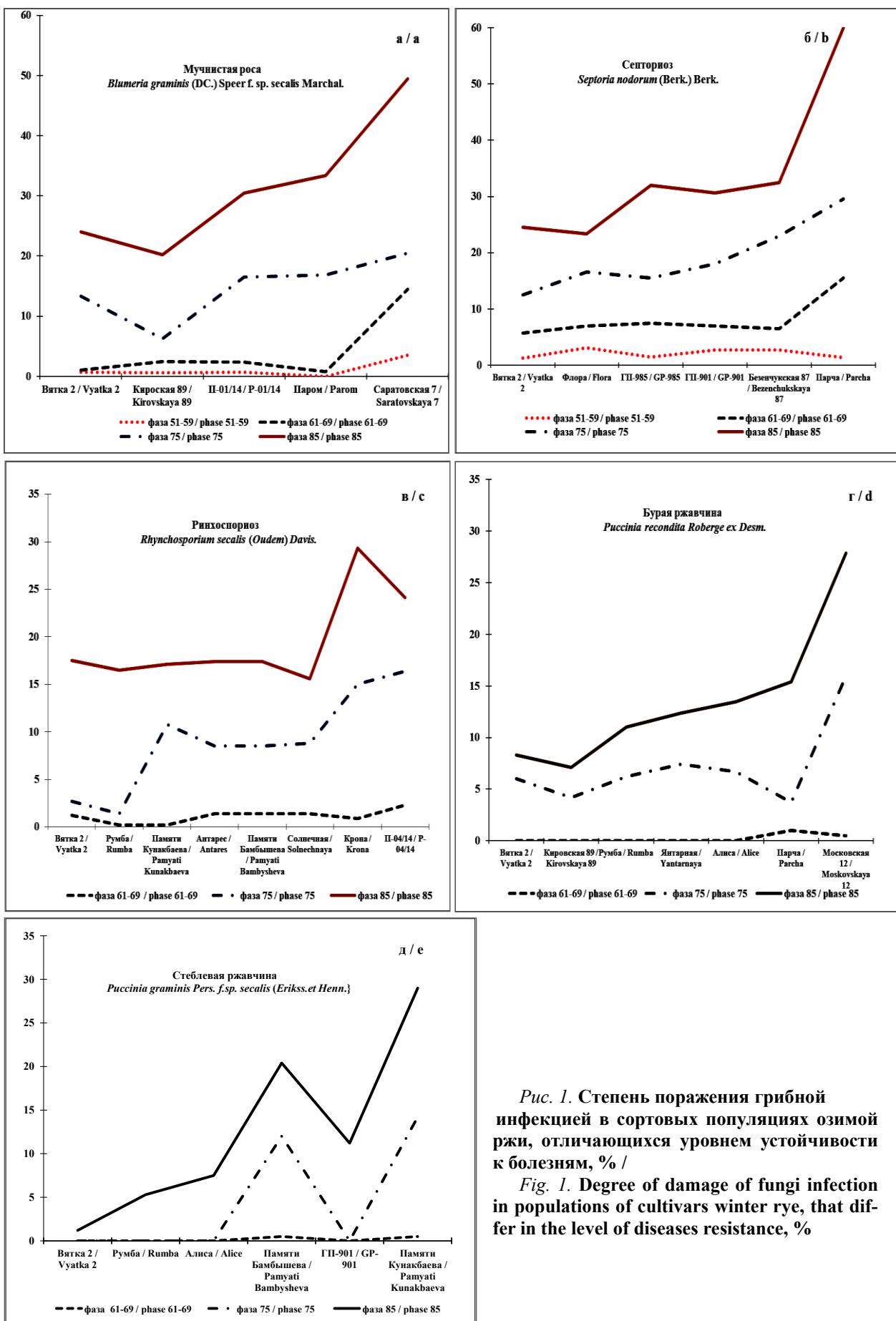


Рис. 1. Степень поражения грибной инфекцией в сортовых популяциях озимой ржи, отличающихся уровнем устойчивости к болезням, % /

Fig. 1. Degree of damage of fungi infection in populations of cultivars winter rye, that differ in the level of diseases resistance, %

Взаимодействие в патосистемах: Secale cereal – Septoria nodorum и Secale cereale – Rhynchosporium secalis. Частота проявления септориоза и ринхоспориоза на производственных посевах ржи в Кировской области составляет 3-4 раза в 10 лет при средней вредоносности 10-15 % [18]. В наших исследованиях развитие септориоза от 1,2 до 8,8 % диагностировали в фазы 51-59 (рис. 1б). К началу цветения высокая устойчивость сохранялась у 30 сортов, к молочной спелости – у 6: Вятка 2, Кировская 89, Снежана, Рушник, Графиня и Чулпан 7. Однако к восковой спелости высокоустойчивых форм уже не выявлено, а число сортов, сочетающих устойчивость с признаком slow rusting, сократилось до двух – Вятка 2 и Флора. Медленное нарастание инфекции выявлено у сортов: Солнечная, Безенчукская 87, ГП-901 и ГП-905.

В коллекционном генофонде выявлено 7 устойчивых к септориозу образцов: Беняконская 2, Комбайниняй 2, Новая Эра НП, Янтарная НП, МосВИР-12 244/16 НП, Подарок НП и Тринодис 4 Минвак-139/09 НП. Кроме того, последние три образца характеризуются медленным нарастанием септориозной инфекции, а образцы Подарок НП и Тринодис 4 Минвак-139/09 НП слабо поражаются спорыней при искусственной инокуляции цветков *Sphacelia segetum* Levi [5].

Изучаемые сорта характеризовались иммунитетом и высокой устойчивостью к ринхоспориозу до цветения (рис. 1в). К молочной спелости большинство из них перешли в группу среднеустойчивых. Среди них наименее поражаемые (до 20,0 %) и характеризующиеся признаком slow rusting: Вятка 2, Рушник, Графиня, Румба, Алиса, Памяти Кунакбаева, Чулпан 7, Солнечная, Памяти Бамбышева, Антарес, П-01/14, П-05/13, Грарь и ПГ-901. Среди них новый сорт Румба в настоящее время успешно проходит государственное испытание.

Взаимодействие: Secale cereal – Puccinia recondita и Secale cereale – Puccinia graminis. Частота проявления бурой ржавчины на производственных посевах ржи в Кировской области составляет 5-7 раз в 10 лет при средней вредоносности 10-15 %, стеблевой ржавчины – 3-4 раза в 10 лет и вредоносности 20-50 % [19].

Первые пустулы *Puccinia recondita* на листьях ржи отмечали в фазу молочной спелости на 3 сортах: Таловская 41, Марусенька и Антарес. Нарастание ржавчинной инфекции происходило между молочной и восковой спе-

лостью (рис. 1г). Устойчивостью к бурой ржавчине и наличием признака slow rusting отличались 7 сортов: Кировская 89, Фалёнская 4, Снежана, Флора, Румба, Алиса и Памяти Бамбышева.

В изученной коллекции ВИР слабо поражались бурой ржавчиной 9 образцов: Вавиловская НП, Новая Эра НП, Янтарная НП, Красноярская универсальная НП, Поп. Енруш-сиб НП 77-8/14, НВАК-285/15 НП, Эстет НП 42/14, МосВИР-12 244/16 НП и Тринодис 4 Минвак-139/09 НП. Нарастание ржавчинной инфекции в сортовых популяциях последних трех образцов имело замедленный характер.

Следует отметить, что в последние годы усиливается интерес к низкопентозановым (НП) сортам, поскольку они широко востребованы в кормовой и комбикормовой промышленности. В 2016-2018 гг. в Государственный реестр селекционных достижений включены новые сорта такой ржи, созданные в НИУ РФ на основе источников НП: Вавиловская, Берегиня, Подарок, Янтарная и Красноярская универсальная [1].

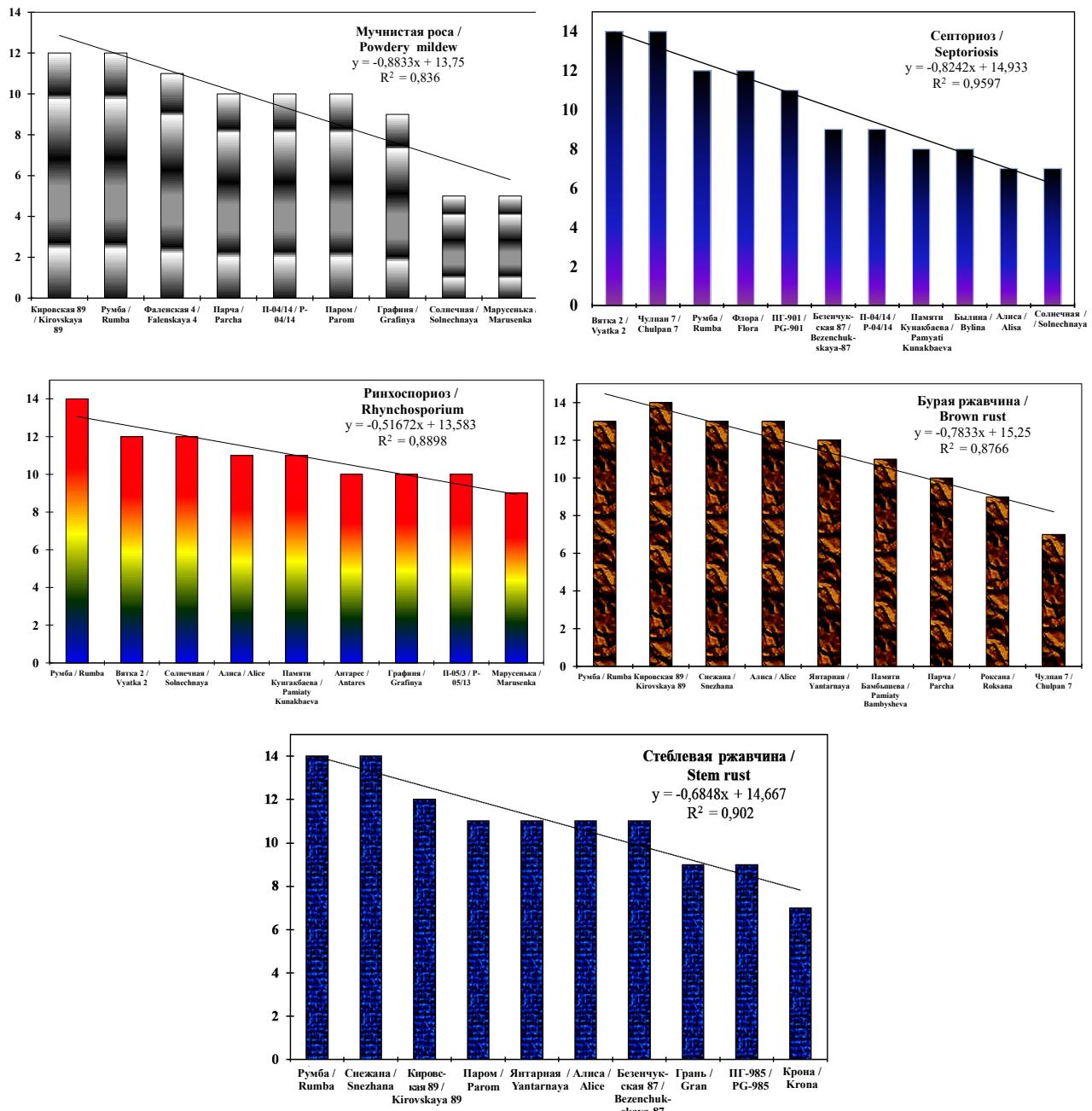
Единичные пустулы *Puccinia graminis* выявлены в фазу цветения, а у 20 сортов признаки стеблевой ржавчины отсутствовали до восковой спелости (рис. 1д). Наименьшее развитие болезни и медленное её нарастание обнаружено у коллекционного образца Шталь 89/14 НП и 13 сортов: Кировская 89, Снежана, Фалёнская 4, Румба, Крона, Паром, Алиса, Янтарная, Таловская 41, Таловская 33, П 04/14, ГП-901 и ГП-985.

Таким образом, среди изученного генофонда озимой ржи устойчивость к двум и более болезням проявили сорта, представленные в таблице, которые могут быть использованы в селекционных программах по повышению болезнеустойчивости.

Известно, что важным фактором активного иммунитета является длительность латентного периода, который оказывает влияние на уровень инфекционной нагрузки в биоценозах. В наших исследованиях наиболее длительным ЛП (9-12 суток) мучнистой росы характеризовались сорта: Кировская 89, Румба, Фалёнская 4, Парча, П-04/14, Паром и Графиня; септориоза (11-14 суток) – Вятка 2, Румба, Флора, Чулпан 7 и ПГ-901; ринхоспориоза (14 суток) – Румба; бурой ржавчины (12-14 суток) – Румба, Кировская 89, Снежана, Алиса; стеблевой ржавчины (14 суток) – Румба, Вятка 2 и Снежана (рис. 2).

*Таблица – Источники комплексной устойчивости к грибным болезням /
Table – Sources of complex resistance to fungal diseases*

<i>Mучнистая роса / Powdery mildew</i>	<i>Септориоз / Septoria</i>	<i>Рикхоспориоз / Rhizchosporium</i>	<i>Бурная ржавчина / Brown rust</i>	<i>Стеблевая ржавчина / Stem rust</i>
Кировская 89, Вятка 2, Румба, Фалёнская 4, П-01/14, Тринодис 4 Минвак-139/09 НП, Эстет НП 42/14 / Кировская 89, Vyatka 2, Flora, Trinodis 4 Minvak-139/09 NP, MosVIR-12 244/16 NP Rumba, Falenskaya 4, P-01/14, Trinodis 4 Minvak-139/09 NP, Estet NP 42/14	Вятка 2, Flora, Тринодис 4 Минвак-139/09 НП, MosVIR-12 244/16 НП / Vyatka 2, Flora, Trinodis 4 Minvak-139/09 NP, MosVIR-12 244/16 NP Rumba, Falenskaya 4, P-01/14, Trinodis 4 Minvak-139/09 NP, Estet NP 42/14	Вятка 2, Рупник, Граффия, Румба, Алиса, Памят Кунакбаева, Чулпан 7, Солнечная, Памят Бамбышева, Антарес, П-01/14, П-05/13, ГП-901 / Vyatka 2, Rushnik, Grafifya, Rumba, Alice, Pamiaty Kunakbaeva, Chulpan 7, Solnechnaya, Pamiaty Bambysheva, Antares, P-01/14, P-05/13, GP-901	Кировская 89, Фалёнская 4, Снежана, Флора, Румба, Алиса, Памят Бамбышева, МосVIR-12 244/16 НП, Эстет НП 42/14 Тринодис 4 Минвак-139/09 НП / Кировская 89, Falenskaya 4, Snezhana, Flora, Rumba, Alice, Pamiaty Bambysheva, MosVIR-12 244/16 NP, Estet NP 42/14, Trinodis 4 Minvak-139/09 NP	Кировская 89, Снежана Фалёнская 4, Румба, Крона Паром, Алиса, Янтарная, Таловская 41, Таловская 33, П 04/14, ГП-901, ГП-985, Шталь 89/14 НП / Kirovskaya 89, Snezhana, Falenskaya 4, Rumba, Krona, Parom, Alice, Yantarnaya, Talovskaya 41, Talovskaya 33, P 04/14, GP-901, GP-985, Shtal' 89/14 NP
Степень поражения устойчивых сортов, % / The degree of damage to resistant varieties, %				
20,2...40,0	10,0...30,0	10,0...15,0	15,0...20,0	10,0...20,0
Показатель ПКРБ / ADDC index				
235,690	259,579	103...188	104...239	8...98
Значение ИУ / RI index				
0,14...0,35	0,17...0,53	0,32...0,42	0,16...0,44	0,02...0,25
Уровень проявления степени поражения у индикаторных сортов, % / Level of manifestation of the degree of damage in cultivars-indicators, %				
86,3	63,3	29,3	40,5	60,0
Показатель ПКРБ / ADDC index				
2054	1519	365	637	660



*Рис. 2. Характеристика некоторых сортов озимой ржи по длительности латентного периода, сутки /
Fig. 2. Characteristics of some winter rye cultivars by duration of latent period, days*

Таким образом, устойчивость у этих сортов может быть детерминирована, в том числе и более продолжительным латентным периодом, а соединение в одном генотипе нескольких параметров неспецифической устойчивости обеспечивает его более надежную защиту.

В наших исследованиях между продолжительностью ЛП и степенью поражения листостебельными болезнями установлена достоверная (при $P \geq 0,99$ и $0,95$) зависимость, которая составила $r = -0,98$ (септориоз), $r = -0,95$ (бурая ржавчина), $r = -0,92$ (мучнистая роса), $r = -0,80$ (стеблевая ржавчина) и $r = -0,67$ (рин-

хоспориоз). Высокая корреляционная связь между развитием буровой ржавчины и латентным периодом отмечается и зарубежными исследователями [20].

Для прогнозирования временных рядов на рисунке 2 представлена простая скользящая средняя (SMA – Simple Moving Average), которая сглаживает динамический ряд значений и позволяет проследить тенденцию изменения латентного периода в разных патокомплексах. Уравнения регрессии носят линейный характер и свидетельствуют о суточном нарастании болезней по тренду: 0,88 % (мучнистая роса),

0,82 % (септориоз), 0,52 % (ринхоспориоз), 0,78 % (бурая ржавчина) и 0,68 % (стеблевая ржавчина).

Заключение. Выявленные в изученном генофонде около 20 сортов озимой ржи, характеризующиеся медленным нарастанием грибных болезней в онтогенезе и устойчивостью к двум и более грибным болезням, представляют практический интерес для селекции. Среди них сорта селекции ФАНЦ Северо-Востока (Фалёнская 4, Вятка 2, Рушник,

Кировская 89, Снежана, Флора, Румба), других НИУ РФ (Алиса, Памяти Бамбышева, П-01/14, ГП-901 и другие) и новые образцы из коллекции ВИР (Тринодис 4 Минвак-139/09 НП, Эстет НП 42/14 и другие). Тесная зависимость между продолжительностью латентного периода и развитием грибных болезней обосновывает возможность использования этого механизма устойчивости при поиске иммунологически-ценных генотипов.

Список литературы

1. Сафонова И. В., Аниськов Н. И., Кобылянский В. Д. База данных генетических ресурсов коллекции озимой ржи ВИР как средство классификации генетического разнообразия, анализа истории коллекции и эффективного изучения и сохранения. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019;23(6):780-786. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ19.552>
2. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С., Илалова Л. В. Фитосанитарный мониторинг наиболее вредоносных болезней озимой ржи в Республике Татарстан. Вестник КрасГАУ. 2019;(9):27-34. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41172898>
3. Сысуев В. А., Кедрова Л. И., Уткина Е. И. Значение озимой ржи для сохранения природного агроэкологического баланса и здоровья человека (обзор). Теоретическая и прикладная экология. 2020;(1):14-20. DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2020-1-014-020>
4. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С. Исходный материал для селекции озимой ржи (SECALE CERALE L.). Вестник КрасГАУ. 2018;(3):19-24. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35199892>
5. Щеклеина Л. М., Шешегова Т. К. Болезни *Secale cereale* L. в Кировской области и генетические источники устойчивости для селекции. Вестник КрасГАУ. 2020;(6):86-92. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-86-92>
6. Кобылянский В. Д., Солодухина О. В. Использование доноров ценных признаков растений в селекции новых сортов озимой ржи. Достижения науки и техники АПК. 2015;29(7):7-12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23881201>
7. Щеклеина Л. М. Мониторинг болезней озимой ржи в Кировской области и возможные направления селекции на иммунитет. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(2):124-132. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.124-132>
8. Гагкаева Т. Ю., Дмитриев А. П., Павлюшин В. А. Микробиота зерна – показатель его качества и безопасности. Защита и карантин растений. 2012;(9):14-18. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17879814>
9. Левитин М. М. Фитопатогенные грибы и болезни человека. Защита и карантин растений. 2009;(9):24-25. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12975952>
10. Труфанов О., Лохов В., Родригес И. Алкалоиды спорыньи: современное состояние проблемы и методы профилактики отравлений. Эксклюзивные технологии. 2009;(6):50-55. Режим доступа: http://www.ergotism.info/ru/2009_trufanov_ergot_alkaloids.pdf
11. Шешегова Т. К. Проблемы и приоритеты научных исследований в области агроэкологии и растениеводства на Евро Северо-Востоке. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2006;(8):13-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12881609>
12. Солодухина О. В., Кобылянский В. Д. Принципы стратегии селекции сортов озимой ржи на долговременную устойчивость к грибным болезням. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2011;168:79-89.
13. Николаев С. В., Зубаирова У. С., Сколотнева Е. С., Орлова Е. А., Афонников Д. А. Системный подход к моделированию развития листостебельных грибных инфекций пшеницы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019;23(1):100-109. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ19.468>
14. Коломиец Т. М., Коваленко Е. Д., Панкратова Л. Ф., Скатенок О. О., Bockelman H. Изучение параметров частичной устойчивости у сортов пшеницы к возбудителям *Stagonospora nodorum* и *Septoria tritici*. Иммунологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова. Большие Вязьмы Московской области: Всероссийский НИИ фитопатологии, 2012. С. 257-261.
15. Шешегова Т. К., Щенникова И. Н. Источники устойчивости ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в ФАНЦ Северо-Востока. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2020;(2):76-83. DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-55-2-76-83>

16. Johnson D. F., Wilcoxon R. D. A table of areas under disease progress curves. Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas. 1981;1377:2-10.
17. Коновалов Ю. Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям. М.: Колос, 1999. 135 с.
18. Кедрова Л. И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. 158 с.
19. Щеклеина Л. М., Шешегова Т. К. Агроэкологические аспекты развития *Puccinia dispersa* Eriks. и *Puccinia graminis* Pers. на посевах озимой ржи в Кировской области. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019;14(1(52)):65-70. DOI: https://doi.org/10.12737/article_5ccedbb2724b13.28786713
20. Huerta-Espino J., Singh R., Crespo-Herrera L. A., Villaseñor-Mir H. E., Rodriguez-Garcia M. F., Dreisigacker S., Barcenas-Santana D., Lagudah E. Adult Plant Slow Rusting Genes Confer High Levels of Resistance to Rusts in Bread Wheat Cultivars From Mexico. Front Plant Sci. 2020;11:824. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00824>

Preferences

1. Safonova I. V., Anis'kov N. I., Kobylyanskiy V. D. *Baza dannykh geneticheskikh resursov kollektsiy ozimoy rzhii VIR kak sredstvo klassifikatsii geneticheskogo raznoobraziya, analiza istorii kollektsiy i effektivnogo izucheniya i sokhraneniya*. [The database of genetic resources in the VIR winter rye collection as a means of classification of genetic diversity, analysis of the collection history and effective study and preservation]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019;23(6):780-786. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ19.552>
2. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S., Ilalova L. V. *Fitosanitarnyy monitoring naibolee vredenosnykh bolezney ozimoy rzhii v respublike Tatarstan*. [Phytosanitary monitoring of the most harmful winter rye diseases in the republic of Tatarstan]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2019;(9):27-34. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41172898>
3. Sysuev V. A., Kedrova L. I., Utkina E. I. *Znachenie ozimoy rzhii dlya sokhraneniya prirodnogo agroekologicheskogo balansa i zdorov'ya cheloveka (obzor)*. [Importance of winter rye for maintaining natural agroecological balance and human health (review)]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* = Theoretical and Applied Ecology. 2020;(1):14-20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2020-1-014-020>
4. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S. *Iskhodnyy material dlya selektsii ozimoy rzhii (SECALE CEREALE L.)*. [Initial material for winter rye (SECALE CEREALE L.) selection]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2018;(3):19-24. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35199892>
5. Shchekleina L. M., Sheshegova T. K. *Bolezni Secale cereale L. v Kirovskoy oblasti i geneticheskie istochniki ustoichivosti dlya selektsii*. [The diseases *Secale cereale* L. in Kirov region and genetic sources of sustainability for winter rye selection]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2020;(6):86-92. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-6-86-92>
6. Kobylyanskiy V. D., Solodukhina O. V. *Ispol'zovanie donorov tsennykh priznakov rasteniy v selektsii novykh sortov ozimoy rzhii*. [Use of donors of valuable traits of plants in breeding of new varieties of winter rye]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2015;29(7):7-12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23881201>
7. Shchekleina L. M. *Monitoring bolezney ozimoy rzhii v Kirovskoy oblasti i vozmozhnye napravleniya selektsii na immunitet*. [Monitoring of winter rye diseases in Kirov region and possible trends of breeding for immunity]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(2):124-132. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.124-132>
8. Gagkaeva T. Yu., Dmitriev A. P., Pavlyushin V. A. *Mikrobiota zerna – pokazatel' ego kachestva i bezopasnosti*. [Grain microbiota - index of its quality and safety]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2012;(9):14-18. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17879814>
9. Levitin M. M. *Fitopatogennye gribi i bolezni cheloveka*. [Phytopathogenic fungi and human diseases]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2009;(9):24-25. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12975952>
10. Trufanov O., Lokhov V., Rodrigues I. *Alkaloidy sporyn'i: sovremennoe sostoyanie problemy i metody profilaktiki otravleniy*. [Ergot alkaloids: the current state of the problem and methods of preventing poisoning]. *Eksklyuzivnye tekhnologii*. 2009;(6):50-55. (In Ukraine). URL: http://www.ergotism.info/ru/2009_trufanov_ergot_alkaloids.pdf
11. Sheshegova T. K. *Problemy i priority nauchnykh issledovanii v oblasti agroekologii i rastenievodstva na Evro Severo-Vostoke*. [Problems and priorities of scientific investigations in the field of agro-ecology and plant industry in Euro-North-East]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2006;(8):13-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12881609>
12. Solodukhina O. V., Kobylyanskiy V. D. *Printsipy strategii selektsii sortov ozimoy rzhii na dolgovremennuyu ustoichivost' k gribnym boleznyam*. [Principles of the strategy of rye variety breeding for durable resistance to fungus diseases]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2011;168:79-89. (In Russ.).

13. Nikolaev S. V., Zubairova U. S., Skolotneva E. S., Orlova E. A., Afonnikov D. A. *Sistemnyy podkhod k modelirovaniyu razvitiya listostebel'nykh gribnykh infektsiy pshenitsy*. [A system approach to the modeling of fungal infections of the wheat leaf]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019;23(1):100-109. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ19.468>
14. Kolomiets T. M., Kovalenko E. D., Pankratova L. F., Skatenok O. O., Bockelman H. *Izuchenie parametrov chasticchnoy ustoychivosti u sortov pshenitsy k vozбудителям Stagonospora nodorum i Septoria tritici*. [The study of parameters of partial resistance of wheat cultivars to *Stagonospora nodorum* Berk. and *Septoria tritici*]. *Immunologicheskaya zashchita sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot bolezney: teoriya i praktika: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 125-letiyu so dnya rozhdeniya N. I. Vavilova*. [Immunological protection of crops from diseases: theory and practice. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of N. I. Vavilov]. Bol'shie Vyaz'my Moskovskoy oblasti: Vserossiyskiy NII fitopatologii, 2012. pp. 257-261.
15. Sheshegova T. K., Shchennikova I. N. *Istochniki ustoychivosti yachmenya k gel'mintosporioznym boleznyam i ikh ispol'zovanie v FANTS Severo-Vostoka*. [Sources of barley resistance to helminthosporiotic diseases and their use in the North-East FARC]. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)=Bulletin of NSAU* (Novosibirsk State Agrarian University). 2020;(2):76-83. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2020-55-2-76-83>
16. Johnson D. F., Wilcoxon R. D. A table of areas under disease progress curves. Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas. 1981;1377:2-10.
17. Konovalov Yu. B. *Seleksiya rastenij na ustoychivost' k boleznyam i vreditelyam*. [Plant breeding for resistance to diseases and pests]. Moscow: Kolos, 1999. 135 p.
18. Kedrova L. I. *Ozimaya rozh' v Severo-Vostochnom regione Rossii*. [Winter rye in the North-East region of Russia]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2000. 158 p.
19. Shchekleina L. M., Sheshegova T. K. *Agroekologicheskie aspekty razvitiya Ruccinia dispersa Eriks. I Puccinia graminis Pers. na posevakh ozimoy rzhi v Kirovskoy oblasti*. [Agro-ecological aspects of *Puccinia dispersa* Eriks. and *Puccinia graminis* Pers. development in the crops of rye in the Kirov region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2019;14(1(52)):65-70. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.12737/article_5ccedbb2724b13.28786713
20. Huerta-Espino J., Singh R., Crespo-Herrera L. A., Villaseñor-Mir H. E., Rodriguez-Garcia M. F., Dreisigacker S., Barcenas-Santana D., Lagudah E. Adult Plant Slow Rusting Genes Confer High Levels of Resistance to Rusts in Bread Wheat Cultivars From Mexico. *Front Plant Sci*. 2020;11:824. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00824>

Сведения об авторах

✉ **Шеклеина Люция Муллахметовна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3589-5524>, e-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Шешегова Татьяна Кузьмовна, доктор биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2371-4949>

Уткина Елена Игоревна, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой ржи, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5650-6906>

Information about the authors

✉ **Lucia M. Shchekleina**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, the Laboratory of Immunity and Protection of Plants, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3589-5524>, e-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Tatiana K. Sheshegova, DSc in Biology, leading researcher, the Laboratory of Immunity and Protection of Plants, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2371-4949>

Elena I. Utkina, DSc in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of Breeding and Primary Seed Production of Winter Rye, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, 166a Lenin str., Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5650-6906>

✉ – Для контактов / Corresponding author



Изучение коллекционных образцов генофонда льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Северо-Запада Российской Федерации

© 2021. А. Д. Степин[✉], М. Н. Рысов, Т. А. Рысева, С. В. Уткина, Н. В. Романова

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Российская Федерация

Исследования по оценке 20 сортобразцов льна-долгунца российской, китайской, японской ипольской селекции из коллекции Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР) проводили в 2018-2020 гг. с целью выявления источников селекционно-значимых признаков, адаптивных к условиям Северо-Запада Российской Федерации. ГТК за период вегетации в 2018 г. был равен 0,95, в 2019 – 1,53 и в 2020 г. – 1,1. Абиотические условия в большей степени влияли на формирование высоты растений (59,6 %), урожайности семян (60 %) и содержания волокна в растениях (55,1 %), но и влияние генотипа на эти показатели было значимым. Доля генотипа преобладала в формировании урожайности волокна (67,2 %) и продолжительности вегетационного периода (52,8 %). Вариабельность признаков наибольшей была по урожайности семян ($V=6,7-33,9\%$), устойчивости к болезням ($V=3,1-26,5\%$), наименьшей – по продолжительности вегетационного периода ($V=4,4-9,7\%$). По остальным она находилась на уровне до 20 %. Выявлен ценный и пластичный исходный материал для практической селекции с целью создания новых сортов с признаками: раннеспелости – К-8680 (Россия), К-8782, К-8783 (Япония), которые созревали на 3 суток раньше стандарта Добриня и имели вегетационный период 67 дней; продуктивности – К-8651, К-8760, К-8795, К-8797, К-8874, К-8877 (Китай), достоверно превысившие по урожайности волокна сорт Добриня (241 г/м^2) на 8-14 %. Выделены генотипы, существенно превосходящие стандарт: по высоте растений (82 см) – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8754 (Китай) – на 12-25 %; урожайности льносоломы (241 г/м^2) – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8874, К-8880 (Китай) – на 25-40 %; урожайности семян (149 г/м^2) – К-8680 (Россия), К-8772 (Польша), К-8782 (Япония) – на 10-23 %; устойчивости к полеганию (9 образцов) и болезням (7 образцов). Использование в селекционной практике выявленных генисточников ускорит создание сортов, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев.

Ключевые слова: *Linum usitatissimum L., генотип, сортобразец, лен-долгунец, исходный материал, продуктивность, адаптивность*

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № 0477-2019-0009).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Степин А. Д., Рысов М. Н., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н. В. Изучение коллекционных образцов генофонда льна-долгунца по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Северо-Запада Российской Федерации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):518-530.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.518-530>

Поступила: 23.04.2021 Принята к публикации: 29.06.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Study of collection accessions of the fiber flax gene pool according to the main agronomic characters in the conditions of the North-West of the Russian Federation

© 2021. Aleksander D. Stepin[✉], Michail N. Rysev, Tamara A. Ryseva, Svetlana V. Utkina, Nadezhda V. Romanova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

Studies on the evaluation of 20 fiber flax accessions of Russian, Chinese, Japanese and Polish breeding from the collection of the Federal Research Center "All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov" (VIR) were conducted in 2018-2020 in order to identify the sources of agronomic valuable characters that are adaptive to the conditions of the North-West of the Russian Federation. The HTC for the growing season in 2018 was 0.95, in 2019 – 1.53 and in 2020-1.1. Abiotic conditions had a greater influence on the formation of plant height (59.6 %), seed yield (60 %) and fiber content in plants (55.1 %), but the influence of the genotype on these indicators was also significant. The effect size of the genotype prevailed in the formation of fiber yield (67.2 %) and the duration of the growing season (52.8 %). The variability of characters was the greatest according to the seed yield ($V=6.7-33.9\%$), disease resistance ($V=3.1-26.5\%$); the lowest one was noted according to the duration of the growing season ($V=4.4-9.7\%$). For the rest characters, it was at the level of up to 20 %. A valuable and plastic source material was identified for practical breeding aimed at creating new varieties with the following characters: early maturity – K-8680 (Russia), K-8782, K-8783 (Japan), which matured 3 days earlier than the

Dobrynya standard and had a growing period of 67 days; productivity – K-8651, K-8760, K-8795, K-8797, K-8874, K-8877 (China), which significantly exceeded the fiber yield of the Dobrynya variety (241 g/m²) by 8-14 %. There were identified genotypes significantly exceeding the standard: according to the plant height (82 cm) – K-8681 (Russia), K-8751, K-8794, K-8795, K-8754 (China) – by 12-25 %; yield of flax straw (241 g/m²) – K-8681 (Russia), K-8751, K-8794, K-8795, K-8874, K-8880 (China) – by 25-40 %; seed yield (149 g/m²) – K-8680 (Russia), K-8772 (Poland), K-8782 (Japan) – by 10-23 %; resistance to lodging (9 samples) and diseases (7 samples). Use of the identified gene sources in breeding practice should accelerate the creation of varieties that provide high and stable yields.

Key words: *Linum usitatissimum L., genotype, accession, fiber flax, source material, productivity, adaptability*

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. 0477-2019-0009).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citation: Stepin A. D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. Study of collection accessions of the fiber flax gene pool according to the main agronomic characters in the conditions of the North-West of the Russian Federation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(4):518-530. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.518-530>

Received: 23.04.2021

Accepted for publication: 29.06.2021

Published online: 26.08.2021

Лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L.) является важнейшей технической культурой стратегического назначения, позволяющей в значительной мере обеспечить импортозамещение хлопка. На протяжении многих лет Россия являлась крупнейшим мировым производителем и экспортёром льноволокна и льняных тканей. Несмотря на то, что в последние десятилетия посевные площади и объемы производства льна-долгунца значительно сократились, лен по-прежнему остается основным источником натуральных волокон, производимых в Российской Федерации [1, 2].

В настоящее время льнопродукция широко используется в различных отраслях народного хозяйства – текстильной, авиационной, оборонной, лакокрасочной, строительной, пищевой, парфюмерной и других видах индустрии, в том числе в высокотехнологичных отраслях экономики [3, 4]. По данным Министерства сельского хозяйства, ежегодная потребность в льноволокне внутри страны составляет 130 тыс. тонн, тогда как фактически производится в 2,5 раза меньше¹. Оставляет желать лучшего и качество производимого волокнистого сырья. Все это отрицательно сказывается на расширении сфер его использования [5].

Важная роль в решении сырьевой проблемы принадлежит внедрению в производство новых сортов льна-долгунца, использование которых без дополнительных затрат позволяет на 25-30 % увеличить урожайность льнопродукции, улучшить качество льноволокна и повысить эффективность льноводства [6, 7, 8].

В связи с возрастающими требованиями сельскохозяйственного производства и легкой промышленности, усиливающимися в последнее время неблагоприятными агроклиматическими условиями, новые сорта, наряду с высокой продуктивностью волокна и семян, хорошим качеством волокна, должны обладать адаптивностью к региональным стрессовым экологическим факторам, быть устойчивыми к полеганию, грибным болезням, комплексу неблагоприятных факторов внешней среды [9, 10, 11, 12].

Решение этой задачи во многом зависит от ценности исходного материала. Чем разнообразнее исходные родительские формы по своим признакам, географическому происхождению, тем шире возможности отбора нужных форм из гибридного материала [13, 14, 15]. В этом случае особое значение приобретает изучение и использование мировой коллекции льна.

Мировая коллекция ВИР является богатейшим источником исходного материала для селекции льна, насчитывающая свыше 6 тысяч образцов². Она охватывает, практически, все генетическое разнообразие этой культуры, что позволяет создавать сорта, отвечающие различным требованиям селекции и производства [13, 16, 17]. Многие образцы из мировой коллекции имеют отдаленное географическое происхождение и обладают, как правило, генотипическим отличием от местных российских сортов. Включение в гибридизацию именно такого материала позволяет концентрировать в одном генотипе различные, в том числе и фенотипически слабые гены, и получать ценные трансгрессивные формы [18].

¹Баловой сбор льна-долгунца в Российской Федерации, тыс. тонн [Электронный ресурс]. URL: <http://agentstvo-len.ru/dinamika-proizvodstva-lnovolokna-i-penkovolokna-v-rossiyskoy-federatsii-tys-tonn> (дата обращения 02.04.2021).

²Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 162: Прядильные культуры (лен, конопля, кенаф). Л.: ВИР, 1975. 148 с.

Для ускорения и повышения результативности селекционного процесса необходимо предварительное изучение коллекционных образцов в конкретных природно-климатических условиях. Наиболее приспособленные к таким условиям генисточники используют в скрещиваниях [19, 20]. С этой целью в институте регулярно раз в три года формируется новый питомник экологического испытания коллекции.

Цель исследований – оценить новый генофонд льна-долгунца из коллекции ВИР по хозяйственно ценным признакам и выявить

образцы, перспективные в качестве исходного материала для практической селекции при создании высокопродуктивных и адаптивных к условиям Северо-Запада России сортов льна-долгунца.

Материал и методы. Исследования проводили на опытном поле Псковского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ лубяных культур в течение 2018-2020 гг. Объектом изучения являлись 20 образцов и сортов льна-долгунца из коллекции ВИР (табл. 1). Среди них 4 образца из России, 13 образцов из Китая, 2 – из Японии и 1 – из Польши.

Таблица 1 – Образцы коллекции льна-долгунца и их происхождение /

Table 1 – Samples of the fiber flax collection and their origin

№ по каталогу ВИР / VIR catalog No.	Название сорта или образца / Variety/accession	Происхождение / Origin
K-8651	V 51267	Китай / China
K-8661	Л-1 Согласие х Альфа / L-1 Soglasie x Al'fa	
K-8680	Л-2 Восход х Зарянка / L-2 Voskhod x Zaryanka	Россия, ВИР / Russia, VIR
K-8681	Л-3 Оршанский-2 х Тверца / L-3 Orshanskij-2 x Tverca	
K-8751	M 0226-1	
K-8754	Heiya 8	
K-8757	92199-6-5	Китай / China
K-8759	97192-79-8	
K-8760	97192-79	
K-8772	SJK 186	Польша / Poland
K-8777	Надежда / Nadezhda	Россия / Russia
K-8782	Honkei 28	Япония / Japan
K-8783	Hon Jku 350	Япония / Japan
K-8794	V 51004	
K-8795	у 7S12-13	
K-8796	H6i120	
K-8797	Vuan 2009-82	Китай / China
K-8874	M0269-1	
K-8877	M0329-10	
K-8880	wsh2-5-4	
Стандарт / Standard	Добрыня / Dobrynya	Россия, Псковский НИИСХ / Russia, Pskov Research Institute of Agriculture

В качестве стандарта использовался районированный в регионе раннеспелый сорт Добрыня селекции института.

Почва опытного участка – дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая на карбонатной морене со следующими агрохимическими показателями: pH_{sol.} 5,0-5,2, содержание подвижного фосфора (P₂O₅) – 140-270 мг/кг почвы, обменного калия (K₂O) – 89-167 мг/кг

почвы, гумуса – 2,3-2,6 %. Предшественник – многолетние травы. Система обработки почвы включала следующие агротехнические приемы: обработка поля от сорняков гербицидом сплошного действия Торнадо 500 с нормой расхода 1,5 л/га, зяблевая вспашка, ранневесенне боронование, предпосевная культивация с одновременным боронованием в 2 следа

и прикатывание. Под предпосевную культивацию вносили азофоску (16:16:16) – 1,5 ц/га.

Закладка опытов, проведение учетов и наблюдений проводились в соответствии с методическими указаниями^{3,4}.

Посев коллекционного питомника осуществлялся вручную. Образцы высевали рядовым способом с помощью специального маркера с междурядьями 10 см. Площадь делянки 1 м², повторность трехкратная. Норма высева – 8 г/м². Через каждые 6 делянок высевался стандарт – раннеспелый сорт Добрыня.

С целью выявления доноров устойчивости к фузариозу все образцы параллельно высевали на искусственно созданном фузариозном фоне по 50 семян каждого сорта в трехкратной повторности.

В период вегетации, в соответствии с методикой, проводили фенологические наблюдения, оценку образцов по устойчивости к полеганию, измерение высоты растений, фитопатологический анализ растений. Уборку урожая осуществляли вручную. В лабораторных условиях проводили учет урожая соломы и семян, содержание волокна в соломе определяли методом тепловой мочки.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методом дисперсионного анализа по Доспехову⁵ с использованием программы Microsoft Office Excel 2003, индекс условий среды (I_j) – по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell⁶.

Метеорологические условия 2018-2020 гг. существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, варьирующими в течение вегетационных периодов (табл. 2). Это позволило более полно проанализировать коллекцию льна-долгунца, выявить генотипические особенности изучаемых образцов в различных условиях среды и отобрать лучшие из них по продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам.

Период вегетации (май-август) 2018 г. характеризовался повышенным температурным фоном и недостаточным количеством выпавших осадков. Среднесуточные температуры воздуха по месяцам превышали среднемного-

летние данные на 0,5-3,6 %, а количество осадков составило 209 мм при норме – 317 мм, или 65,9 %. К тому же они носили неравномерный характер. В мае-июле наблюдался их дефицит, в августе количество осадков было в норме – 94 мм. Гидротермический коэффициент по Селянинову, который является интегральным показателем оценки влагообеспеченности растений, в целом за вегетационный период составил 0,95 при оптимуме 1,3-1,6⁷, что характеризует его как слабо засушливый. Все это оказалось негативное влияние на формирование урожайности льнопродукции и особенно льносемян.

Погодные условия вегетационного периода 2019 года были относительно благоприятными для роста и развития льна-долгунца. Среднесуточная температура воздуха в целом за вегетационный период составила 16,1 °C, сумма осадков – 282 мм, ГТК по Селянинову – 1,53. Эти показатели были на уровне среднемноголетних – соответственно 16,0 °C, 318 мм, 1,5. Вместе с тем в период вегетации они существенно варьировали (табл. 2). В период подготовки почвы к посеву льна-долгунца (конец апреля-начало мая) стояла теплая с незначительным количеством осадков погода, что способствовало проведению полевых работ. Среднемесячная температура воздуха в мае была на уровне среднемноголетней +12,3 °C, а количество осадков на 30,9 мм (50 %) больше нормы. Условия для появления всходов и начала вегетации были вполне удовлетворительными.

Июнь был жарким и сухим. Среднесуточная температура воздуха была на 3,3 °C выше средней многолетней, а осадков выпало всего 22 мм, или 23,9 % от нормы. При отсутствии дождей наблюдалась интенсивная потеря почвенной влаги. Гидротермический коэффициент за июнь составил всего 0,38, что характеризует этот период как сильно засушливый. Однако это не оказало заметного отрицательного влияния на рост и развитие льна-долгунца, так как выпавшие в конце мая значительные осадки создали достаточные запасы влаги в почве. В первой декаде июля выпало 56,9 мм осадков, что восстановило запасы влаги в почве.

³Методические указания ВИР по изучению коллекции льна-долгунца. Л.: ВИР, 1988. 29 с.

⁴Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. Тверь: Тверской гос. ун-т, 2014. 140 с.

⁵Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 416 с.

⁶Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 1966;6(1):38-40.

⁷Справочник льновода. М.: Россельхозиздат, 1969. 215 с.

Таблица 2 – Метеорологические условия в годы проведения исследований /
Table 2 – Meteorological conditions in the years of research

Год / Year	Месяц / Month				В среднем (в сумме) / On average (in total)	
	май / may	июнь / june	июль / july	август / august	май-август / may-august	июнь-июль / june-july
Среднесуточная температура, °C / Average daily temperature, °C						
2018	15,8	16,3	20,1	18,2	17,6	18,2
2019	12,4	19,1	16,4	16,3	16,1	17,8
2020	10,2	19,5	17,3	16,9	16,0	18,4
Среднемн. / Long-term averages	12,2	15,8	18,3	16,5	15,7	17,1
Среднемесячные осадки, мм / Average monthly precipitation, mm						
2018	18	50	45	96	209	95
2019	98	22	101	61	282	123
2020	46	43	67	50	206	110
Среднемн. / Long-term averages	55	92	76	94	317	168
ГТК / НТС						
2018	0,37	1,02	0,72	1,70	0,95	0,87
2019	2,55	0,38	1,99	1,21	1,53	1,18
2020	1,45	0,74	1,25	0,95	1,10	1,00
Среднемн./ Long-term averages	1,45	1,94	1,34	1,84	1,64	1,64

Июль был холодным и дождливым – среднесуточная температура воздуха (+16°C) была на 1,9 °C ниже среднего многолетнего значения, а осадков выпало 133 % от нормы. Первая декада августа также была прохладной – среднесуточная температура воздуха составила +14,6 °C, что на 3,7 °C ниже нормы, вторая и третья декады августа по этим показателям были близки к норме. Осадков за месяц выпало 65 мм при норме 94 мм. Создавшиеся условия задерживали развитие и созревание растений, однако отрицательного влияния на формирования урожая льнопродукции не оказали.

Погодные условия вегетационного периода 2020 г. складывались не вполне благоприятно для роста и развития льна-долгунца. Среднесуточная температура воздуха в целом за вегетационный период была на уровне среднемноголетней +16,0 °C, сумма осадков составила 206 мм – 65 % от нормы, гидротехнический коэффициент по Селянинову – 1,10.

В мае среднесуточная температура (10,1 °C) воздуха была на 2,1 °C ниже среднемноголетней, а осадков выпало 62 % от нормы (ГТК = 1,45). Особенно неблагоприятной была погода во 2 декаде, когда среднесуточная температура воздуха составила 6,5 °C и выпала

большая часть месячных осадков (82 %). Условия увлажнения были избыточными (ГТК = 5,81). Все это затрудняло проведение весенне-полевых работ и отрицательно влияло на первоначальное развитие растений. Всходы появились лишь на 14 день после посева.

Июнь был жарким и сухим. Среднесуточная температура воздуха была на 3,5 °C выше среднемноголетней, а осадков выпало 43,5 мм, или 50 % от нормы, ГТК составил 0,74, что характеризует этот период как сильно засушливый. Особенно засушливыми были 2 и 3 декады, когда ГТК был равен соответственно 0,44-0,19. Такая же погода наблюдалась и в течение 1-2 декад июля (ГТК= 0,34-0,33). Сложившиеся в июне-начале июля метеоусловия совпали с периодом быстрого роста льна-долгунца, что отрицательно повлияло на высоту растений и, в конечном счете, на урожайность льнопродукции. Среднемесячная температура августа была на уровне среднемноголетней – 16,9 °C, осадков выпало 50 мм – 53 % от нормы. Условия для формирования и созревания семян, уборки урожая были благоприятными.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия 2018-2020 гг. существенно разли-

чались и оказывали неодинаковое влияние на формирование отдельных признаков и урожайности льнопродукции. Наиболее благоприятным для формирования урожайности льносоломы был 2019 г. ($I_j = +52,3$), худшим – 2020 г. ($I_j = -50,3$). Среднесортовая урожайность льносоломы в 2019 г. составила 856 г/м², в 2020 и 2018 гг. – соответственно 781 и 733 г/м². По влиянию на формирование урожайности льносемян худшими абиотические условия среды сложились в 2018 г. ($I_j = -33,9$), лучшими – в 2020 г. ($I_j = +20,5$), в 2019 г. индекс условий среды был положительным (+13,4). Соответствующим образом

изменялась урожайность льносемян. В 2018 г. она составила 107 г/м², в 2019 и 2020 гг. – соответственно 154 и 161 г/м². По влиянию на урожайность льноволокна индекс условий среды был положительным в 2018 г. ($I_j = +24,3$) и 2019 г. ($I_j = +6,5$), отрицательным – в 2020 г. ($I_j = -30,8$). Соответственно среднесортовая урожайность льноволокна в 2018-2019-2020 гг. составила 257-239-202 г/м².

На основании двухфакторного дисперсионного анализа определена доля влияния генотипа и абиотических условий на признаки и урожайность льна долгунца, которые значительно отличаются между собой (табл. 3).

*Таблица 3 – Влияние генотипа и условий года на признаки и урожайность льна (2018-2020 гг.) /
Table 3 – Influence of the genotype and conditions of the year on flax characteristics and yield (2018-2020)*

Признак / Character	Доля влияния, % / Share of influence, %		Сочетание факторов / Combination of factors	Случайная изменчивость/ Random variation
	генотип / genotype	год / year		
Вегетационный период / Growing season	52,8*	35,6*	7,5	4,1
Высота растений / Plant height	37,8*	59,6*	9	3,9
Содержание волокна / Fiber content	36,9*	55,1*	6,2	1,8
Масса соломы / Straw weight	46,7*	39,9*	10,9	2,5
Масса семян / Seed weight	28,5*	60*	6,9	4,6
Масса волокна / Fiber mass	67,2*	26,7*	5,4	0,7

* Достоверно при 95 % уровне значимости / * Statistically significant by 95 % significance value

Изучение выборки из коллекции ВИР, состоящей из 20 образцов различного происхождения (4 – Россия, 13 – Китай, 2 – Япония, 1 – Польша), выявило значительное разнообразие по морфологическим, биологическим и хозяйствственно ценным признакам (табл. 4).

Продолжительность вегетационного периода у изучаемых сортообразцов за годы исследований варьировала в пределах 64-81 суток. Наибольшим межсортовым варьированием данного показателя ($CV = 20\%$) было в 2018 г., в котором среднесуточная температура воздуха за май-август на 1,9 °C превышала среднемноголетние данные, а осадков выпало 66 % от нормы. В 2019 г. коэффициент вариации продолжительности вегетационного периода составил 13,5%, в 2020 г. – 13,1 % при средней длине вегетационного периода соответственно 80, 76 и 67 суток. Внутрисортовое варьирование этого признака было незначительным 4,4-9,7 %, у отдельных образцов он в значительной

степени зависел от условий года. Например, образец К-8794 (Китай) имел вегетационный период в 2018 г. 80 суток, в 2019 – 76 суток и в 2017 – 66 суток ($CV = 9,7\%$). Образец К-8877 (Китай) в 2018 г. достигал ранней желтой спелости за 80 суток, в 2019 г. – за 73, в 2020 г. – за 66 суток ($CV = 8,5\%$).

Вместе с тем ряд образцов, несмотря на различающиеся погодные условия, имели более стабильный по годам вегетационный период. К ним относятся образцы К-8681 (Россия) – 77-84 суток ($CV = 4,4\%$), К-8782 (Япония) – 69-72 суток ($CV = 5,6\%$). У сорта стандарта Добриня продолжительность вегетационного периода в среднем за годы исследований составила 70 суток ($CV = 5,4\%$). Методом двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что продолжительность вегетационного периода в большей степени зависела от генотипа (52,8 %), но и влияние погодных условий тоже статистически значимо (35,6 %).

Таблица 4 – Характеристика коллекционных образцов льна-долгунца по отдельным хозяйственным признакам (2018-2020 гг.) /
Table 4 – Characteristics of collection accessions of fiber flax according to individual agronomic valuable characters (2018-2020)

№ по каталогу VIR / No.	Название образца / Accession name	Общая высота растений / Total plant height		Устойчивость к полеганию, балл / Resistance to lodging, score		Вес соломы / Straw weight		Вес семян / Seed weight		Содержание волокна / Fiber content, %		Длина вегетационного периода / Length of the growing season	
		см ± K см. ± to the st.	см ± K см. ± to the st.	см ² /M ² % to the st.	см ² /M ² % to the st.	г/м ² g/m ²	% к ст. % to the st.	г/м ² g/m ²	% к ст. % to the st.	см/ days	см/ days	± K см. ± to the st.	
K-8651	V 51267	89	+7	5*	850	125*	146	98	31,2	83	74	+4	
K-8661	Л-1 Согласие х Алтын / L-1 Soglasie x Al'fa	85	+3	5*	743	109	152	102	33,1*	76	72	+2	
K-8680	Л-2 Восход х Заринка / L-2 Voskhod x Zaryanka	83	+1	4,7	633	93	164	110*	33,4*	97*	68	-2*	
K-8681	Л-3 Орианский-2 х Тверца / L- 3 Orshanskij-2 x Tverca	103	+21*	4,3	940	138*	141	95	24,6	95*	81	+11	
K-8751	M 0226-1	95	+13*	4,7	853	125*	116	78	29,1	93	75	+5	
K-8754	Heiya 8	92	+10*	4,3	783	115	131	88	25,9	81	77	+7	
K-8757	92199-6-5	90	+8	4,7	757	111	122	82	25,7	98*	73	+3	
K-8759	97192-79-8	84	+2	5*	733	108	130	87	32,9*	98*	72	+2	
K-8760	97192-79	89	+7	5*	793	116	136	91	33,2*	95*	74	+4	
K-8772	SIK 186	89	+7	4,3	843	124*	164	110*	26,2	67	74	+4	
K-8777	Надежда / Nadezhda	87	+5	4,7	807	118	122	82	30,8	93	71	+1	
K-8782	Honkei 28	73	-9	4	543	78	152	102	24,2	92	68	-2*	
K-8783	Hon Jku 350	69	-13	4,3	533	78	183	123*	26,6	76	68	-2*	
K-8794	V 51004	96	+14*	4,7	903	132*	117	78	27,1	97*	74	+4	
K-8795	y 7S12-13	93	+11*	5	940	138*	150	101	28,8	80	77	+7	
K-8796	H61120	76	-6	5	660	97	155	104	35*	81	71	+1	
K-8797	Vuan 2009-82	90	+8	5	840	123	153	103	31,5	89	76	+6	
K-8874	M0269-1	92	+10*	5	953	140*	120	81	27,1	77	77	+7	
K-8877	M0329-10	89	+7	5	767	113	131	88	32,2	95*	73	+3	
K-8880	wsh2-54	92	+10*	4,7	853	125*	143	96	30,9	95*	74	+4	
Стандарт / standard	Добрый / Dobrynya	82	-	5	681	100	149	100	35,4	92	70	-	
	HCP ₀₅ / LSD ₀₅	4	-		140	-	15	-	2,3	-	3,8	-	

* - достоверно при 95 % уровне значимости / statistically significant by 95 % significance value

В целом по результатам трех лет изучения выделено три раннеспелых образца К-8680 (Россия), К-8782, К-8783 (Япония), которые созревали на трое суток раньше стандарта и имели вегетационный период 67 дней (табл. 3). Выделенные образцы будут использованы в скрещиваниях как источники скороспелости.

Высота растений. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа этот признак определяется в основном погодными условиями (59,6 %), но и влияние генотипа велико (37,8 %). Общая высота растений варьировала за годы исследований в пределах 70-120 см, а по средним данным за три года 69-103 см, при среднем значении по опыту – 82 см. Коэффициент вариации данного признака по годам у изучаемых генотипов находился на уровне 8,5-24,4 %, что также подтверждает его зависимость от погодных условий. По результатам трехлетних испытаний по высоте растений существенно превзошли стандарт – сорт Добриня (82 см) 14 сортообразцов на 5-21 см (6-25 %). Самыми высокорослыми среди них были образцы К-8681 – 103 см (Россия), К-8751 – 95 см, К-8794 – 96 см, К-8795 – 93 см и К-8754 – 92 см (Китай), превысившие стандарт на 12-25 %. К тому же они отличались и относительно большей стабильностью по годам ($CV = 14-15,6\%$). Эти образцы могут быть использованы в селекционной работе в качестве источников высокорослости растений.

Урожайность льносоломы. Как показали результаты дисперсионного анализа, генотип и среда оказывали примерно равное влияние на проявление данного признака – соответственно 46,7 и 39,9 %. Степень варьирования образцов по годам исследований по этому признаку заметно различалась ($CV = 1,0-21,4\%$), но для большинства из них характерна средняя степень изменчивости. Урожайность льносоломы у стандартного сорта Добриня в среднем за три года составила 681 г/м² (табл. 4). По этому показателю достоверно превысили стандарт на 23-40 % 9 генотипов: К-8681 (Россия), К-8772 (Польша), К-8651, К-8751, К-8794, К-8795, К-8797, К-8874, К-8880 (Китай). Среди последних 6 образцов: К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8874, К-8880 (Китай) отличались стабильностью по годам с коэффициентом вариации 2,1-4,6 %.

Содержание волокна в стеблях льна-долгунца является определяющим показателем

при оценке волокнистой продукции. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа этот признак определяется в основном абиотическими условиями среды (55,1 %), однако и влияние генотипа значимо (36,9 %) (табл. 3), о чем свидетельствуют и значения коэффициентов вариации ($CV = 6,0-21,5\%$). Наиболее благоприятными для формирования этого признака погодные условия сложились в 2018 г. ($ГТК = 0,95$), в котором содержание волокна у образцов было наиболее высоким. У стандарта сорта Добриня оно составило 38,3 %, у остальных варьировало в пределах 26,8-37,5 % (в среднем 32,8 %). Наименьшее содержание волокна наблюдалось в засушливом 2020 г. ($ГТК = 1,1$) – 23,7-34,4 %, у сорта Добриня – 33 %. У двух образцов К-8796 и К-8877 из Китая оно превысило стандарт соответственно на 0,3-1,4 %, а также среднее содержание волокна по опыту на 3,5-4,6 %. Это может свидетельствовать об устойчивости данных сортообразцов по этому показателю к стрессовым условиям, вызванным недостаточным количеством осадков в период быстрого роста льна (65 % от нормы) и более высоким температурным режимом (табл. 2). По трехлетним данным, из набора генотипов ни один образец не превысил по содержанию волокна высоковолокнистый стандарт – сорт Добриня (35,4 %). Только у одного сортообразца К-8796 (Китай) оно было на уровне стандарта – 35,0 %.

Урожайность льноволокна является конечным показателем продуктивности льна-долгунца. Как показали результаты дисперсионного анализа, в ее формировании решающую роль играет генотип (67,2 %) и в меньшей степени, хотя и достоверно, погодные условия (26,7 %). Это имеет большое значение для селекции, так как урожайность льносоломы и содержание волокна в большей степени подвержены влиянию погоды. Степень изменчивости данного признака у изучаемых образцов была на среднем уровне, коэффициент вариации находился в пределах 7-20 %. Наиболее благоприятные для формирования урожая льноволокна метеоусловия сложились, как и по содержанию волокна, в 2018 г. ($I_j = +24,3$), худшие – в 2020 г. ($I_j = -30,8$). В 2019 г. индекс среды был также положительным +6,5. Среднесортовая урожайность в 2018 г. составила 257 г/м², в 2019 г. – 239 г/м² и в 2020 г. –

202 г/м². У сорта-стандарта Добрыня она была по годам соответственно 273-236-215 г/м². В благоприятном по погодным условиям 2018 г. достоверно превысили стандарт 4 образца из Китая: К-8880, К-8874, К-8797 и К-8760. Урожайность льноволокна у них на 11-17 % превышала стандарт (273 г/м²). В 2019 г. сорт-стандарт превысили образцы К-8795 (Китай) и К-8651 (Россия). В неблагоприятном 2020 г. сортообразцы К-8880, К-8874, К-8795, К-8661, К-8651 достоверно превышали стандарт (215 г/м²) на 8-42 %, а среднесортовую по опыту (231,8 г/м²) на 1-32 %. Это свидетельствует об устойчивости последних образцов к сложившейся стрессовой ситуации.

В среднем за годы исследований выделено 6 сортообразцов, достоверно превысивших по урожайности льноволокна стандарт Добрыня (241 г/м²) на 8-14 %. К ним относятся К-8651, К-8760, К-8795, К-8797, К-8874, К-8877. Все они из Китая. Характерно, что эти сортообразцы показывали высокую продуктивность как в благоприятные, так и неблагоприятные по климатическим условиям годы, что свидетельствует об их пластичности, то есть способности сохранять ее при изменяющихся условиях среды.

Урожайность семян льна-долгунца является важным показателем, особенно при двустороннем использовании данной культуры. На основе двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что урожайность семян в большей степени зависела от погодных условий (60 %) и в меньшей от генотипа (28,5 %) (табл. 3). Благоприятными для формирования урожая семян были метеоусловия 2020 г. ($I_j = +20,5$) и 2019 г. ($I_j = +13,4$), когда в период созревания семян стояла теплая и сухая погода ($\text{ГТК} = 0,95-1,21$). Среднесортовая урожайность в 2020 г. составила 161,4 г/м², в 2019 г. – 154,4 г/м², у сорта Добрыня соответственно 153 и 166 г/м². Неблагоприятным для урожайности семян сложился 2018 г., когда в августе ($\text{ГТК} = 1,7$) осадков выпало почти в 2 раза больше, а среднесуточная температура на 1,7 °C была выше, чем в благоприятные годы. Среднесортовая урожайность семян в этот год была наименьшей – 128,6 г/м² при средней по опыту 141 г/м². Ни один сортообразец в 2018 г. по урожайности семян не превысил среднюю по опыту. Это свидетельствует о том, что среди изучаемых генотипов нет образцов, устойчи-

вых к данным экстремальным условиям. Разброс коэффициента вариации по урожайности семян был достаточно велик – от 5,9 до 33,9 %, и здесь влияние условий среды и случайной изменчивости на данный признак является довольно высоким.

Урожайность льносемян у сорта-стандарта Добрыня в среднем за три года была довольно высокой – 149 г/м². По этому показателю выделено только три образца, которые достоверно превысили его на 10-23 %: К-8680 (Россия), К-8772 (Польша) и К-8782 (Япония).

Устойчивость к полеганию. Важным требованием, которое предъявляется к новым сортам, является устойчивость к полеганию. Она обуславливает пригодность сорта к механизированной уборке и обеспечивает получение льнопродукции высокого качества. На основании изучения коллекции выделено 9 образцов льна-долгунца, имеющих максимальную устойчивость к полеганию (5,0 баллов): К-8661 (Россия), К-8651, К-8759, К-8760, К-8795, К-8796, К-8797, К-8874, К-8877 (Китай). Они не полегали во все годы исследований, в том числе и в относительно влажный 2019 г. ($\text{ГТК} = 1,53$). Такую же устойчивость к полеганию имел и стандартный сорт Добрыня. Все они могут быть использованы в скрещиваниях в качестве источников устойчивости к полеганию.

Устойчивость к болезням. Селекция льна-долгунца на устойчивость к болезням в настоящее время продолжает оставаться наиболее радикальным и безопасным средством защиты урожая. Наиболее распространенным и вредоносным заболеванием льна-долгунца является фузариозное увядание. На основании изучения коллекции выявлены 8 сортообразцов, которые обладали высокой устойчивостью к фузариозу (95-98 %) – К-8680, К-8681 (Россия) и К-8757, К-8759, К-8760, К-8794, К-8877, К-8880 (Китай). Они отличались по данному признаку стабильностью по годам, имели низкий коэффициент вариации ($CV = 1,7-5,4\%$). Остальные изучаемые образцы поражались в более сильной степени.

Наибольшую ценность для селекции имеют источники, характеризующиеся комплексом хозяйственно ценных признаков. По результатам исследований за 2018-2020 гг. среди изучаемых сортообразцов выявлено два таких источника китайской селекции – К-8760 (высота растений, урожайность соломы и

волокна, устойчивость к полеганию и фузариозу) и К-8880 (высота растений, урожайность соломы и волокна, устойчивость к фузариозу). Сортообразцы К-8760 и К-8880 пре-восходили стандартный сорт Добриня по высоте растений на 7-10 см (8,5-12,2 %), урожайности соломы – на 112-172 г/м² (24-25 %), урожайности волокна – на 23 г/м² (9,5 %). Они отличались также высокой устойчивостью к фузариозу (95 %), образец К-8760 – высокой устойчивостью к полеганию (5 баллов).

Выходы. В результате испытания (2018-2020 гг.) 20 сортообразцов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции из коллекции ВИР установлено, что степень влияния генотипа и абиотических условий вегетационного периода на формирование отдельных признаков и продуктивности льна-долгунца заметно различалась. Абиотические условия в большей степени влияли на высоту растений (59,6 %), урожайность семян (60 %) и содержание волокна в растениях (55,1 %), но и влияние генотипа на эти показатели было значимым. Доля генотипа преобладала в формировании урожайности волокна (67,2 %) и продолжительности вегетационного периода (52,8 %). Все это отразилось на изменчивости признаков по годам исследований и размахе их варьирования. Выявлен ценный и пластичный исходный материал для практической селекции с целью создания новых сортов с признаками: раннеспелости – К 8680 (Л-2 Восход х Зарянка) Россия; К-8782 (Honkei 28), К-8783 (Hon Jku 350) – Япония, которые созревали на

трое суток раньше стандарта Добриня и имели вегетационный период 67 дней; продуктивности – К-8651 (V-51267), К-8760 (97192-79), К-8795 (у-7S12-13), К-8797 (Yuan 2009-82), К-8874 (M0269-1), К-8877 (M0329-10) – Китай, достоверно превысившие по урожайности волокна сорт Добриня (241 г/м²) на 8-14 %. Генотипы, выделившиеся по высоте растений – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8754 (Китай); по урожайности льносоломы – К-8681 (Россия), К-8751, К-8794, К-8795, К-8874, К-8880 (Китай), по урожайности семян – К-8680 (Россия), К-8772 (Польша), К-8782 (Япония), по устойчивости к полеганию – К-8661 (Россия), К-8651, К-8759, К-8760, К-8795, К-8796, К-8797, К-8874, К-8877 (Китай), по устойчивости к болезням – К-8680, К-8681 (Россия), К-8757, К-8759, К-8760, К-8794, К-8877, К-8880 (Китай), признаны перспективными для использования в селекционной работе в качестве источников улучшения основных хозяйствственно ценных признаков. Выделено два генотипа из Китая с комплексом хозяйствственно ценных признаков – К-8760 (высота растений, урожайность соломы и волокна, устойчивость к полеганию и фузариозу) и К-8880 (высота растений, урожайность соломы и волокна, устойчивость к фузариозу). Использование в селекционной практике выявленных генисточников ускорит создание сортов, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев льна-долгунца, а использование их в производстве будет способствовать решению сырьевой проблемы.

Список литературы

1. Рожмина Т. Н., Понажев В. П. Состояние и перспективы развития льняного сектора России. Вестник РАЕН. 2015;15(1):59-63. Режим доступа: <https://raen.info/publisher/vestnik/2015/nomer-1.html>
2. Смирнова Л. А., Поздняков Б. А., Рожмина Т. А., Понажев В. П., Павлова Л. Н. Льняной комплекс России: факторы и условия эффективного развития. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 142 с.
3. Ущаповский И. В., Новиков Э. В., Басова Н. В., Безбабченко А. А., Галкин А. В. Системные проблемы льнокомплекса России и зарубежья, возможности их решения. Молочнохозяйственный вестник. 2017;1(25):166-186. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28914488>
4. Jhala A. J., Hall L. M. Flax (*Linum usitatissimum* L.): current uses and future applications. Aust J Basic Appl Sci. 2010;4(9):4304-4312. URL:
https://www.researchgate.net/publication/228952435_Flx_Linum_usitatissimum_L_Current_uses_and_future_applications
5. Рожмина Т. А., Павлова Л. Н., Понажев В. П., Захарова Л. М. Льняная отрасль на пути к возрождению. Защита и карантин растений. 2018;(1):3-8. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32368923>
6. Рожмина Т. А., Жученко А. А. мл., Мельникова Н. В., Смирнова А. Д. Устойчивость образцов генофонда льна к эдафическому стрессу. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(2):133-140. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.133-140>
7. Павлова Л. Н., Герасимова Е. Г., Румянцева В. Н., Кудрявцева Л. П. Новые сорта льна-долгунца – основа повышения эффективности отрасли льноводства. Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. Тверь: Твер. гос. универ., 2018. С. 23-25.

8. Степин А. Д., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н. В. Внедрение новых сортов льна-долгунца Псковской селекции в производство. Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: сб. мат-лов Междунар. научн.-практ. конф. Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2016. С. 66-71.
9. Рожмина Т. А., Сорокина О. Ю., Киселева Т. С., Смирнова М. И., Смирнова А. Г. Скрининг образцов коллекции льна по его устойчивости к стрессовым факторам среды. Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. Тверь: Твер. гос. универ., 2018. 302 с.
10. Павлова Л. Н. Результаты и направления селекционной работы во ВНИИЛ. Льноводство: реалии и перспективы: мат-лы Междунар. научн.-практ. конф. РУП «Институт льна». Могилев, 2013. С. 31-35.
11. Степин А. Д., Рысов М. Н., Кострова Г. А., Уткина С. В. Основные направления и результаты научных исследований Псковского НИУ по селекции льна-долгунца. Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2019;(2):14-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41309097>
12. Jacobsz M. J., Van der Merwe W. J. C. Production guidelines for flax (*Linum usitatissimum* L.). South Africa: Departament of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2012. 29 р.
13. Жученко А. А., Рожмина Т. А., Понажев В. П., Павлова Л. Н., Тихомирова В. Я., Сорокина О. Ю., Павлов Е. И., Поздняков Б. А., Усанова З. И. Эколо-генетические основы селекции льна-долгунца. Тверь: Твер. Гос. ун-т, 2009. С. 272.
14. Рожмина Т. А., Рыжов А. И., Куземкин И. А., Киселева Т. С. Внутривидовое разнообразие льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) и его роль в решении проблемы создания отечественной сырьевой базы. Достижения науки и техники АПК. 2017;(12):17-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301742>
15. Голуб И. А., Иванова Е. В. Исходный материал льна-долгунца различного эколого-географического происхождения в селекции на продуктивность. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2012;(1):56-59. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30765889>
16. Кутузова С. Н. Генетические основы селекции льна на устойчивость к ржавчине. СПб.: ВИР, 2014. 172 с.
17. Трабурова Е. А., Рожмина Т. А. Изучение коллекционных образцов коллекции льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.). Достижения науки и техники АПК. 2018;32(11):40-42.
- Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36730423>
18. Попова Г. А., Мичкина Г. А., Рогальская Н. Б., Трофимова В. М. Поиск генотипов льна-долгунца с цennыми признаками из коллекции ВИР. Достижения науки и техники АПК. 2012;(5):3-5.
- Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17734087>
19. Степин А. Д., Рысева Т. А., Уткина С. В., Романова Н. В. Оценка образцов льна-долгунца из коллекции ВИР и выделение генисточников продуктивности, устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам внешней среды. Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(2):14-20. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35333196>
20. Кощеева Н. С., Лыскова И. В., Баталова Г. А., Краева С. Н. Исходный материал для селекции льна-долгунца в условиях Волго-Вятского региона. Российская сельскохозяйственная наука. 2017;(3):6-9. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29160060>

References

1. Rozhmina T. N., Ponazhev V. P. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya l'nyanogo sektora Rossii*. [Condition and prospects of development of linen sector of Russia]. *Vestnik RAEN*. 2015;15(1):59-63. (In Russ.). URL: <https://raen.info/publisher/vestnik/2015/nomer-1.html>
2. Smirnova L. A., Pozdnyakov B. A., Rozhmina T. A., Ponazhev V. P., Pavlova L. N. *L'nyanoy kompleks Rossii: faktory i usloviya effektivnogo razvitiya*. [Flax complex of Russia: factors and conditions of effective development]. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2013. 142 p.
3. Ushchapovskiy I. V., Novikov E. V., Basova N. V., Bezbabchenko A. A., Galkin A. V. *Sistemnye problemy l'nokompleksa Rossii i zarubezh'ya, vozmozhnosti ikh resheniya*. [System problems of flax growing in russia and abroad, the possibilities of their solution]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik*. 2017;1(25):166-186. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28914488>
4. Jhala A. J., Hall L. M. Flax (*Linum usitatissimum* L.): current uses and future applications. *Aust J Basic Appl Sci*. 2010;4(9):4304-4312. URL: <https://www.researchgate.net/publication/228952435 Flax Linum usitatissimum L Current uses and future applications>
5. Rozhmina T. A., Pavlova L. N., Ponazhev V. P., Zakharova L. M. *L'nyanaya otrasl' na puti k vozrozhdeniyu*. [Linen industry on the way to revival]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2018;(1):3-8. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32368923>
6. Rozhmina T. A., Zhuchenko A. A. ml., Mel'nikova N. V., Smirnova A. D. *Ustoichivost' obraztsov genofonda l'na k edaficheskому stressu*. [Resistance of flax gene pool samples to edaphic stress caused by low acidity]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(2):133-140. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.2.133-140>

7. Pavlova L. N., Gerasimova E. G., Rumyantseva V. N., Kudryavtseva L. P. *Novye sorta l'na-dolguntsa – osnova povysheniya effektivnosti otrazli l'novodstva*. [New fiber flax varieties as the basis for improving the efficiency of the flax growing industry]. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: nauch. posobie*. [Scientific support for the production of textile crops: state, problems and prospects: Scientific manual.]. Tver': Tver. gos. univer., 2018. pp. 23-25.
8. Stepin A. D., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. *Vnedrenie novykh sortov l'na-dolguntsa Pskovskoy selektsii v proizvodstvo*. [Introduction of new varieties of fiber flax of the Pskov selection into production]. *Innovatsionnye razrabotki dlya proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: sb. mat-lov Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* [Innovative developments for the production and processing of bast crops: Collection of materials of the International scientific and practical Conference]. Tver': FGBNU VNIIML, 2016. pp. 66-71.
9. Rozhmina T. A., Sorokina O. Yu., Kiseleva T. S., Smirnova M. I., Smirnova A. G. *Skrining obraztsov kollektsi l'na po ego ustoychivosti k stressovym faktoram sredy*. [Screening of flax collection samples for its resistance to environmental stress factors]. *Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: nauch. posobie*. [Scientific support for the production of textile crops: state, problems and prospects: Scientific manual]. Tver': Tver. gos. univer., 2018. 302 p.
10. Pavlova L. N. *Rezul'taty i napravleniya selektsionnoy raboty vo VNIIIL*. [Results and directions of selection work at VNIIIL]. *L'novodstvo: realii i perspektivy: mat-ly Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. RUP «Institut l'na*. [Flax growing: realities and prospects: Proceedings of the International scientific and practical Conference of RUE "Flax Institute"]. Mogilev, 2013. pp. 31-35.
11. Stepin A. D., Rysev M. N., Kostrova G. A., Utkina S. V. *Osnovnye napravleniya i rezul'taty nauchnykh issledovanii Pskovskogo NIU po selektsii l'na-dolguntsa*. [Main directions and results of scientific research of Pskov National Research University on the selection of fiber flax]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2019;(2):14-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41309097>
12. Jacobsz M. J., Van der Merwe W. J. C. Production guidelines for flax (*Linum usitatissimum* L.). South Africa: Departament of Agriculture, Forestry and Fisheries. 2012. 29 p.
13. Zhuchenko A. A., Rozhmina T. A., Ponazhev V. P., Pavlova L. N., Tikhomirova V. Ya., Sorokina O. Yu., Pavlov E. I., Pozdnyakov B. A., Usanova Z. I. *Ekologo-geneticheskie osnovy selektsii l'na-dolguntsa*. [Ecological and genetic bases of fiber flax breeding]. Tver': Tver. Gos. un-t, 2009. pp. 272.
14. Rozhmina T. A., Ryzhov A. I., Kuzemkin I. A., Kiseleva T. S. *Vnutrividovoe raznoobrazie l'na kul'turnogo (Linum usitatissimum L.) i ego rol' v reshenii problemy sozdaniya otechestvennoy syr'evoy bazy*. [Intraspecific variety of *Linum usitatissimum* L. and its role in the decision of a problem of raw maintenance of the country]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2017;(12):17-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32301742>
15. Golub I. A., Ivanova E. V. *Iskhodny material l'na-dolguntsa razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v selektsii na produktivnost'*. [Source material of fiber flax of various ecological and geographical origin in breeding for productivity]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2012;(1):56-59. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30765889>
16. Kutuzova S. N. *Geneticheskie osnovy selektsii l'na na ustoychivost' k rzhavchine*. [Genetic bases of flax breeding for rust resistance]. Saint-Petersburg: VIR, 2014. 172 p.
17. Traburova E. A., Rozhmina T. A. *Izuchenie kollektionsykh obraztsov kollektsi l'na-dolguntsa (Linum usitatissimum L.)*. [Examination of collection samples of flax (*Linum usitatissimum* L.)]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2018;32(11):40-42. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36730423>
18. Popova G. A., Michkina G. A., Rogal'skaya N. B., Trofimova V. M. *Poisk genotipov l'na-dolguntsa s tsennymi priznakami iz kollektsi VIR*. [Search for genotypes of flax with valuable characteristics from the collection of Vavilov research institute of plant industry]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2012;(5):3-5. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17734087>
19. Stepin A. D., Ryseva T. A., Utkina S. V., Romanova N. V. *Otsenka obraztsov l'na-dolguntsa iz kollektsi VIR i vydelenie genistochnikov produktivnosti, ustoychivosti k boleznyam i neblagopriyatnym faktoram vneshej sredy*. [Evaluation of fiber flax samples from the VIR collection and identification of sources of productivity, resistance to diseases and adverse environmental factors]. *Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2018;(2):14-20. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35333196>
20. Koshcheeva N. S., Lyskova I. V., Batalova G. A., Kraeva S. N. *Iskhodnyy material dlya selektsii l'na-dolguntsa v usloviyah Volgo-Vyatskogo regiona*. [Initial material for breeding of long-fibred flax in conditions of Volga-Vyatka region]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* = Russian Agricultural Sciences. 2017;(3):6-9. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29160060>

Сведения об авторах

✉ **Степин Александр Дмитриевич**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зам. директора обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: otdellna@yandex.ru

Рысов Михаил Николаевич, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9291-7593>

Рысева Тамара Андреевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>

Уткина Светлана Владимировна, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7006-6713>

Романова Надежда Владимировна, научный сотрудник лаборатории селекционных технологий обособленного подразделения Псковский НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мира, д. 1, дер. Родина, Псковского района, Псковской области, Российская Федерация, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4661-7810>

Information about the authors

✉ **Alexander D. Stepin**, PhD in Agricultural science, leading researcher, deputy director of the separate division Pskov Research Institute of Agriculture of Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federaton, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9009-878X>, e-mail: otdellna@yandex.ru

Mikhail N. Rysev, PhD in Agricultural science, leading researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture of Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federaton, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9291-7593>

Tamara A. Ryseva, PhD in Agricultural science, leading researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture of Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federaton, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5420-8419>

Svetlana V. Utkina, senior researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture of Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federaton, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7006-6713>

Nadezhda V. Romanova, researcher, the Laboratory of Breeding Technologies, the separate division Pskov Research Institute of Agriculture of Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 1, Mira street, v. Rodina, Pskov district, Pskov region, Russian Federaton, 180559, e-mail: info.psk@fnclk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4661-7810>

✉ – Для контактов / Corresponding author



Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны

© 2021. Е. П. Шкодина

ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр
Российской академии наук», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Необходимость восстановления молочного поголовья крупного рогатого скота и кормовой базы в Северо-Западном регионе РФ требует новых источников кормов с высокими показателями урожайности и питательности. Цель работы – изучить возможность интродукции сорго сахарного в регион для использования на кормовые цели. Исследования проводили в 2017-2020 гг. в условиях Новгородской области. На делянках площадью 10 м² в третьей декаде мая высевали сорго сахарное (гибрид первого поколения Силосное 88, сорт Галия, линия Ларец), предшественники – картофель (2017, 2018, 2020 гг.) и викоовсяная смесь (2019 г.). Установлена способность сорго сахарного в неблагоприятных погодных условиях останавливаться в развитии и впадать в спячку, при улучшении погоды возобновлять вегетацию. Интенсивный рост растений приходился на конец июля-августа со среднесуточным приростом 1,9-5,0 см. К концу августа высота растений достигала 245-280 см, урожайность зеленой массы – 110 т/га (гибрид Силосное 88), 139,2 т/га (сорт Галия), 136 т/га (линия Ларец). В экстремальных условиях 2017 г. урожайность зеленой массы сорго составила 21 т/га. Сбор с 1 га сухого вещества (СВ) достигал 6,8-13,4 т/га. Содержание протеина в СВ составило 8,4-11,5 %, выход кормовых единиц – 0,76-0,82 кг/кг, обменной энергии 9,7-10,1 МДж/кг. Сорго сахарное обладает отставностью, в условиях Новгородской области урожайность зеленой массы от двух укосов (конец июля, август-сентябрь) была ниже (23,3-46,7 т/га), чем от одного в конце августа-сентября (44,3-139,2 т/га). Линия Ларец вступала в фазы вегетации позже на 5-27 дней, чем гибрид Силосное 88 и сорт Галия. Вегетационный период сорго сахарное заканчивало в фазе «выметывание-цветение». Таким образом, установлена высокая пластичность и приспособляемость сорго сахарного к неблагоприятным климатическим условиям зоны и перспективность для использования в кормопроизводстве.

Ключевые слова: сорго сахарное, интродукция, урожайность, питательность, динамика роста, зеленый конвейер

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (тема № 0681-2019-0001, рег. № НИОКР АААА-А19-119082290041-7).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Автор благодарит ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» и лично заведующего лабораторией селекции и первичного семеноводства сорго кандидата с.-х. наук А. Б. Володина за предоставленный семенной материал и плодотворное сотрудничество.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шкодина Е. П. Биологические основы выращивания сорго на Северо-Западе Нечерноземной зоны. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):531-541. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>

Поступила: 15.03.2021

Принята к публикации: 30.07.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone

© 2021. Elena P. Shkodina

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
Saint Petersburg, Russian Federation

The need to restore the dairy cattle population and the feed base in the North-West region of the Russian Federation requires new sources of feed with high yield and nutritional values. The purpose of the research is to study the possibility of sugar sorghum introduction into the region for forage use. The research was conducted in 2017-2020 in the conditions of the Novgorod region. On plots with an area of 10 m² in the third decade of May sugar sorghum was sown: a hybrid of the first generation Silosnoe 88, the Galia variety, the Laretz line. The predecessors were potato (2017, 2018, 2020) and vetch and oat mix (2019). The ability of sugar sorghum to stop developing and hibernate in unfavorable weather conditions, resuming vegetation when the weather improves, has been established. Intensive plant growth was observed at the end of July-August with the average daily growth of 1.9-5.0 cm. By the end of August, the plant height reached 245-280 cm, the yield of green mass was 110 t/ha (hybrid Silosnoe 88), 139.2 t/ha (variety Galia), 136 t/ha (Laretz line). In the extreme conditions of 2017, the yield of sorghum green mass was 21 t/ha. The yield of dry matter (DM) from 1 ha reached 6.8-13.4 t/ha. The protein content in the DM was 8.4-11.5 %, the yield of feed units was 0.76-0.82 kg/kg, the output of exchange energy was 9.7-10.1 MJ/kg. Sugar sorghum has an ability to grow back after mowing; in the conditions of the Novgorod region, the yield of green mass from two mowing (end of July, August-September) was lower (23.3-46.7 t/ha) than from the one at the

end of August-September (44.3-139.2 t/ha). The Laretz line vegetation phases began 5-27 days later than those of the Silosnoe 88 hybrid and Galiya variety. The growing season of sugar sorghum ended in the phase of "heading of panicles - flowering". Thus, a high plasticity and adaptability of sorghum varieties to unfavorable climatic conditions of the zone and their prospects for use in forage production have been established.

Keywords: sugar sorghum, introduction, productivity, nutritional value, growth dynamics, green conveyor

Acknowledgment: the work was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal State Budgetary Institution St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Science, Novgorod Scientific Research Institute of Agriculture (theme No. 0681-2019-0001, reg. No. NIOKTR AAAA-A19-119082290041-7).

The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

The author thanks the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasian Federal Research Center" and personally the head of the Laboratory of Selection and Primary Seed Production of sorghum, PhD in Agricultural Science A. B. Volodin for the provided seed material and fruitful cooperation.

Conflict of interest: the author stated no conflict of interest.

For citations: Shkodina E. P. Biological basis of sorghum cultivation in the North-West of the Non-Chernozem zone. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):531-541. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.531-541>

Received: 15.03.2021 Accepted for publication: 30.07.2021 Published online: 26.08.2021

Природно-климатические особенности, выгодное положение по отношению к транспортным магистралям и близость обеих столиц обуславливают специализацию агропромышленного комплекса (АПК) Новгородской области на мясомолочном животноводстве, выращивании картофеля и овощей закрытого и открытого грунта. В области по состоянию на январь 2021 года имеется 592 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения, из них 422,3 тыс. га приходится на пашню¹.

С начала 21 века по настоящее время наблюдается устойчивая тенденция снижения общего объема земель, используемых для производства сельхозпродукции. В период с 2000 по 2020 год возделываемая площадь уменьшилась в два раза, свыше 60 % пашни не используется по назначению, регулярно обрабатывается менее 160 тыс. га. Площадь, занятая под кормовые культуры, снизилась более чем в два раза и составляет на сегодняшний день менее 97 тыс. га. В сельскохозяйственных организациях поголовье дойного стада уменьшилось за 20 лет в 3,6 раза, до 15 тыс. голов. Если потребности населения области в мясе, овощах и картофеле обеспечиваются полностью, то количество производимого молока с трудом покрывает 50 % от необходимой физиологической нормы². Правительством Новгородской области принят закон «О молочном животноводстве»³, нацеленный на восстановление

и качественное увеличение поголовья КРС молочного направления. Конечной его целью является насыщение внутреннего рынка собственной молочной продукцией и реализация излишков за пределы региона.

Для восстановления поголовья КРС требуется создать прочную кормовую базу, т. е. возродить пустующие пахотные земли, повысить продуктивность кормового гектара и, как итог, получить в необходимых количествах высококачественные, сбалансированные по питательности корма.

В настоящее время в рационе питания животных, по данным Новгородстата, концентрированные корма составляют более 75 %, в то время как в начале 21 века на их долю приходилось не более 35 %. Увеличение доли концентратов связано с ростом удельного веса свиней и птицы в производстве мясной продукции. Однако нельзя отрицать увеличения объема концентрированных кормов в рационе КРС, что приводит к росту себестоимости мясомолочной продукции.

Агроценозы, создаваемые на пахотных землях из многолетних трав – злаковых, бобовых и их смесей – составляют основу кормовой базы молочного животноводства. Производимые из них корма наиболее универсальные и дешевые, удовлетворяющие основным требованиям по кормовому достоинству [1].

¹Сайт Министерства сельского хозяйства Новгородской области. [Электронный ресурс]. URL: <https://apk.novreg.ru/> (дата обращения 10.02.2021).

²Новгородстат. Официальная статистика. [Электронный ресурс]. URL: <https://novgorodstat.gks.ru/> (дата обращения 15.02.2021).

³Закон Новгородской области от 27.10.2017 г. № 170-ОЗ О молочном животноводстве (принят Постановлением Новгородской областной Думы от 25.10.2017 г. № 328-ОД).

При создании зеленого и сырьевого конвейеров, чтобы обеспечить бесперебойное поступление зеленой массы, помимо многолетних трав в структуре посевов требуется наличие однолетних кормовых культур. Традиционно для подкормки используют вико- и горохово-соячные смеси, основной силосной культурой является кукуруза. Интенсификация производства продукции животноводства требует новых подходов в кормопроизводстве: нужны более продуктивные, адаптированные сорта и культуры однолетних трав [2, 3].

Сорго – древний род семейства мятликовые, родиной которого является Африка. Основными регионами производства сорго в настоящее время являются США, страны Африки, Индия, на постсоветском пространстве – Молдавия, Украина, Казахстан, в России – Северо-Кавказский регион и Поволжье. Род сорго включает более 30 видов, которые делят на четыре основные группы по типу использования – зерновое, сахарное, травянистое (суданская трава), веничное [4]. Культура требовательна к теплу, не переносит заморозков, является засухо- и жароустойчивой, в то же время отзывчива к влаге, является растением короткого дня. Для полного цикла требуются суммы активных температур (выше 10 °C), от 2000-2500^{4,5} до 2500-3500 °C [5].

Интерес в расширении зоны выращивания на север представляют сорта сорго сахарного, поскольку оно является хорошей кормовой культурой, богатой углеводами, белками, каротином, витаминами, с высокой урожайностью, хорошо поедается скотом [6].

В Российской Федерации основными регионами возделывания сорго являются Северо-Кавказский и Поволжский, в которых находятся научные центры по селекции и семеноводству культуры (Северо-Кавказский ФНЦ, НИПТИ сорго и кукурузы) [7, 8], АНЦ «Донской», Самарский ФИЦ РАН. Научное сотрудничество и партнерство ведущих НИИ в области селекции и технологий возделывания сорговых культур с другими регионами дало положительные результаты в выращивании сорго на черноземных почвах Мордовии, Красноярского и Алтайского краев, в Центральном районе Нечерноземья, на территории сопредельной Белоруссии.

⁴Медведев П. Ф., Сметанникова А. И. Кормовые растения европейской части СССР: справочник. Л.: Колос, 1981. 336 с.

⁵Растениеводство. Под редакцией П. П. Вавилова. Изд. 4-е, доп. и перераб. М.: Колос, 1979. 519 с.

Так, в условиях Мордовии разработаны элементы технологии для получения зеленой массы и семян сорго сахарного, включающие отвальнную вспашку на 20-22 см, посев на зеленую массу в 3-й декаде мая на глубину 4-5 см с нормой высева 0,6-0,8 млн всхожих семян на гектар. Для посева на зеленую массу рационально высевать семена с шириной междурядий 15 и 45 см [9]. Установлено, что лучший по питательности корм из сорго получается при уборке в более ранние фазы развития. После цветения качество корма резко снижается [10].

Алтайскими учеными установлено, что раннеспельные сорта и линии сорго сахарного в крае дают хорошие урожаи качественного зерна, а позднеспельные сорта селекции Северо-Кавказского ФНЦ обладают высокой продуктивностью при выращивании на корм [11]. В Красноярском крае сорт сорго Кинельское 4 показал в опытах высокую продуктивность зеленой массы 87,4 т/га, питательность составила 17,5 тыс. корм. ед./га, что выше стандарта для региона в 2,5 раза [12]. На юге Нечерноземья разработана технология возделывания сорговых культур для Брянской и Калужской областей на кормовые и семенные цели. Установлено, что в кормосыревом конвейере сорго сахарное эффективнее использовать на зеленый корм и силос [13, 14]. Ученые Научно-практического центра НАН Беларусь по земледелию считают, что необходимо совершенствовать структуру кормовых площадей, в том числе расширяя посевы сорго сахарного в центральной и южной частях республики, обеспечивающие сбор кормовых единиц с гектара 11,5-12,0 тонн [15].

На территории Новгородской области происходит изменение климата. Количество осадков, выпадающих в течение года, увеличилось за период 1950-2018 гг. с 511 до 681 мм. Среднегодовая температура в 2010 г. составила +6,3 °C, выше на 2,8 °C по сравнению с 1960 г. Анализ метеорологической информации показал увеличение суммы активных температур за последние 60 лет на 240 °C и количества осадков вегетационного периода на 60 мм [16]. Таким образом, отмечается устойчивый тренд на потепление, что позволяет сделать предположения о возможности введения в структуру посевых площадей теплолюбивых культур.

В Северо-Западном регионе Нечерноземья возможность интродукции теплолюбивых сорговых культур до недавних пор не рассматривалась. В 2016 году на опытном поле Новгородского НИИСХ были проведены посевы суданской травы Землячка и сорго-суданкового гибрида Навигатор (селекции Ставропольского НИИСХ). Эксперимент показал возможность выращивания южных культур. Впервые агротехнические исследования сорговых культур проводятся в Новгородской области с 2017 года, изучаются биологические особенности развития в зоне рискованного земледелия. Отмечена высокая экологическая пластиность изучаемого материала и перспективность для использования на кормовые цели [17].

Цель исследований – установить закономерности роста и развития сорго сахарного (*Sorghum saccharatum Jakuschev.*) в условиях Новгородской области, определить продуктивность и питательную ценность зеленой массы, потенциальную возможность использования культуры в кормосыревом конвейере.

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ Новгородский НИИСХ в 2017-2020 гг. Почвы участка легкосуглинистые дерново-подзолистые (рН_{сол.} 5,1-6,6; содержание подвижных соединений калия – 101-229, фосфора – 120-737 мг/кг почвы, органического вещества – 2,81-3,57 %). Фенологические наблюдения, измерения и учеты проводили в соответствии с методическими указаниями⁶. Предшественниками сахарного сорго в исследованиях являлись картофель в 2017, 2018, 2020 гг., в 2019 г. – занятый пар по пласту многолетних бобовых трав (викоовсяная смесь). Площадь одной делянки 10 м², повторность четырехкратная, размещение систематическое.

Объекты исследований – гибрид первого поколения Силосное 88 (включен в Госреестр РФ в 1993 г.), линия Ларец (включена в 2005 г.), сорт Галия (включен в 2012 г.). Согласно характеристикам для зон районирования, сорт Галия является среднеранним, гибрид Силосное 88 и линия Ларец относится к группе среднеспелых. Семенной материал предоставлен Северо-Кавказским ФНАЦ (г. Ставрополь) в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве.

Посев проводили вручную рядовым способом с междуурядьем 20 см во второй половине мая при наступлении оптимальных

условий для прорастания семян, норма высева 20 кг/га. Перед посевом вносили минеральные удобрения по 60 кг NPK на гектар. В период вегетации проводили ручные прополки и рыхление междуурядий. Данные исследований обработаны методом дисперсионного анализа⁷.

Пробы на анализ качества зеленой массы сорго сахарного отбирали в поздние стадии фазы «выход в трубку». Анализы проводили в испытательной лаборатории ФГБУ «Станция агрохимической службы «Новгородская», аттестаты аккредитации № RA.RU.21ПЧ72 и № RA.RU.10НА147.

Результаты и их обсуждение. Вегетационный период 2017 года определяли экстремальные погодные условия. Сумма активных температур выше 10 °C была ниже средней многолетней на 11 %, количество осадков превысило норму в 1,7 раза, ГТК составил 2,9. Наступление фенологических фаз у растений проходило с задержкой до месяца, безморозный период продлился до 21 октября (табл. 1).

В 2018 году до середины мая наблюдались ночные заморозки с низкими дневными температурами и застоем воды на полях, июнь был холодным с заморозками в первой декаде. В течение вегетационного периода ощущался дефицит осадков, безморозный период продлился до 25 сентября.

Особенностью вегетационного периода 2019 года были резкие контрасты водно-воздушного и теплового режимов. В первой декаде мая отмечались ночные заморозки, в третьей декаде мая количество осадков превысило 1,2 месячных нормы. В июне было три дня с осадками ливневого характера, июль – дождливый и холодный. Смерч с ливнем и градом прошел 7 августа. С 18 сентября в течение недели наблюдалась ночные заморозки, остановившие вегетацию южных культур.

Вегетационному периоду 2020 года предшествовала аномально теплая зима: отсутствовал снежный покров, среднемесячные температуры были выше нуля, осадки выпадали в виде дождя. В мае температурный фон был ниже среднего многолетнего на 1,5 °C, в июле – на 0,5 °C, июнь жаркий. Безморозный период продлился до 21 октября.

В 2017 году в исследованиях задействованы сорт сорго сахарного Галия и гибрид первого поколения Силосное 88, с 2018 года ассортимент расширен линией сорго сахарного Ларец.

⁶Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИК, 1987. 197 с.

⁷Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

**Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2017-2020 гг. /
Table 1 – Meteorological conditions of the growing seasons of 2017-2020**

Месяц / Month	Осадки, мм / Precipitation, mm						Среднемесячная температура воздуха, °C / Average monthly temperature of air; °C					
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	сред- нее / average	норма / norm	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	сред- нее / average	норма / norm
Май / May	29	24	67	42	40,5	37	9,3	15,2	12,7	10,1	11,8	11,6
Июнь / June	113	43	71	76	75,8	62	13,5	15,3	18,3	19,0	16,5	15,7
Июль/ July	180	104	98	67	112,2	71	16,0	19,9	15,7	16,8	17,1	17,3
Август/ August	126	65	92	44	81,8	71	16,8	17,9	15,5	16,3	16,6	15,5
Сентябрь/ September	68	38	64	24	48,5	60	12,0	13,3	10,7	13,2	12,3	10,3
Σ осадков / Σ precipitation	516	274	392	253	359	301	-					
Σ активных температур >10 °C/ Sum of active temperatures >10 °C							1782	2501	2231	2324	2210	2156
ГТК / НТС	2,89	1,09	1,76	1,09	1,62	1,4	-					

Всходы сорго сахарного появлялись через 2-3 недели после посева. В 2018 году из-за недостатка почвенной влаги всходы появились в начале июля после выпадения

осадков. В годы исследований преимущественно к концу июня-началу июля растения находились в фазе кущения (рис. 1). В 2017 году фаза кущения наступила на месяц позже.



*Rис. 1. Посевы сорго сахарного 30.06.2020 г. (слева) и 24.06.2019 г. /
Fig. 1. Crops of sugar sorghum crops 30.06.2020 (left) and 24.06.2019*

В первый год исследований (2017 г.) различий в прохождении фаз по сортам не отмечено, поскольку май, июнь и июль были аномально холодными и дождливыми. Растения перешли в фазу выхода в трубку только в начале августа. Суммы активных температур вегетационного периода для перехода в следующую фазу развития растениям не хватило. Разница в высоте растений и урожайности была незначительной. В конце августа у гибрида Силосное 88 высота растений составляла 113 см, урожайность зеленой массы 21,0 т/га, у сорта Галия соответственно 96 см и 21,2 т/га.

Последующие годы были более благоприятными для роста и развития растений.

Тем не менее, суммы активных температур не хватило для полного цикла развития растений. К концу вегетации растения находились в фазе выметывания-цветения, в 2020 году завязались семена (табл. 2).

Период от выхода в трубку до выметывания у сорго сахарного наступает во второй половине-конце июля и длится более месяца. Именно в это время начинается интенсивный рост растений (рис. 2) и формирование биологической массы. В условиях региона у сорго Силосное 88 наступление фаз проходит на неделю-две раньше остальных, в 2019 году сорт Галия отличился скороспелостью, линия Ларец вступила в фазы вегетации позже всех.

Таблица 2 – Фазы развития сорго сахарного в 2018-2020 гг.
Table 2 – Phases of development phases of sugar sorghum in 2018-2020

Фаза / Phase	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	Силосное 88 / Silosnoe 88	Галия / Galiya	Ларец / Larets	Силосное 88 / Silosnoe 88	Галия / Galiya	Ларец / Larets	Силосное 88 / Silosnoe 88	Галия / Galiya	Ларец / Larets
Дата посева / Date of sowing	22 мая / May 22			15 мая / May 15			25 мая / May 25		
Всходы / Seedling stage	05 июня / July 05			31 мая-06 июня / May 31-June 06			08 июня / June 08		
Кущение / Tillerling	18 июня / July 18			24 июня / June 24			30 июня / June 30		
Выход в трубку / Shootting	24 июня / July 24	31 июля / July 31		16 июля / July 16	29 июля / July 29		16 июля / July 16	27 июля / July 27	
Выметывание / Heading of panicles	28 августа / August 28	14 Сентября / September 14	Нет / No	06 сентября / September 06	02 сентября / September 02	11 сентября / September 11	19 августа / August 19	27 августа / August 27	15 сентября / September 15
Цветение / flowering	20 сентября/ September 20		Нет / No		Нет / No	Нет / No	15 сентября / September 15	22 сентября / September 22	
Формирование семян / Seed formation			Нет / No			Нет / No	14 октября (молочная спелость) / October 14 (milky ripeness)		
Созревание / Ripening stage			Нет / No			Нет / No			Нет / No
Дата заморозка / Frost date		25 сентября / September 25			18 сентября / September 18		21 октября / October 21		

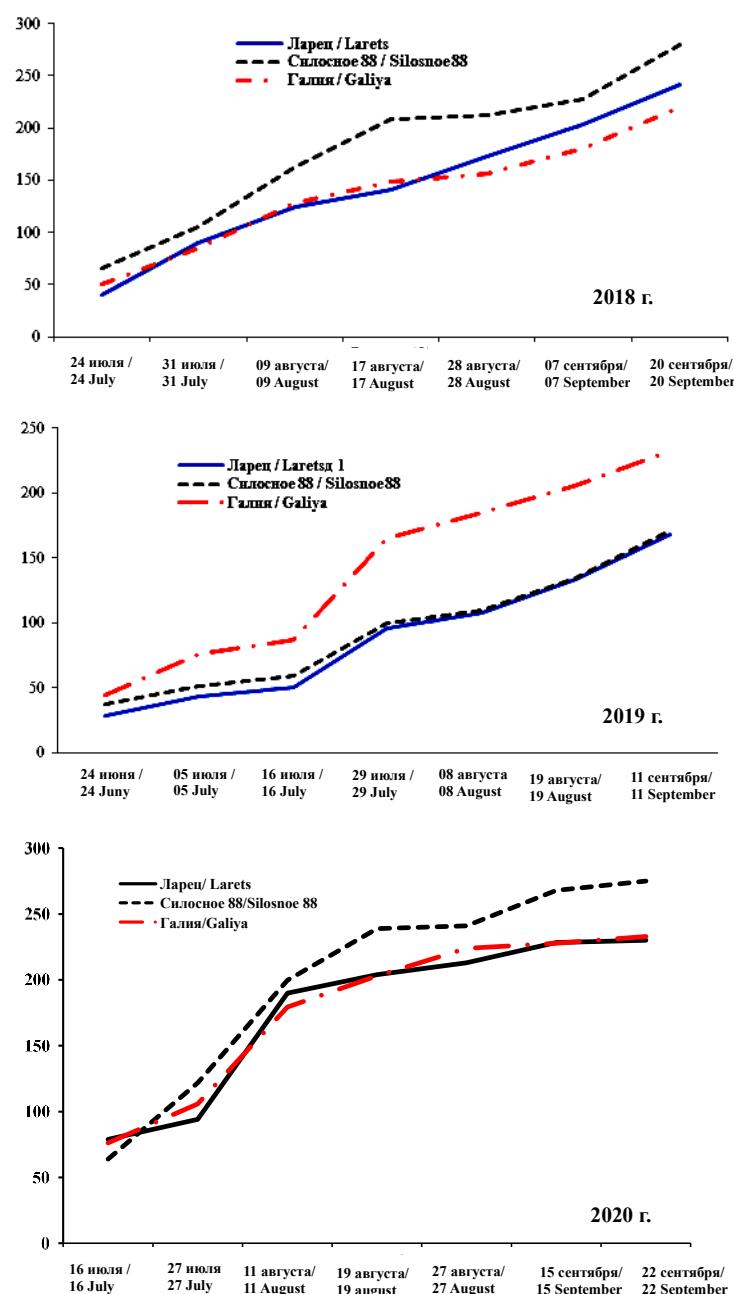


Рис. 2. Динамика роста сорго сахарного, см
(2018-2020 гг.) /
Fig. 2. Growth dynamics of sugar sorghum
varieties, cm (2018-2020)

В 2018 году среднесуточный прирост у гибрида Силосное 88 в период фазы «выход в трубку» составил 3,8 см, сорта Галия 2,3 см, линии Ларец 1,9 см, в 2019 году соответственно 2,4 см, 3,8 и 2,7 см, в 2020 году – 5,0 см, 3,6 и 3,6 см. В 2020 году в fazu «выметывание» рост замедляется и прекращается, когда растениям хватило тепла для перехода в fazы «цветение» и «формирование семян». К сентябрю высота растений достигла двух метров и более, максимальная отмечена у гибрида Силосное 88 – 275-280 см. У сорта Галия высота составила 220-240 см, у линии Ларец – 170-245 см (рис. 3).



**Рис. 3. Высота растений сорго сахарного 11.09.2019 г.: 1 – Галия; 2 – Ларец; 3 – Силюсное 88 /
Fig. 3. Height species of sugar sorghum 11.09.2019: 1 – Galiya; 2 – Larets; 3 – Silosnoe 88**

Для определения динамики формирования зеленой массы проводили контрольные уксы ежедекадно. Анализ полученных данных позволяет сделать выводы, что интенсивное накопление вегетативной массы также приходится на период фазы «выход в трубку»

(табл. 3). В эту фазу сорго можно убирать на зеленый корм и сено, то есть период заготовки может длиться до одного-полутора месяцев. В начале периода урожайность зеленой массы находится на уровне 6-22 т/га, достигая к концу августа показателей в 44-139 т/га.

**Таблица 3 – Динамика формирования зеленой массы сорго сахарного, т/га (2017-2020 гг.) /
Table 3 – Dynamics of sorghum green mass formation, t/ha (2017-2020)**

Декада / Decade	Силюсное 88 / Silosnoe 88				Галия / Galiya				Ларец / Larets			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Июль / July												
1 декада / 1 decade	-	-	6,1	-	-	-	20,2	-	-	7,1	-	-
2 декада / 2 decade	-	8,8	11,4	15,0	-	8,9	22,2	15,9	9,3	10,8	13,0	
3декада / 3 decade	-	30,8	17,1	29,9	-	18,2	72,9	23,2	18,2	27,5	36,1	
Август / August												
1 декада / 1 decade	8,4	33,9	22,2	44,8	7,0	39,9	79,2	41,0	29,9	35,1	48,5	
2 декада / 2 decade	12,8	47,3	25,0	64,8	8,5	43,3	138,0	54,1	40,2	40,2	75,8	
3декада / 3 decade	15,3	68,3	44,3	110,2	11,4	44,8	139,2	78,6	46,0	44,0	136,5	
Сентябрь / September												
1 декада / 1 decade	-	71,0	58,1	-	-	55,6	100,4	-	70,6	25,7	-	-
2 декада / 2 decade	21,0	72,8	-	71,3	21,2	67,5	-	59,1	77,2	-	106,2	
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	1,9	2,5	4,4	3,9	1,9	2,5	4,4	3,9	2,5	4,4	3,9	

Поскольку в условиях Новгородской области даже цветение наступает не каждый год, то до наступления заморозков сорго можно убирать на силос. Растения остаются сочными и зелеными до конца вегетации. После выметывания увеличение вегетативной массы сорго останавливается, в фазу «цветение» наблюдается снижение влажности зеленой массы и, как следствие, уменьшение урожайности в сыром виде. В 2017 году урожайность зеленой массы была на уровне 21 т/га из-за чрезвычайных погодных условий. Благоприятным для роста и развития сорта Галия сложился 2019 год, в июле урожайность зеленой массы составляла 73 т/га, к концу августа вегетативная масса достигла 139 т/га. Гибрид Силосное 88 способен стабильно давать в августе от 45-68 до 110 т/га, линия Ларец – от 30-75 до 136 т/га зеленой массы.

Характерной особенностью сорго, в отличие от стандартной силосной культуры куку-

рузы, является его способность к отставности. Отава отрастала к сентябрю при проведении первого укоса до конца июля, продуктивность второго укоса находилась в пределах 9-15 т. В наших исследованиях урожайность зеленой массы от двух укосов была меньше, чем при проведении первого укоса в конце августа-сентябре. У гибрида Силосное 88 сбор зеленой массы за два укоса составил 23,3-40,1 т/га, у сорта Галия 31,5-36,5 т/га, у линии Ларец 43,6-46,7 т/га. Проведение двух укосов оправдано при дефиците других источников зеленых кормов. В этом случае первый укос и отаву целесообразно использовать на подкормку с предварительным подвязыванием во избежание отравления животных.

Помимо урожайности, объективным показателем при производстве кормов является качественная характеристика получаемой зеленой массы (табл. 4).

Таблица 4 – Качественные характеристики зеленой массы сорго сахарного в пересчете на сухое вещество (СВ) в 2017-2020 гг. /

Table 4 – Quality characteristics of green mass of sugar sorghum in terms of dry matter (DM) in 2017-2020

<i>Показатель качества/ Quality indicator</i>	<i>Силосное 88/ Silosnoe 88</i>	<i>Галия / Galiya</i>	<i>Ларец / Laretz</i>	<i>ГОСТ 27978-88 (для кукурузы) / GOST 27978-88 (for corn)</i>
Массовая доля СВ при натуральной влажности, % / Mass fraction of dry matter at natural humidity, %	14,2-20,6	12,8-16,9	12,6-32,9	-
Урожайность зеленой массы, т/га / Productivity of green mass, t/ha	21,0-44,8	39,9-79,2	29,9-48,5	-
Содержание в сухом веществе (СВ) / Content in dry matter (DM)				
Сырого протеина, % / Crude protein, %	5,4-10,2	8,3-11,5	7,9-8,4	9
Клетчатки, % / Fiber, %	27,4-29,8	29,7-31,0	28,6-29,2	
Обменной энергии, МДж/кг / Exchange energy, MJ/kg	9,6-10,1	9,4-9,7	9,7-9,9	10,1
Кормовых единиц, кг/кг / Feed units, kg/kg	0,75-0,82	0,72-0,76	0,77-0,79	0,86
Сахара, % (2019 г.) / Sugar, % (2019)	3,40	9,47	9,42	-
Сбор с 1 га / Yield from 1 hectare				
СВ, т/га / DM, t/ha	3,9-6,8	4,0-13,4	3,8-11,6	-
Сырого протеина, кг/га / Crude protein, kg/ha	212-687	331-1547	299-972	-
Клетчатки, т/га / Fiber, t/ha	1,07-2,0	1,19-4,15	1,08-3,37	-
Обменной энергии, ГДж/га / Exchange energy, GJ/ha	37,5-68,3	37,6-129,9	36,6-114,4	-
Кормовых единиц, т/га / Feed units, t/ha	2,93-5,54	2,88-10,17	2,9-9,12	-
Сахара, кг/га (2019 г.) / Sugar, kg/ha (2019)	155,4	1267,1	1088,0	-

Содержание в сухом веществе кормовых единиц и обменной энергии у сортов сорго сахарного во все годы исследований было ниже ГОСТа для кукурузы. При этом с гектара можно собрать до 9-10 тонн кормовых единиц и получить до 130 ГДж обменной энергии. У линии Ларец содержание сырого протеина (СП) ниже уровня ГОСТ, однако, выход СП с гектара выше, чем у гибрида Силосное 88, отвечающего требованиям стандарта. У сорта Галия количество СП в сухом веществе находилось на уровне 9,8 % и выше. С одного гектара посевов сорго сахарного можно собрать до 1,5 тонн сырого протеина.

Содержание сахара в СВ в фазе «выход в трубку» у сорта Галия и линии Ларец выше 9 %. Известно, что интенсивность накопления сахаров в стеблях увеличивается после цветения, а максимум приходится на период восковой и полной спелости зерна, поэтому в наших условиях максимум недостижим. Однако этого количества сахаров вполне достаточно для получения силоса высокого качества с показателями выше, чем у кукурузы [18]. Очевидно, что перспективно совместное силосование сорго сахарного с бобовыми трудносилосуемыми культурами, такими как клевер луговой, козлятник восточный, люцерна изменчивая и другие, что приведет к увеличению протеиновой составляющей корма.

Выходы. В результате проведенных исследований установлена возможность возделывания сорго сахарного на кормовые цели в Новгородской области. За время испытаний гибрид сорго Силосное 88, сорт Галия и линия Ларец показали высокую пластичность и адаптивность к неблагоприятным условиям:

- являясь теплолюбивыми и засухоустойчивыми, положительно реагировали на достаточное увлажнение при умеренном тепле;

- в условиях избыточного увлажнения растения не полегали, сохраняли зеленую окраску и сочность листьев и стеблей до конца вегетации, то есть до заморозков;

- в условиях низкого естественного плодородия почвы давали стабильно высокие урожаи зеленой массы. В конце августа урожайность гибрида Силосное 88 по годам была в диапазоне 34-110 т/га, сорта Галия 45-139 т/га, линии Ларец 44-136 т/га.

Установлено, что в Новгородской области вегетационный период сорго сахарного заканчивается в фазе «выметывание-цветение» с наступлением заморозков. Гибрид Силосное 88 показал относительную скороспелость по отношению к остальным объектам изучения, линия Ларец отличилась позднеспелостью, сорт Галия занял промежуточное положение.

Гибрид сорго сахарного Силосное 88, сорт Галия, линию Ларец можно рекомендовать для использования в кормопроизводстве Северо-Западного региона Нечерноземной зоны. Актуальный период, занимаемый культурой в кормосыревом конвейере – с конца июля до окончания вегетационного периода, т. е. до конца сентября или октября в зависимости от погодных условий. Сорго сахарное в целом по результатам исследований является перспективной культурой для интродукции и внедрения в кормопроизводство региона в качестве альтернативы традиционной силосной культуре – кукурузе.

Список литературы

1. Золотарев В. Н., Переправо Н. И., Кошен Б. М. Организационные, агроэкологические и технологические основы сортового семеноводства многолетних трав в России. Монография. Нур-Султан: Алтын кітап, 2020. 78 с.
2. Ступаков И. А., Шумаков А. В. Зеленый конвейер. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013;(5):57-59. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20891774>
3. Тиво П. Ф., Саскевич Л. А., Бут Е. А. О конвейерном производстве кормов на мелиорированных минеральных почвах в условиях зернотравянопропашного севооборота. Мелиорация. 2019;(2(88)):47-58. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39152208>
4. Алабушев А. В., Шишова Е. А., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М., Горпиниченко С. И. Происхождение сорго и развитие его селекции. Научный журнал КубГАУ. 2017;(127(03)):281-294. DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-127-017>
5. Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Бочкарева Ю. В., Прахов А. В., Семин Д. С. Продуктивность сорго-вых культур в зависимости от агротехнических приемов возделывания в регионах Российской Федерации (обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(2):155-166. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166>
6. Дронов А. В., Дьяченко В. В., Бельченко С. А., Симонов В. Ю. Сорговые культуры в зелёном и сырьевом конвейерах регионального кормопроизводства. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2016;(2(54)):52-58. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25775455>
7. Горбунов В. С. Результаты инновационной деятельности ФГБНУ РосНИИСК «РОССОРГО». Кукуруза и сорго. 2016;(3):3-5.

8. Матвиенко Е. В. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сорго в России и Самарской области. Аграрный вестник Урала. 2019;191(12):9-18. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2019-191-12-9-18>
9. Артемьев А. А., Таракин И. П. Адаптивная технология возделывания сорго сахарного (*sorghum moench.*) в Республике Мордовия. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016;(5 (54)):36-41.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26605310>
10. Артемьев А. А., Кузнецов И. С. Урожайность и качество массы зеленых растений сорго сахарного в зависимости от сроков уборки. Современные технологии в животноводстве: проблемы и пути их решения: мат-лы Международ. научн.-практ. конф.. Под общ. ред. В. А. Солопова. Мицуринск, 2017. С. 6-8.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35584299>
11. Шукис Е. Р., Володин А. Б., Шукис С. К., Дробышев А. П. Реализация продуктивного потенциала различными по скороспелости сортообразцами сорговых культур в условиях Алтайского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020;(5 (187)): 69-77.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42880945>
12. Аветисян А. А., Колесников В. А., Аветисян А. Т. Питательность и продуктивность перспективных видов кормовых культур в лесостепи Восточной Сибири. Вестник КрасГАУ. 2017;(10 (133)): 22-32.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30513494>
13. Верхоламочкин С. В. Сорта и гибриды сорговых культур для агроклиматических условий Калужской области. Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2016;1(9):20-23. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27114760>
14. Бельченко С. А., Дронов А. В., Ториков В. Е. Формирование высокопродуктивных агроценозов кукурузы и сорговых культур на агросерых почвах Брянского Ополья. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(3 (43)):46-53. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-46-53>
15. Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н. Кормовое поле Беларуси: состояние и резервы. Земледелие и селекция в Беларуси. 2016;(52):165-171. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27714641>
16. Балун О. В., Яковleva В. А. Влияние способа осушения на водно-воздушный режим мелиорируемых почв. Современные тенденции в научном и кадровом обеспечении АПК: мат-лы Всеросс. научн.-практ. конф. с международ. участием. Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2020. С. 272-277. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42923285>
17. Shkodina E., Balun O., Kapustin S., Volodin A., Kapustin A. Agroecological testing of sugar sorghum, Sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids in the natural conditions of the Novgorod region. Indo-American journal of pharmaceutical sciences. 2019;6 (7):13810-13815.
18. Шлапунов В. Н., Лукашевич Т. Н., Абраскова С. В., Шестак Н. М., Романович А. Н. Урожайность и качество силоса из сорго сахарного. Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: мат-лы Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию". Минск: изд-во ИВЦ Минфина, 2017. С. 160-163.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30116028>

References

1. Zolotarev V. N., Perepravo N. I., Koshen B. M. *Organizatsionnye, agroekologicheskie i tekhnologicheskie osnovy sortovogo semenovodstva mnogoletnikh trav v Rossii: monografiya*. [Organizational, agroecological and technological foundations of varietal seed production of perennial grasses in Russia: monograph]. Nur-Sultan: Altyn kitap, 2020. 78 s.
2. Stupakov I. A., Shumakov A. V. *Zelenyy konveyer*. [Green conveyor]. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2013;(5):57-59. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20891774>
3. Tivo P. F., Saskevich L. A., But E. A. *O konveyernom proizvodstve kormov na meliorirovannykh mineral'nykh pochvakh v usloviyakh zernotravyanopropashnogo sevooborota*. [On the conveyor production of feed on the reclaimed mineral soils in terms of grain and grass-growing crop rotation]. Melioratsiya = Land reclamation. 2019;(2(88)):47-58. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39152208>
4. Alabushev A. V., Shishova E. A., Romanyukin A. E., Ermolina G. M., Gorpinichenko S. I. *Proiskhozhdenie sorgo i razvitiye ego selektsii*. [Origin of sorghum and development of its breeding]. Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2017;(127(03)):281-294. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-127-017>
5. Kibal'nik O. P., Efremova I. G., Bochkareva Yu. V., Prakhov A. V., Semin D. S. *Produktivnost' sorgovykh kul'tur v zavisimosti ot agrotehnicheskikh priemov vozdel'yvaniya v regionakh Rossiyskoy Federatsii (obzor)*. [Productivity of sorghum crops depending on agrotechnical methods of cultivation in the regions of the Russian Federation (review)]. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(2):155-166. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.155-166>
6. Dronov A. V., Dyachenko V. V., Belchenko S. A., Simonov V. Yu. *Sorgovye kul'tury v zelenom i syr'evom konveyerakh regional'nogo kormoproizvodstva*. [Sorghum crops in the green and raw material conveyors of the regional forage production]. Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2016;(2(54)):52-58. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25775455>
7. Gorbunov V. S. *Rezul'taty innovatsionnoy deyatel'nosti FGBNU RosNIISK «ROSSORGO»*. [Results of innovative activity FGBNU RosNIISK Rossorgo]. Kukuruza i sorgo. 2016;(3):3-5. (In Russ.).

8. Matvienko E. V. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhaynost' sorgo v Rossii i Samarskoy oblasti. [Sowing area, gross fees and sorghum yield in Russia and Samara region]. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2019;191(12):9-18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2019-191-12-9-18>
9. Artemyev A. A., Tarakin I. P. *Adaptivnaya tekhnologiya vozdelyaniya sorgo sakharного (Sorghum moench.) v Respublike Mordoviya*. [Adaptive technology of sweet sorghum (*Sorghum moench.*) cultivation in the republic of Mordovia]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2016;(5 (54)):36-41. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26605310>
10. Artemyev A. A., Kuznetsov I. S. *Urozhaynost' i kachestvo massy zelenykh rasteniy sorgo sakharного v zavisimosti ot srokov uborki*. [Yield and quality of green plants of sorghum sugar depending on cleaning time]. *Sovremennye tekhnologii v zhivotnovodstve: problemy i puti ikh resheniya: mat-ly Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf.* [Modern technologies in animal husbandry: problems and solutions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. *Pod obshch. red. V. A. Solopova*. Michurinsk, 2017. pp. 6-8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35584299>
11. Shukis E. R., Volodin A. B., Shukis S. K., Drobyshev A. P. *Realizatsiya produktivnogo potentsiala razlichnymi po skorospelosti sortoobraztsami sorgovykh kul'tur v usloviyah Altayskogo kraja*. [The realization of the productive potential of sorghum crop candidate varieties of different ripening duration under the conditions of the Altai region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2020;(5 (187)):69-77. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42880945>
12. Avetisyan A. A., Kolesnikov V. A., Avetisyan A. T. *Pitatel'nost' i produktivnost' perspektivnykh vidov kormovykh kul'tur v lesostepi Vostochnoy Sibiri*. [Nutritiousness and efficiency of perspective types of forage crops in the forest-steppe of eastern Siberia]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2017;(10 (133)):22-32. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30513494>
13. Verkholamochkin S. V. *Sorta i gibridy sorgovykh kul'tur dlya agroklimaticeskikh usloviy Kaluzhskoy oblasti*. [Varieties and hybrids of sorghum to agro-climatic conditions of the Kaluga region]. *Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovzvodstva i kozovodstva*. 2016;1(9):20-23. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27114760>
14. Belchenko S. A., Dronov A. V., Torikov V. E. *Formirovanie vysokoproduktivnykh agrotsenozov kukuruzy i sorgovykh kul'tur na agro-serykh pochvakh Bryanskogo Opol'ya*. [Formation of high-productive agrocenoises of corn and sorghum crops on agro grey soils of Bryansk high plains]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2018;(3 (43)):46-53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2018-3-46-53>
15. Shlapunov V. N., Lukashevich T. N. *Kormovoe pole Belarusi: sostoyanie i rezervy*. [Fodder field in Belarus: state and resources]. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi*. 2016;(52):165-171. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27714641>
16. Balun O. V., Yakovleva V. A. *Vliyanie sposoba osusheniya na vodno-vozdushnyy rezhim melioriruemых почв*. [The influence of the drainage method on the water-air regime of the reclaimed soils]. *Sovremennye tendentsii v nauchnom i kadrovom obespechenii APK: mat-ly Vseross. nauchn.-prakt. konf. s mezdunarod. uchastiem*. [Modern trends in scientific and personnel support of the agro-industrial complex: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Velikiy Novgorod: Novgorodskiy gosudarstvennyy universitet imeni Yaroslava Mudrogo, 2020. C. 272-277. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42923285>
17. Shkodina E., Balun O., Kapustin S., Volodin A., Kapustin A. Agroecological testing of sugar sorghum, Sudanese grass and sorghum-sudanese hybrids in the natural conditions of the Novgorod region. *Indo-American journal of pharmaceutical sciences*. 2019;6 (7):13810-13815.
18. Shlapunov V. N., Lukashevich T. N., Abraskova S. V., Shestak N. M., Romanovich A. N. *Urozhaynost' i kachestvo silosa iz sorgo sakharного*. [Yield and quality of sweet sorghum silage]. *Strategiya i prioritety razvitiya zemledeliya i selektsii polevykh kul'tur v Belarusi: mat-ly Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 90-letiyu so dnya osnovaniya RUP "Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po zemledeliyu"*. [Modern trends in scientific and personnel support of the agro-industrial complex: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Minsk: izd-vo IVTs Minfina, 2017. pp. 160-163. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30116028>

Сведения об авторе

✉ Шкодина Елена Петровна, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства и растениеводства, ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Новгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Парковая, д. 2. Новгородская обл., Новгородский р-н, дер. Борки, Российская Федерация, 173516, e-mail: info@spcras.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4057-9910>, e-mail: kiemperoal@mail.ru

Information about the author

✉ Elena P. Shkodina, senior researcher, the Department of Fodder and Crop Production, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), Novgorod Research Agriculture Institute, 2, Parkovaya st., Borki vlg, Novgorod Region, Russian Federation, 173516, e-mail: info@spcras.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4057-9910>, e-mail: kiemperoal@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author



Роль генотипа сливы в наследовании признака устойчивости к низким отрицательным температурам

© 2021. В. С. Симонов, Ю. В. Бурменко✉

ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», г. Москва, Российская Федерация

Для оценки степени наследования у генотипов сливы признака устойчивости к воздействию повреждающими факторами среды холодного времени года (после оттепели и после оттепели с последующей закалкой) и выявления форм с высокой устойчивостью к низким отрицательным температурам в 2019-2020 гг. был заложен эксперимент по промораживанию в контролируемых условиях (климатическая камера TH-6 (JEIO TECH, Корея)). Объектами эксперимента являлись однолетние побеги сеянцев трех гибридных семей, полученных в результате контролируемой гибридизации в 2016 году (УБ 8 × Смолинка, Кубанская Комета × Утро, Кубанская комета × Смолинка), а также родительских сортов: Кубанская Комета, Смолинка, Утро и гибрида УБ 8 с различными формами полевой устойчивости к низким отрицательным температурам (на основании среднемноголетних наблюдений в 2007-2015 гг.) и с высокими показателями хозяйствственно ценных признаков. Для каждого компонента изучения зимостойкости были подобраны температурные режимы промораживания: -22 °C в течение 15 часов после 5-дневной оттепели +3 °C (III компонент); -34 °C после 5-дневной оттепели и последующей закалкой при -5 °C в течение 5 дней, затем 5 дней при -10 °C (IV компонент). В результате оценки устойчивости гибридов к низким отрицательным температурам отмечено, что после оттепели у 73 % гибридов повреждений не выявлено; после оттепели с последующей закалкой общая степень подмерзания гибридов варьировала в пределах от 0,5 (УБ 8 × Смолинка, форма № 10) до 4 баллов (УБ 8 × Смолинка, форма № 4). Генотипы из семей УБ 8 × Смолинка (формы № 1, 10), Кубанская комета × Утро (форма № 3), Кубанская комета × Смолинка (форма № 2), устойчивые к воздействию перепадов температур от положительных до отрицательных с закалкой, представляют интерес для дальнейшего селекционного изучения. Оценка влияния генома родительских форм на наследование у гибридов устойчивости к низким отрицательным температурам по IV компоненту методом ранговой корреляции Спирмена выявила среднюю прямую незначимую корреляцию между зимостойкостью у родительских форм и гибридами.

Ключевые слова: слива домашняя, слива русская, гибриды, морозостойкость, контролируемые условия, компоненты морозустойчивости

Благодарность: работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства» (тема № 0575-2019-0027).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Симонов В. С., Бурменко Ю. В. Роль генотипа сливы в наследовании признака устойчивости к низким отрицательным температурам. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):542-550. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.542-550>

Поступила: 20.04.2021 Принята к публикации: 22.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

The role of plum genotype in the inheritance of the trait of resistance to low negative temperatures

© 2021. Vladimir S. Simonov, Yulia V. Burmenko✉

Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russian Federation

To assess the degree of inheritance in plum genotypes of the trait of resistance to the effects of damaging environmental factors of the cold season (after a thaw and after a thaw with subsequent hardening) and to identify forms with high resistance to low negative temperatures, in 2019-2020 an experiment on freezing under controlled conditions was set up (climatic chamber TH-6 (JEIO TECH, Korea)). The objects of the experiment were one-year shoots of seedlings of three hybrid families obtained as a result of controlled hybridization in 2016 (UB 8 × Smolinka, Kubanskaya Kometa × Utro, Kubanskaya Kometa × Smolinka), as well as parental varieties: Kubanskaya Kometa, Smolinka, Utro and hybrid UB 8 with various forms of field resistance to low negative temperatures (based on average long-term observations in 2007-2015) and with high indicators of agronomic valuable traits. For each component of the study of winter hardiness, the temperature regimes of freezing were selected: -22 °C for 15 hours after 5 days of thaw +3 °C (III component); -34 °C after 5 days of thaw and subsequent hardening at -5 °C within 5 days, then at -10 °C for 5 days (IV component). As a result of assessing the resistance of the hybrids to low negative temperatures, it was noted that after the thaw 73 % of the hybrids showed no damage; after a thaw followed by hardening, the total degree of freezing of hybrids varied from 0.5 points (UB 8 × Smolinka, form No. 10) to 4 points (UB 8 × Smolinka, form No. 4). Genotypes resistant to temperature changes from positive to negative with hardening from families UB 8 × Smolinka (forms No. 1, 10), Kubanskaya Kometa × Utro (form No. 3), Kubanskaya Kometa × Smolinka (form No. 2) are of interest for further breeding research. Assessment of the influence of the genome of parental forms on

inheritance in hybrids of resistance to low negative temperatures according to component IV using the Spearman rank correlation method revealed an average direct insignificant correlation between winter hardiness in parental forms and hybrids.

Keywords: *prunus domestica, prunus × rossica, hybrids, frost resistance, controlled conditions, components of frost resistance*

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (theme No. 0575-2019-0027).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citations: Simonov V. S., Burmenko J. V. The role of plum genotype in the inheritance of the trait of resistance to low negative temperatures. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):542-550. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.542-550>

Received: 20.04.2021

Accepted for publication: 22.07.2021

Published online: 26.08.2021

Создание интенсивных насаждений сливы возможно при использовании сортов как адаптивных к абиотическим [1, 2] и биотическим факторам среды (включая толерантность к карантинным вирусам, в частности вирусу Шарки сливы – *Plum pox virus*) [2, 3, 4], так и продуктивных (не менее 20 кг с дерева), обладающих естественным сдержанным ростом [5, 6, 7], пригодных для механизированной уборки и с разным сроком созревания, продолжающим потребление плодов в свежем виде. Кроме технологических качеств, сорта, вовлеченные в производство и селекционный процесс, должны иметь высокое качество плодов [3, 6] с повышенным количественным содержанием биологически активных веществ [8, 9, 10].

Лимитирующими абиотическими факторами среды в регионах России, где возделывается слива русская и домашняя, является повреждение растений в позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды низкими отрицательными температурами [11, 12, 13, 14, 15]. В зависимости от региона, стабильно критическими для возделывания могут быть низкие температуры одного или нескольких из этих периодов.

Наследование признака устойчивости к низким отрицательным температурам у косточковых культур полигенное [16], включает комплексный ответ конкретного генотипа на совокупность условий среды, в том числе различных температурных режимов, сопровождающих сезонные фазы роста и развития.

М. М. Тюриной с соавторами (2002) для древесных растений умеренного климата, на основе исследований по физиологии устойчивости к повреждающим факторам среды холодного времени года, были выделены 5 компонентов, составляющих общую морозоустойчивость генотипов: I компонент – устой-

чивость к осенним заморозкам и ранним морозам; II компонент – максимальная величина морозостойкости, развиваемая растениями после окончания органического покоя в благоприятных для закалки условиях; III компонент – способность сохранять устойчивость в период оттепелей и при нагреве штамбов и скелетных ветвей солнцем; IV компонент – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепелей; V компонент – устойчивость к весенним заморозкам бутонов, цветков и завязей¹.

В условиях Центрального Нечерноземья РФ критическими являются I, II, III и IV компоненты. В периоды с низкими отрицательными температурами повреждаются сосудистые системы почек, сами почки, в большей части цветковые, ткани побегов. На основании исследований, проведенных ранее нами [17, 18], а также Н. А. Федоровой с Г. Ю. Упадышевой [19, 20], установлены оптимальные температурные режимы для эксперимента в контролируемых условиях (наиболее приближенные для условий Центрального Нечерноземья РФ): I компонент – до -22 °C; II компонент – -32...-38 °C; III компонент – -19...-25 °C; IV компонент – -29...-35 °C.

Основным методом повышения зимостойкости сортов плодовых культур является вовлечение в селекционный процесс генотипов с комплексной устойчивостью к низким отрицательным температурам (I-V компоненты), лимитирующим получение урожая в регионе возделывания культуры.

Получение новых сортов промышленного назначения невозможно без комплексного изучения новых генотипов, в том числе их устойчивости к лимитирующим факторам среды в районе возделывания.

¹Тюрина М. М., Гоголева Г. А., Ефимова Н. В., Голоулина Л. К., Морозова Н. Г., Эчеди Й. Й. и др. Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях: методические рекомендации. М.: ВСТИСП, 2002. 120 с.

Цель исследования – определить по фенотипическому проявлению признака устойчивости к воздействию повреждающим факторам среды холодного времени года (в контролируемых условиях), его наследование у межсортовых и межвидовых гибридов сливы домашней и русской, полученных в результате направленных скрещиваний, и выделить формы с высокой устойчивостью к низким отрицательным температурам.

Материал и методы. В условиях Московской области в коллекционных насаждениях ФГБНУ ФНЦ Садоводства (2006 г. посадки) на основании полевых наблюдений (2007-2015 гг.) отобраны 4 генотипа сливы (сорта Смолинка, Утро, Кубанская Комета и форма УБ 8) с целью вовлечения в селекционный процесс в качестве родителей. Родительские генотипы различны по полевой устойчивости к низким отрицательным температурам и обладают высокими показателями хозяйствственно ценных признаков. В 2016 г. произведены скрещивания в следующих комбинациях: УБ 8 × Смолинка, Кубанская Комета × Утро, Кубанская комета × Смолинка.

Анализ многолетних климатических условий проводили на основе открытых данных сайта «Погода и климат»² и автоматической метеостанции ФГБНУ «Центральное УГМС»³, расположенной в п. Измайлово Ленинского района Московской области.

Полевую устойчивость родительских генотипов оценивали по методике изучения зимостойкости сортов плодовых и ягодных растений в полевых и лабораторных условиях⁴.

Лабораторный эксперимент был проведен в 2019-2020 гг. Объектами исследований являлись однолетние побеги (по 10 шт. с каждого растения), срезанные со средней части кроны с разных сторон света во второй декаде ноября 2019 г. у 3-летних гибридных сеянцев (УБ 8 × Смолинка – 13 шт., Кубанская Комета × Утро – 7 шт., Кубанская комета × Смолинка – 2 шт.), сортов и форм сливы домашней (Смолинка, Утро, форма УБ 8) и сливы русской (Кубанская Комета). До начала эксперимента

побеги, упакованные в пищевую пленку, хранили при температуре 0 °C в холодильном шкафу ШХ-07 (Polair, Россия). Промораживание побегов проводили в напольной испытательной камере тепла-холода ТН-6 (JEIO TECH, Корея). Температурные режимы промораживания для каждого компонента были подобраны на основании исследований предыдущих лет (III компонент: -22 °C в течение 15 часов после 5-дневной оттепели +4,5 °C; IV компонент: -34 °C после 5-дневной оттепели и последующей закалкой при -5 °C в течение 5 дней и столько же дней при -10 °C) [17, 18, 19, 20]. Отращивание побегов после промораживания проводили в течение 5-7 дней при комнатной температуре в сосудах с дистиллированной водой. Объекты оценивались в соответствие с методическими рекомендациями⁵. Оценку повреждения проводили визуально в баллах по степени изменения цвета (побурения) органов и тканей (от 0 баллов – повреждений нет, до 5 баллов – почки и ткани погибли). Ранжирование образцов по повреждению вегетативных и генеративных почек проводили в зависимости от степени повреждения (подмерзания): устойчивые (0-1,5 балла), среднеустойчивые (1,6-2,5 балла), малоустойчивые (2,6-5,0 баллов); по повреждению тканей: кора – устойчивые (0-0,5 балла), среднеустойчивые (0,6-2,0 балла), малоустойчивые (2,1-5,0 баллов); по повреждению ксилемы – устойчивые (0-2 балла), среднеустойчивые (2,1-3,0 балла), малоустойчивые (3,1-5,0 баллов). На основании сведений о повреждениях оценивали общую устойчивость генотипов к резкому понижению температур после продолжительных оттепелей и к их перепадам (от положительных до низких отрицательных) с предварительной закалкой: устойчивые или морозостойкие – все органы и ткани устойчивые; среднеустойчивые или среднеморозостойкие – один(а) из тканей или органов среднеустойчивые, другие средне- и устойчивые; малоустойчивые или маломорозостойкие – один(а) из органов или тканей неустойчивые.

²Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения: 25.03.2021).

³Центральное УГМС. Дорожная карта [Электронный ресурс]. URL: <http://ecomos.ru/> (дата обращения: 25.03.2021).

⁴Тюрина М. М., Красова Н. Г., Резвякова С. В., Савельев Н. Г., Джигадло Е. Н., Огольцова Т. П. Изучение зимостойкости сортов плодовых и ягодных растений в полевых и лабораторных условиях. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур (Жилина), 1999. С. 59-68.

⁵Тюрина М. М., Гоголева Г. А., Ефимова Н. В., Голоулина Л. К., Морозова Н. Г., Эчеди Й. Й. и др. Указ. соч.

Статистическую обработку результатов проводили по методическим рекомендациям Б. А. Доспехова⁶ с использованием пакета программ Microsoft Office 2007. Оценку наследования у гибридов устойчивости к низким температурам (после воздействия перепадов температур от положительных до отрицательных с закалкой) в зависимости от родительских форм определяли методом ранговой корреляции Спирмена по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{\sum d^2}{n^3 - n}, \quad (1)$$

где $\sum d^2$ – сумма квадратов разностей между рангами; n – количество признаков, участвовавших в ранжировании. Корреляция считается сильной, если коэффициент находится в пределах от $\pm 0,7$ до ± 1 ; от $\pm 0,3$ до $\pm 0,699$ – средней; от 0 до $\pm 0,299$ – слабой. Для проверки гипотезы о равенстве нулю генерального коэффициента ранговой корреляции Спирмена при конкурирующей гипотезе H_1 . $p \neq 0$ при уровне значимости 0,05 вычисляли критическую точку по формуле:

$$T_{kp} = t(a, k) \sqrt{\frac{1 - p^2}{n - 2}}, \quad (2)$$

где n – объем выборки; ρ – выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена; $t(a, k)$ – критическая точка двусторонней критической области, которую находят по таблице критических точек распределения Стьюдента, по уровню значимости α и числу степеней свободы $k = n - 2$. Если $|p| < T_{kp}$ – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу. Ранговая корреляционная связь между качественными признаками не значима. Если $|p| > T_{kp}$ – нулевую гипотезу отвергают.

Таблица 1 – Температурные условия среды в период исследований, п. Измайлово Ленинского района Московской области (2007-2015 гг.) /

Table 1 – Temperature conditions of the environment during the research period, Izmailovo settlement, Leninsky District, Moscow Region (2007-2015)

<i>Показатель / Indicator</i>	<i>Месяц / Month</i>				
	<i>январь / january</i>	<i>февраль / february</i>	<i>март / march</i>	<i>ноябрь / november</i>	<i>декабрь / december</i>
$t^{\circ}\text{C}$, среднегодовое значение / $t^{\circ}\text{C}$, long-term average annual value	-7,0	-6,3	0,4	1,2	-3,6
$t^{\circ}\text{C}$, min среднегодовое значение / $t^{\circ}\text{C}$, min long-term average annual value	-20,6	-19,5	-12,3	-9,6	-16,7
$t^{\circ}\text{C}$, max среднегодовое значение / $t^{\circ}\text{C}$, max long-term average annual value	2,21	3,16	11,90	10,87	6,22
Количество дней $> +1^{\circ}\text{C}$ / Number of days $> +1^{\circ}\text{C}$	3	3	12	16	6

⁶Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения за погодно-климатическими условиями (ноябрь-март) с 2007 по 2015 год в условиях Московской области выявили, что средняя температура воздуха за исследуемый период варьировала от $-14,5^{\circ}\text{C}$ (январь 2010 г., отклонение от среднемноголетней нормы $-7,0^{\circ}\text{C}$) до $+4,4^{\circ}\text{C}$ (март 2008 г., отклонение от среднемноголетней нормы $+5,8^{\circ}\text{C}$). Самым холодным месяцем был январь, среднегодовое значение с 2007 по 2015 г. составило -7°C (табл. 1). Самые низкие среднегодовые минимальные температуры выявлены в январе ($-20,6^{\circ}\text{C}$), в 2010 г. отмечено снижение до $-25,9^{\circ}\text{C}$. Максимальная среднегодовая температура самой высокой была в ноябре ($+10,87^{\circ}\text{C}$). В этот период отмечено и наибольшее количество дней выше $+1^{\circ}\text{C}$ (16 дней). Критических температурных условий не выявлено.

Близкими к критическим (в разные периоды холодного времени года) были температуры в 2008 г., 2010 г., 2013 г. и 2014 г. В мае 2008 г. отмечены отрицательные температуры (-3°C), которые в период цветения привели к повреждению цветковых почек (V компонент). В январе 2010 г. наблюдались температуры ниже -25°C (II компонент). В 2013 г. – оттепель (около $+2^{\circ}\text{C}$) в третьей декаде февраля и мороз первой декаде марта (-18°C в течение 12 часов, III компонент). В 2014 году оттепель ($+2...+3^{\circ}\text{C}$) в третьей декаде января с последующим за ней 15-дневным периодом с отрицательными температурами $-10...-16^{\circ}\text{C}$ и морозом -28°C (IV компонент) вызвали подмерзание органов и тканей у неадаптивных сортов сливы.

В период с 2007 по 2015 г. изучаемые сорта и формы сливы домашней и русской проявили различную степень устойчивости

к воздействию повреждающими факторами среды холодного времени года в полевых и лабораторных условиях (табл. 2).

Таблица 2 – Устойчивость к воздействию повреждающими факторами среды холодного времени года родительских форм межвидовых и межсортовых гибридов сливы /

Table 2 – Resistance to the impact of damaging environmental factors of the cold season of parental forms of interspecific and intervarietal prunus hybrids

Сорт, форма / Variety, form	Родительская форма / Parent forms	Среднемноголетняя (2007-2015) устой- чивость к низким температурам, балл / Average long- term (2007-2015) resistance to low temperatures, points	Степень повреждения однолетних побегов в контролируемых условиях, балл / Degree of damage to 1-year-old shoots under controlled conditions, points			
			-22 °C*		-34 °C**	
			почки; кора; ксилема / buds; bark; xylem	общая степень/ total degree	почки; кора; ксилема / buds; bark; xylem	общая степень/ total degree
<i>Prunus ×rossica</i> Erem.						
Кубанская Комета / Kubanskaya Kometa	Скороплодная × Пионерка / Skoroplodnaya × Pionerka	3,0	2,5; 2,8; 0,5	2,8	5,0; 2,5; 3,5	5,0
<i>Prunus domestica</i> L.						
Смолинка / Smolinka	Очаковская Черная × Ренклод Улленса / Ochakovskay Chernaya × Renklod Ullensa	2,5	0; 0; 0	0	0,5; 0; 2,5	2,5
Утро / Utro	Скороспелка красная × Ренклод Улленса / Skorospelka Krasnaya × Renklod Ullensa	2,5	0; 0; 0	0	2,5; 0; 3,5	3,5
УБ 8 / UB 8	Сеянец от свободного опыления формы УБ / Seedling from free pollination of UB form	1,5	0; 0; 0	0	0,5; 0; 2,0	2,0

* III компонент морозоустойчивости, ** IV компонент морозоустойчивости /

* III component of frost resistance, ** IV component of frost resistance

В полевых условиях повреждения растений факторами среды холодного времени года зимы варьировали от 1,5 (УБ 8) до 3 баллов (Кубанская Комета). Чаще всего у сорта Кубанская Комета отмечались подмерзания подпочковых проводящих пучков у вегетативных и генеративных почек.

У сортов Смолинка и Утро устойчивость к низким температурам выше на 0,5 балла. Выявлены повреждения генеративных почек, тканей побега. Повреждающие условия среды, отличавшиеся наибольшей близостью к критическим, в 2008, 2010, 2013 и 2014 гг. у сортов и форм не приводили к существенному (более 50 %) снижению урожайности, что соотносится с результатами, полученными Г. Ю. Упадышевой и Н. А. Федоровой в этот же период [19, 20].

В контролируемых условиях повреждений у однолетних побегов сортов Смолинка,

Утро и формы УБ 8 в режиме III компонента не обнаружено. У однолетних побегов сорта Кубанская Комета выявлены повреждения как органов, так и тканей (общая степень подмерзания 2,8 балла). По совокупной степени подмерзания органов и тканей однолетних побегов сорт Кубанская Комета можно отнести к группе малоустойчивых или маломорозостойких (повреждение коры составило 2,8 балла).

По IV компоненту у образцов выявлены повреждения от 2 (УБ 8) до 5 баллов (Кубанская Комета).

По комплексу подмерзаний выделены три группы: 1) малоустойчивые или маломорозостойкие – Кубанская Комета (повреждение всех органов и тканей) и Утро (повреждение ксилемы 3,5 балла); 2) среднеустойчивые или среднеморозостойкие – Смолинка (повреждение ксилемы 2,5 балла); 3) устойчивые или морозостойкие – УБ 8 (все органы и ткани устойчивые).

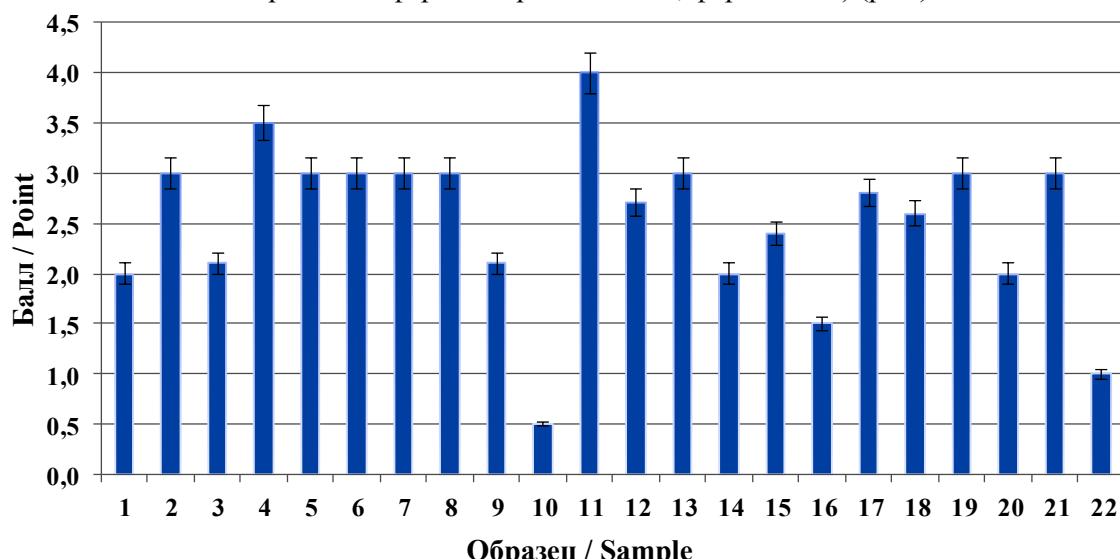
По результатам изучения в полевых и контролируемых условиях (III и IV компоненты) образцы отнесены к группам: *слабозимостойкие* (сильно повреждающиеся в критические зимы, частично восстанавливающие крону в последующие вегетационные периоды, после критической зимы обычно не плодоносят) – Кубанская Комета (гибель почек на однолетних побегах) и Утро (повреждения ксилемы 3,5 балла); *среднезимостойкие* (урожайность после обычных зим не снижается, в критические – не опускается ниже 50 %) – Смолинка; *зимостойкие* (не снижается урожайность после перезимовки в критических условиях) – форма УБ 8.

Признак «зимостойкость» у гибридного потомства обусловлен генетическим происхождением родительских форм. Например, у сорта Кубанская Комета материнская форма сорт

Скороплодная (Уссурийская красная × Клаймакс (Climax)) является донором зимостойкости (-35 °C, II компонент) [17, 21].

Анализ результатов оценки степени повреждения низкими температурами в контролируемых условиях у однолетних побегов гибридного потомства в режиме III компонента выявил, что 73 % гибридов не имеют повреждений органов и тканей (в межвидовых семьях Кубанская комета × Утро и Кубанская Комета × Смолинка – 100 %). В семье УБ 8 × Смолинка были выявлены повреждения вегетативных почек (от 2 до 3 баллов) у форм № 2, № 3 и № 6.

Повреждения в результате воздействия условиями IV компонента отмечены у гибридов всех изучаемых семей от 0,5 (УБ 8 × Смолинка, форма № 10) до 4 баллов (УБ 8 × Смолинка, форма № 11) (рис.).



1-13 образец – УБ 8 × Смолинка (формы 1-13); 14-20 образец – Кубанская комета × Утро (формы 1-7); 21-22 образец – Кубанская Комета × Смолинка (формы 1-2) / 1-13 sample – UB 8 × Smolinka (forms 1-13); 14-20 sample – Kubanskaya Kometa × Utro (forms 1-7); 21-22 sample – Kubanskaya Kometa × Smolinka (forms 1-2)

Рис. Общая степень подмерзания органов и тканей межсортовых и межвидовых гибридов сливы после воздействия перепадов температур от положительных до низких отрицательных с предварительной закалкой (IV компонент), балл

Fig. The total degree of freezing of organs and tissues of interspecific and intervarietal hybrids of plum after exposure to temperature drops from positive to low negative with preliminary hardening (IV component), point

Устойчивые к перепадам температуры (от положительных до низких отрицательных с предварительной закалкой) гибриды отмечены во всех семьях: УБ 8 × Смолинка (формы № 1, 10); Кубанская Комета × Утро (форма № 3); Кубанская Комета × Смолинка (форма № 2). Выявлена положительная трансгрессия признака устойчивости к воздействию повреждающими факторами среды холодного времени года после оттепели и оттепели

с последующей закалкой. Более 45 % гибридов во всех семьях являлись среднеустойчивыми по сумме компонентов.

Оценка влияния генома родительских форм на наследование у гибридов устойчивости к низким температурам по IV компоненту методом ранговой корреляции Спирмена выявила, что коэффициент корреляции для всех родительских форм находится в диапазоне от ±0,3 до ±0,699 (табл. 3).

Таблица 3 – Оценка методом ранговой корреляции Спирмена влияния генома родительских форм на наследование у гибридов сливы устойчивости к низким температурам после воздействия перепадов температур от положительных до отрицательных с закалкой /

Table 3 – Evaluation by the Spearman rank correlation method of the effect of the genome of parental forms on the inheritance of resistance to low temperatures in plum hybrids after exposure to temperature changes from positive to negative with hardening

<i>Сорт, форма / Variety, form</i>	<i>Коэффициент ранговой корреляции (ρ) / Rank correlation coefficient (ρ)</i>	<i>Критическая точка (T_{kp}) / Critical point (T_{kp})</i>
<i>Prunus × rossica Erem.</i>		
Кубанская Комета / Kubanskaya Kometa	0,424	0,97
<i>Prunus domestica L.</i>		
Смолинка / Smolinika	0,459	0,62
Утро / Utro	0,424	1,28
УБ 8 / UB 8	0,458	0,7

Данные показателя соответствуют средней прямой корреляции между зимостойкостью у родительских форм и гибридов. В связи с тем, что для всех объектов $|p| < T_{kp}$, нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу. Ранговая корреляционная связь между качественными признаками незначима.

Выходы. 1. В результате исследования в полевых и лабораторных условиях (по III и IV компонентам) устойчивости генотипов сливы домашней и русской к воздействию повреждающими факторами среды холодного времени года установлено, что сорта Кубанская Комета и Утро являются слабоморозостойкими, Смолинка – среднеморозостойким, а форма УБ 8 – морозостойкой.

2. У 73 % изучаемых гибридов в лабораторных условиях отсутствовали повреждения

от воздействия низкими отрицательными температурами после оттепели (III компонент). Общая степень подмерзания гибридов после оттепели с последующей закалкой (IV компонент) варьировала от 0,5 (УБ 8 × Смолинка, форма № 10) до 4 баллов (УБ 8 × Смолинка, форма № 4). Генотипы из семей УБ 8 × Смолинка (форма № 1, 10), Кубанская Комета × Утро (форма № 3), Кубанская Комета × Смолинка (форма № 2) представляют интерес для дальнейшего селекционного изучения.

3. Оценка влияния генома родительских форм на наследование у гибридов устойчивости к низким температурам по IV компоненту методом ранговой корреляции Спирмена выявила среднюю прямую незначимую корреляцию между зимостойкостью у геномов родительских форм и гибридов.

Список литературы

1. Milošević T., Milošević N. Plum (*Prunus spp.*) breeding. Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits. Springer, Cham, 2018. 165-215. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91944-7_5
2. Butac M., Botu M., Militaru M., Mazilu C., Dutu I., Nicolae S. Plum Germplasm Resources and Breeding in Romania. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. 2019;73(3):214-219. DOI: <https://doi.org/10.2478/prolas-2019-0034>
3. Butac M. Plum Breeding. Prunus. IntechOpen, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.92432>
4. Hartmann Wr. Sharka-Resistant Plum Hybrids and Cultivars from the Plum Breeding Programme at Hohenheim. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. 2019;73(3):226-231. DOI: <https://doi.org/10.2478/prolas-2019-0036>
5. Еремин Г. В. Совершенствование сортимента сливы русской. Плодоводство и ягодоводство России. 2017;48(1):98-102. Режим доступа: <https://www.plodovodstvo.com/jour/article/view/21>
6. Заремук Р. Ш. Сорта для конструирования современных насаждений сливы на юге России. Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2018;(13):46-52. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34915896&>
7. Паракин Н. В. Современное садоводство России и перспективы развития отрасли. Современное садоводство. 2013;(2(6)):114-122. Режим доступа: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2013/2/51.pdf>
8. Попов М. А. Новоторцев А. А., Богданов Р. Е., Кружков А. В. Совершенствование сортимента и технологий возделывания вишни и сливы в средней полосе России. Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):39-44. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10210>
9. Lara M. V., Bonghi C., Famiani F., Vizzotto G., Walker R. P., Drincovich M. F. Stone fruit as biofactories of phytochemicals with potential roles in human nutrition and health. Frontiers in Plant Science. 2020;11:562252. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.562252>

10. Заремук Р. Ш., Алексина Е. М., Богатырева С. В., Доля Ю. А. Результаты селекции косточковых культур в условиях юга России. Российская сельскохозяйственная наука. 2017;(3):10-13. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29160061>
11. Богданов Р. Е., Богданов О. Е. Оценка устойчивости гибридов сливы к повторным морозам после оттепелей. Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020;7(1-2):28-30.
DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-0454-2020-11207>
12. Федотова И. Э., Острикова О. В., Колесникова А. Ф. Изучение компонентов зимостойкости сортов сливы в зависимости от видового происхождения в условиях контролируемого режима. Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2015;(4):261-265. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24910873>
13. Яковлева В. В., Сеткова Л. Г. Изучение зимостойкости сливы в условиях приморского края. Аграрный вестник Приморья. 2019;(2):12-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41297037>
14. Солонкин А. В., Никольская О. А., Киктева Е. Н. Изучение компонентов зимостойкости сливы различного происхождения. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020;(2(58)):95-104. DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2020-02-09>
15. Горина В. М., Лукичева Л. А. Перспективы повышения устойчивости растений алычи (*Prunus cerasifera* Ehrh.) к воздействию отрицательных температур воздуха в условиях степного Крыма. Бюллетень Государственно-го Никитского ботанического сада. 2019;(132):67-71. DOI: <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.132.2019.08>
16. Quesada-Traver C., Guerrero B. I., Badenes M. L., Rodrigo J., Ríos G., Lloret A. Structure and Expression of Bud Dormancy-Associated MADS-Box Genes (DAM) in European Plum. Frontiers in plant science. 2020;11:1288. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01288>
17. Симонов В. С. Результаты сортоподбора сливы в ФГБНУ ВСТИСП. Плодоводство и ягодоводство России. 2017;48(1):232-239. Режим доступа: <https://www.plodovodstvo.com/jour/article/view/52>
18. Симонов В. С. Характер наследования зимостойкости в гибридных семьях сливы. Плодоводство и ягодоводство России. 2015;41:330-334. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23589204>
19. Федорова Н. А., Упадышева Г. Ю. Морозостойкость диплоидной сливы на разных клоновых подвоях при промораживании в контролируемых условиях. Плодоводство и ягодоводство России. 2014;39:240-243. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21519958>
20. Упадышева Г. Ю. Продуктивность сливы русской при выращивании на клоновых подвоях в Подмосковье. Садоводство и виноградарство. 2014;(2):33-37. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21503972>
21. Резявкова С. В. Зимостойкость садовых культур различного эколого-географического происхождения (Обзор). Биология в сельском хозяйстве. 2017;1(14):12-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28399342>

References

1. Milošević T., Milošević N. Plum (*Prunus* spp.) breeding. Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits. Springer, Cham, 2018. 165-215. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91944-7_5
2. Butac M., Botu M., Militaru M., Mazilu C., Dutu I., Nicolae S. Plum Germplasm Resources and Breeding in Romania. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. 2019;73(3):214-219. DOI: <https://doi.org/10.2478/prolas-2019-0034>
3. Butac M. Plum Breeding. Prunus. IntechOpen, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.92432>
4. Hartmann Wr. Sharka-Resistant Plum Hybrids and Cultivars from the Plum Breeding Programme at Hohenheim. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. 2019;73(3):226-231. DOI: <https://doi.org/10.2478/prolas-2019-0036>
5. Eremin G. V. Sovremennoe sovremennoe sortimenta slivy russkoy. [Improving of the assortment of Russian plum]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2017;48(1):98-102. (In Russ.). URL: <https://www.plodovodstvo.com/jour/article/view/21>
6. Zaremuk R. Sh. Corta dlya konstruirovaniya sovremennykh nasazhdennykh slivy na yuge Rossii. [The varieties for designing modern plum trees in the south of Russia]. *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoy nauki Tavridy* = Transactions of Taurida Agricultural Science. 2018;(13):46-52. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34915896&>
7. Parakhin N. V. Sovremennoe sadovodstvo Rossii i perspektivy razvitiya otrassli. [Modern gardening of Russia and prospects of the branch development]. *Sovremennoe sadovodstvo* = Contemporary horticulture. 2013;(2(6)):114-122. (In Russ.). URL: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2013/2/51.pdf>
8. Popov M. A. Novotortsev A. A., Bogdanov R. E., Kruzhkov A. V. Sovremennoe sovremennoe sortimenta i tekhnologiy vozdeleyaniya vishni i slivy v sredney polose Rossii. [Improvement of the assortment and cultivation technologies of cherry and plum in central Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICIS. 2019;33(2):39-44. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10210>
9. Lara M. V., Bonghi C., Famiani F., Vizzotto G., Walker R. P., Drincovich M. F. Stone fruit as biofactories of phytochemicals with potential roles in human nutrition and health. Frontiers in Plant Science. 2020;11:562252. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.562252>
10. Zaremuk R. Sh., Alekhina E. M., Bogatyreva S. V., Dolya Yu. A. Rezul'taty selektsii kostochkovykh kul'tur v usloviyah yuga Rossii. [The results of breeding of stone fruit crops in the conditions of the south of Russia]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* = Russian Agricultural Sciences. 2017;(3):10-13. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29160061>

11. Bogdanov R. E., Bogdanov O. E. *Otsenka ustoychivosti gibridov slivy k povtornym morozam posle ottepeley*. [Evaluation of plum hybrid resistance to repetitive of frosts after thaw periods]. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur*. 2020;7(1-2):28-30. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2500-0454-2020-11207>
12. Fedotova I. E., Ostrikova O. V., Kolesnikova A. F. *Izuchenie komponentov zimostoykosti sortov slivy v zavisimosti ot vidovogo proiskhozhdeniya u usloviyakh kontroliruemogo rezhima*. [Studying of components of winter hardness of grades of plum depending on a specific origin in the conditions of the controlled mode]. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye, tekhnicheskie i meditsinskie nauki* = Scientific Notes of Orel State University. 2015;(4):261-265. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24910873>
13. Yakovleva V. V., Setkova L. G. *Izuchenie zimostoykosti slivy v usloviyakh primorskogo kraja*. [The study of the hardness of plums in the conditions of Primorsky region]. *Agrarnyy vestnik Primorya*. 2019;(2):12-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41297037>
14. Solonkin A. V., Nikol'skaya O. A., Kikteva E. N. *Izuchenie komponentov zimostoykosti slivy razlichnogo proiskhozhdeniya*. [Study of components of winter resistance of plum of different origin]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = Proceedings of Nizhnevolzhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education. 2020;(2(58)):95-104. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2020-02-09>
15. Gorina V. M., Lukicheva L. A. *Perspektivy povysheniya ustoychivosti rasteniy alychi (Prunus cerasifera Ehrh.) k vozdeystviyu otritsatel'nykh temperatur vozdukh v usloviyakh stepnogo Kryma*. [Prospects for increasing the resistance of cherry-plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.) plants to the impact of negative air temperatures in the steppe Crimea]. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* = Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. 2019;(132):67-71. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25684/NBG.boot.132.2019.08>
16. Quesada-Traver C., Guerrero B. I., Badenes M. L., Rodrigo J., Ríos G., Lloret A. Structure and Expression of Bud Dormancy-Associated MADS-Box Genes (DAM) in European Plum. *Frontiers in plant science*. 2020;11:1288. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01288>
17. Simonov V. S. *Rezul'taty sortoizucheniya slivy v FGBNU VSTISP*. [The results of the study of plum varieties at the FSBSI ARHIBAN]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2017;48(1):232-239. (In Russ.). URL: <https://www.plodovodstvo.com/jour/article/view/52>
18. Simonov V. S. *Kharakter nasledovaniya zimostoykosti v gibridnykh sem'yakh slivy*. [Inheritace nature of winter hardness in plum hybrid families]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2015;41:330-334. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23589204>
19. Fedorova N. A., Upadysheva G. Yu. *Morozostoykost' diploidnoy slivy na raznykh klonovykh podvoyakh pri promorazhivanii v kontroliruemых usloviyakh*. [Diploid plum frost on different clonal rootstocks at freezing in controlled conditions]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2014;39:240-243. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21519958>
20. Upadysheva G. Yu. *Produktivnost' slivy russkoy pri vrashchivaniu na klonovykh podvoyakh v Podmoskov'e*. [Russian plum productivity when grown on clonal rootstocks in Moscow region]. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* = Horticulture and viticulture. 2014;(2):33-37. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21503972>
21. Rezvyakova S. V. *Zimostoykost' sadovykh kul'tur razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya (Obzor)*. [Winter hardness of horticultural crops of different ecological and geographical origin (review)]. *Biologiya v sel'skom khozyaystve* = Biology in agriculture. 2017;1(14):12-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28399342>

Сведения об авторах

Симонов Владимир Сергеевич, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела селекции и генетики садовых культур, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», Загорьевская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8223-0528>

✉ **Бурменко Юлия Владимировна**, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник отдела селекции и генетики садовых культур, ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», Загорьевская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6172-9597>, e-mail: burmenko_j@mail.ru

Information about the authors

Vladimir S. Simonov, PhD in Agricultural Science, senior researcher, the Department of Breeding and Genetics of Horticultural Crops, Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Zagorievskaya 4, Moscow, Russian Federation, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8223-0528>

✉ **Yuliya V. Burmenko**, PhD in Biological Science, senior researcher, the Department of Breeding and Genetics of Horticultural Crops, Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Zagorievskaya 4, Moscow, Russian Federation, 115598, e-mail: vstisp@vstisp.org, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6172-9597>, e-mail: burmenko_j@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author



Изучение роста побегов жимолости синей (*Lonicera caeruleae* L.) в условиях Северо-Востока Европейской части России

© 2021. А. П. Софронов , С. В. Фирсова, А. А. Русинов

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Цель исследований – изучить особенности роста побегов 13 сортовообразцов жимолости синей для оценки их жизнеспособности в условиях Кировской области. Учеты и наблюдения проводили с 2018 по 2020 год на коллекционном участке (2017 год посадки). Длину однолетнего прироста измеряли на трех одновозрастных растениях каждого сортовообразца через десять дней с момента роста побегов до его окончания. Для этого на одном растении учитывали длину 20 побегов возобновления первого порядка, расположенных по четырем сторонам света. Начало роста побегов приходилось на период со 2 по 11 мая. Средняя продолжительность периода вегетации жимолости за изученный период составила 49 дней. Максимальная продолжительность отмечена у сорта *Маша* в 2018 году (55 дней), минимальная – у сортов *Ленарола*, *Омега*, *Голубой Десерт*, *Лаура* и формы *Темно-синий №* в 2019 г. (42 дня). Максимальной длиной однолетнего прироста отличились сорта *Рената* ($20,6\pm4,1$ см), *Голубой Десерт* ($20,8\pm5,2$ см) и *Мальвина* ($25,6\pm5,7$ см). Анализ динамики роста побегов жимолости показал, что в условиях исследуемого периода максимальный прирост происходит в первую (33,8 %) и вторую (35,3 %) декады роста – примерно с середины мая по первую декаду июня. В третьей декаде роста отмечалось снижение интенсивности роста побегов – процент прироста составил в среднем 21,2 % (от 14,2 % в 2018 г. до 28,8 % в 2020 г.). Четвертая и пятая декады характеризовались затуханием ростовых процессов – интенсивность роста составляла 5,9 и 3,9 % соответственно. Вклад вторичного роста в годичный прирост не превысил 26 % у сорта *Ленарола* и 20 % у сорта *Голубой Десерт*. Сорта, имеющие в родословной жимолость *Turczaninova* (*Lonicera turczaninowii* Pojark.), не отличались по интенсивности и продолжительности роста побегов от потомков жимолости камчатской (*Lonicera kamtschatcica* (Sevast.) Pojark.). Среди изученных сортовообразцов преобладала обратноконическая форма куста (6 сортов, или 46,2 %). Все изученные сортовообразцы жимолости показали высокую жизнеспособность в условиях Кировской области.

Ключевые слова: сорта жимолости синей, прирост, динамика роста, длина побега, период роста

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0767-2019-0096).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Софронов А. П., Фирсова С. В., Русинов А. А. Изучение характера роста побегов жимолости синей (*Lonicera caeruleae* L.) в условиях Северо-Востока Европейской части России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):551-560. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.551-560>

Поступила: 03.02.2021 Принята к публикации: 20.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

The study of growth of blue honeysuckle sprouts (*Lonicera caeruleae* L.) in the conditions of North-East of the European Russia

© 2021. Alexander P. Sofronov , Svetlana V. Firsova, Anatoly A. Rusinov

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov,
Russian Federation

*The aim of the research is to study characteristics of sprout growth of 13 blue honeysuckle variety samples for evaluation of their viability in the conditions of Kirov region. Recordings and observations were carried out since 2018 to 2020 on the collection area (2017 year of planting). The length of a one-year growth was measured on three even-aged plants of each variety sample ten days after the moment of sprout growing till the end of growth. The length of 20 sprouts of the first-order renewal located according to four corners of the earth, was recorded on one plant. The sprout growth began from the 2nd to the 11th of May. Over the studied time an average duration of a growing period was 49.0 days. The variety *Masha* was distinguished for maximum duration in 2018 (55 days), the varieties *Omega*, *Lenarola*, *Goluboy Desert* (*Blue Dessert*), *Laura* and *Dark-Blue №* form had the minimal one in 2019 (42 days). Maximum length of the one-year growth was observed for the variety *Renata* (20.6 ± 4.1 cm), *Goluboy Desert* (*Blue Dessert*) (20.8 ± 5.2 cm) and *Malvina* (25.6 ± 5.7 cm). The analysis of the dynamic of sprout growth showed that in the conditions of the studied period the maximum growth was observed in the first (33.8 %) and in the second (35.3 %) decades of growth – approximately, from the middle of May till the first decade of June. The decrease in intensity of sprout growth was noticed in the third decade – an average growth was 21.2 % (from 14.2 % in 2018 to 28.8 % in 2020). The fourth and fifth decades were characterised by fading of growth processes – intensity of growth was 5.9 % and 3.9 %, respectively. The contribution of the secondary growth to an annual growth did not exceed 26 % for *Lenarolina* variety and 20 % for *Goluboy Desert* (*Blue Dessert*). The varieties, which had *Turczaninov* honeysuckle (*Lonicera turczaninowii* Pojark.) in their breeding record, did not differ in intensity and duration of sprout growth from the descendants of *Kamchatka* honeysuckle (*Lonicera kamtschatcica* (Sevast.) Pojark.). An obconical shape of the bush prevailed among the*

studied variety samples (6 varieties or 46.2 %). All the studied variety samples of honeysuckle showed high viability in the conditions of the Kirov region.

Key words: *varieties of blue honeysuckle, growth, dynamic of growth, sprout length, period of growth*

Acknowledgment: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0096).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citations: Sofronov A. P., Firsova S. V., Rusinov A. A. The study of growth of blue honeysuckle sprouts (*Lonicera caeruleae* L.) in the conditions of North-East of the European Russia *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):551-560. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.551-560>

Received: 03.02.2021

Accepted for publication: 20.07.2021

Published online: 26.08.2021

Жимолость синяя (*Lonicera caeruleae* L.) – ягодная культура, популярность которой с каждым годом увеличивается [1]. Ценность этого вида обусловлена сверхдлительным сроком созревания плодов, высоким содержанием витамина С и биологически активных фенольных соединений, которые, проявляя антиоксидантную, иммуномодулирующую, антибактериальную, противовирусную, противогрибковую, антиаллергическую и другие виды активности, широко используются в медицине, косметологии, пищевой промышленности и сельском хозяйстве [2, 3, 4, 5].

Еще в 1909 году И. В. Мичурин упоминал о жимолости в своих работах, но селекционная работа с ней была начата только в 40-х годах прошлого века [6]. Во второй половине 20-го века практически параллельно в нескольких точках началось изучение и селекция культуры: в НИИИСС имени М. А. Лисавенко с 1948 года, ВНИИР имени Н. И. Вавилова и Павловской опытной станции с 1949 года [7], ботанических садах МГУ и ГБС РАН с 1951 года [8], на Бакчарском опорном пункте северного садоводства с 1964 г.¹. Важную роль в селекции культуры, а также в ее продвижении сыграла М. Н. Плеханова, которой был создан ряд десертных, крупноплодных сортов, таких как Нимфа, Амфора, Морена, Сувенир и ряд других [9]. В настоящий момент, кроме перечисленных выше центров, селекцией жимолости в России занимаются в ФНЦ имени И. В. Мичурина (Мичуринск) [6], Нижегород-

ской сельскохозяйственной академии (Нижний Новгород) [10], Южно-Уральском НИИ садоводства и картофелеводства (Челябинск)², НИИ садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады» (Самара)³ и ряде других НИУ страны [6, 7, 8]. В 2020 г. в Госреестре числилось 119 сортов, из которых более 35 % созданы за последние десять лет. Лидером по созданию сортов является ОГУП «Бакчарское» (Томская область)⁴.

В Кировскую область первые сорта жимолости были завезены в 80-х годах 20-го века. Дальнейшее их изучение позволило выделить ряд перспективных сортов, способных в условиях региона реализовывать свой продуктивный потенциал [11, 12].

Жимолость является boreальным голарктическим видом с высокой зимостойкостью и морозостойкостью [8]. В Кировской области, которая относится к зоне рискованного земледелия, далеко не все сорта способны полностью реализовать свой продуктивный потенциал. Поэтому требуется их дополнительная оценка, в том числе по изучению роста побегов, который является интегрирующим показателем жизнеспособности сорта в конкретных почвенно-климатических условиях.

Побег у жимолости смешанный, несущий вегетативную и генеративную части. На побегах расположена одиночная верхушечная почка, а на листовом узле у жимолости с каждой стороны по 1-3 сериальные почки, размещенные друг над другом [13].

¹Савинкова Н. В., Гагарин А. В. Итоги полувековой работы с жимолостью синей в ФГУП «Бакчарское». Инновационные направления развития сибирского садоводства: наследие академиков М. А. Лисавенко, И. П. Калининой: сб. ст. Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. Барнаул, 2018. С. 238-246. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35342018>

²Ильин В. С., Ильина Н. А. Жимолость синяя на Южном Урале. Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сб. научн. тр. Челябинск, 2016. С. 41-47.

³Деменина Л. Г. Сортобновление – резерв повышения урожайности садов в Самарской области: сб. научн. тр. Государственного Никитского ботанического сада. Ялта, 2017. Т. 144-1. С. 113-118. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29904937>

⁴Рынок жимолости России 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://haskapru.com/2021/01/25/%d1%80%d1%8b%d0%bd%d0%be%d0%ba%d0%b6%d0%b8%d0%bc%d0%be%d0%bb%d0%be%d1%81%d1%82%d0%b8%d1%80%d0%be%d1%81%d1%81%d0%b8%d0%b8%d0%b8-2020/> (дата обращения 28.01.2021).

В природных условиях произрастания под влиянием естественного отбора у растений формируется оптимальная (адаптивная к местным условиям) морфологическая структура, в том числе расположение побегов и репродуктивных органов, длина междуузлий, размер листовой поверхности и характер расположения листьев. Однако в условиях интродукции в связи с различием климатических условий не все эти особенности строения кроны могут быть оптимальными для реализации репродуктивной функции [14].

Длина годичных побегов варьирует в зависимости от его типа и места расположения на кусте, а также зависит от происхождения образца. Годичные приросты в значительной степени закреплены в генотипе, поэтому темпы роста сохраняются при интродукции в иные условия [13].

По роли побегов в построении кроны жимолости выделяют следующие типы: пер-

вичные – основа побегов, начиная с проростка; побеги ветвления – боковые побеги, выполняющие функцию ассимиляции и продуктивности; побеги формирования – порослевые или побеги формирования, выполняющие функцию омоложения; побеги дополнения – появляются при старении растения или при его повреждении [14].

Цель исследований – изучить особенности роста побегов сортообразцов жимолости синей для оценки их жизнеспособности в конкретных почвенно-климатических условиях Кировской области

Новизна исследования – в условиях региона оценены новые сорта и формы жимолости синей.

Материал и методы. Исследования проведены в лаборатории плодово-ягодных культур Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (г. Киров). Объектами изучения явились 12 сортов и одна форма 2017 г. посадки (табл. 1).

**Таблица 1 – Сортообразцы жимолости синей, изученные в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока /
Table 1 – Blue honeysuckle variety samples the studied in Federal Agricultural Research Center of the North-East**

<i>Сорт, форма / Variety, Form</i>	<i>Срок созревания / Maturation period</i>	<i>Год включения в Гос- реестр / Year of inclu- sion into the State Reg- ister of Breeding achievements</i>	<i>Оригинатор / Originator</i>
Голубое веретено (контроль) / Goluboe Vereteno (control)	Ранний / Early	1989	Федеральный Алтайский научный центр агробиотехно- логий / Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies
Сильгинка / Silginka	Среднеранний / Mid-early	2011	
Ленарола / Lenarola		2006	
Мальвина / Malvina		2002	
Маша / Masha		2006	
Кокетка / Koketka		2006	
Омега / Omega		2002	
Лайра / Laura		2006	
Влада / Vlada		2006	
Рената / Renata		2006	
Флагман / Flagman		2021	
Темно-синий № / Dark-Blue №	Среднепоздний / Mid-late	-	Федеральный аграрный науч- ный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого / Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky
Голубой десерт / Goluboy De- sert (Blue Dessert)	Средний / Middle	2017	Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина / FSBSI I. V. Michurin Federal Science Center

В качестве контроля выбран сорт селекции Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий – Голубое веретено, так как за все предыдущие исследования данный сорт показал высокую адаптационную способность к условиям Кировской области, кроме того он рекомендован в качестве стандарта для ГСИ.

Схема посадки 3,0×1,5 м. Посадка осуществлена весной 2017 г. двухлетними саженцами, полученными методом зеленого черенкования. Категория посадочного материала – рядовая. Агротехнические мероприятия при постановке опыта общепринятые для Северо-Восточной зоны садоводства России согласно технологическим картам для культуры жимолости.

Учеты и наблюдения проводили с 2018 по 2020 год в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур»⁵.

Таблица 2 – Агроклиматические условия в период роста побегов жимолости синей, 2018...2020 гг. (по данным Кировского центра по гидрометеорологии) /

Table 2 – Agroclimatic conditions in the period of sprout growth of blue honeysuckle, 2018...2020 (according to Kirov Hydrometeorology Center)

Год / Year	Апрель / April	Май / May	Июнь / June	Июль / July
Количество осадков, мм / Precipitation during, mm				
2018	73,0	36,0	85,0	114,0
2019	16,0	38,0	94,0	57,0
2020	89,0	89,0	40,0	100,0
Средняя температура воздуха за месяц, °C / Average air temperature for the month, °C				
2018	2,6	11,6	14,4	20,6
2019	3,8	13,6	15,8	16,1
2020	2,1	12,1	15,3	20,5
ГТК / Hydrothermic coefficient				
2018	-	1,7	3,1	2,4
2019	-	1,3	2,9	1,7
2020	-	3,9	1,3	2,1

Результаты и их обсуждение. В условиях Кировской области жимолость синяя начинает вегетацию одной из первых среди ягодных культур – начало вегетации в среднем за годы исследований наблюдалось 28-30 апреля, при достижении суммы эффективных температур 30 °C [15]. Разница между началом роста побегов у разных сортов может составлять до 10 дней.

⁵Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

⁶Классификатор рода *Lonicera* L. подсекции *Caeruleae* Rehd. (Жимолость). Под редакцией В. А. Корнейчук. Л., 1988. 26 с.

Длину однолетнего прироста измеряли на трех одновозрастных растениях каждого сорта через десять дней с момента начала роста побегов до его окончания. Для этого на одном растении учитывали длину 20 побегов возобновления первого порядка, расположенных по четырем сторонам света, с расчетом среднего значения⁶.

Статистическая обработка данных методом корреляционного анализа выполнена с использованием пакета программы AGROS – версия 2.07.

Агроклиматические условия периода активного роста за годы изучения в целом были достаточно благоприятными, без сильных заморозков и засухи (табл. 2). Только в 2018 году отмечена поздняя весна, вызванная обильным снегопадом 23 апреля (140 % месячной нормы осадков) и задержкой даты перехода через 0 °C (27 апреля при среднем значении 18 апреля).

Таблица 2 – Агроклиматические условия в период роста побегов жимолости синей, 2018...2020 гг. (по данным Кировского центра по гидрометеорологии) /

Table 2 – Agroclimatic conditions in the period of sprout growth of blue honeysuckle, 2018...2020 (according to Kirov Hydrometeorology Center)

У изученных сортообразцов самое раннее начало роста побегов отмечено в 2020 г. – со 2 мая (Голубое веретено, Ленарола, Мальвина, Маша, Кокетка, Омега, Сильгинка, Рената, Темно-синий №, Флагман) по 11 мая (Голубой Десерт), самое позднее в 2018 году – с 7 (Маша) по 15 мая (Омега, Влада, Сильгинка, Флагман) (табл. 3).

*Таблица 3 – Продолжительность и сила роста побегов жимолости синей (2018-2020 гг.) /
Table 3 – Duration and intensity of sprout growth of blue honeysuckle (2018-2020)*

<i>Cорт, форма / Variety, form</i>	<i>2018 г.</i>	<i>2019 г.</i>	<i>2020 г.</i>	<i>В среднем / On average</i>	
				<i>Length of growth, cm / Длина побега, см / Прирост побега, см / Length of growth, cm / Duration of growth days / Прирост побега / Время роста, дней</i>	<i>Length of growth, cm / Длина побега, см / Прирост побега, см / Length of growth, cm / Duration of growth days / Прирост побега / Время роста, дней</i>
Голубое Веретено (контроль) / Goluboe Vereteno (control)	13.05-26.06	45	10,3	16.05-23.06	52
Омега / Omega	15.05-28.06	45	12,9	13.05-23.06	42
Сильвинка / Silvinka	15.05-28.06	45	11,5	03.05-23.06	52
Влада / Vladka	15.05-28.06	46	12,5	03.05-23.06	52
Флагман / Flagman	15.05-28.06	46	9,7	03.05-23.06	52
Мальвина / Malvina	14.05-28.06	47	14,4	03.05-23.06	52
Кокетка / Kokeika	14.05-28.06	47	14,0	03.05-23.06	52
Ляура / Laura	14.05-28.06	47	11,6	13.05-23.06	42
Темно-синий № / Dark-Blue №	14.05-28.06	47	11,0	13.05-23.06	42
Ленарола / Lenarola	12.05-30.06	50	14,8	13.05-23.06	42
Рената / Renata	12.05-30.06	50	11,3	3.05-23.06	52
Голубой десерт / Goluboy Desert	11.05-30.06	51	12,5	13.05-23.06	42
Маша / Masha	07.05-30.06	55	14,0	03.05-23.06	52
В среднем / On average	-	48	12,3	-	48
				17,7	-
				50	24,1
				49	17,9

Продолжительность периода роста жимолости в среднем по коллекции за три года изучения составила 49 дней, при варьировании от 48 в 2018 и 2019 гг. до 50 дней в 2020 г. Не отмечено существенного изменения периода роста однолетних побегов в зависимости от погодных условий ($F_{\phi} < F_t$). Только у сортообразцов Голубой Десерт и Темно-синий № вариабельность продолжительности длины периода активного роста превысила 10 %.

Более существенными зафиксированы сортовые различия по продолжительности роста побегов. Максимальная продолжительность отмечена в 2018 г. у сорта Маша – 55 дней, минимальная в 2019 г. – у сортов Ленарола, Омега, Голубой Десерт, Лаура и формы Темно-синий № – 42 дня. Продолжительность роста побегов у контрольного сорта Голубое веретено составила $49 \pm 2,3$ дней, при варьировании от 45 (2018 г.) до 52 дней (2019 г.).

В 2018 г. усредненный показатель однолетнего прироста составил $12,3 \pm 0,5$ см (от $9,7 \pm 0,3$ см у сорта Флагман до $14,8 \pm 0,5$ см у сорта Ленарола), а в 2020 г. средний показатель превысил $24,1 \pm 1,3$ см (от $16,1 \pm 0,6$ см у сорта Влада до $30,4 \pm 1,5$ см у сорта Голубой Десерт).

В возрасте от 3 до 8 лет, когда идет прогрессивное увеличение надземной массы куста и рост урожайности, длина годичного прироста является надежным критерием оценки состояния растений⁷. Так, в 2018 г. ни у одного сортообразца не выявлена длина однолетнего прироста более 15,0 см. Отличное общее состояние растений (5,0 баллов) при длине годичного прироста более 15,0 см отмечено в 2019 г. у 10 сортообразцов (66,6 % общего количества), в 2020 г. – у всех сортообразцов.

Изученные сортообразцы жимолости различались по длине прироста, значение которого варьировало от $13,5 \pm 1,3$ (Влада) до $25,6 \pm 4,2$ см (Мальвина). В группу с длинными побегами (более 20,0 см) в среднем за период изучения отнесены сорта Рената ($20,6 \pm 4,1$ см), Голубой Десерт ($20,8 \pm 5,2$ см) и Мальвина ($25,6 \pm 5,7$ см). У остальных 10 сортов, в том числе контрольного сорта Голубое веретено, отмечена средняя длина однолетнего прироста ($11,0$ - $20,0$ см). Три из них (Ленарола, Влада и Сильгинка) ежегодно относились к группе со средней длиной побегов.

Достаточно стабильными по длине побегов выделились сорта Ленарола и Влада, вариабельность прироста которых составила 11 и 17 % соответственно. Коэффициент вариации длины побегов остальных сортов превысил 20 %.

Анализ динамики роста побегов жимолости синей показал, что в условиях исследуемого периода максимальный прирост получили в первую (33,8 %) и вторую (35,3 %) декады роста – примерно с середины мая по первую декаду июня (табл. 4).

Стоит отметить сорт Мальвина, для которого характерен наиболее интенсивный рост побегов во второй декаде как в среднем за период изучения, так и ежегодно. Остальные сорта отличались разной интенсивностью роста в первой и второй декадах, которая зависела от погодных условий (табл. 5). Четвертая и пятая декады характеризовались затуханием ростовых процессов – интенсивность роста составляла 5,9 и 3,7 % соответственно.

В середине июня как из терминальных, так и пазушных почек могут формироваться побеги второй генерации [13]. Среди изученных сортообразцов непродолжительный (не более 14 дней) вторичный рост отмечен у сортов Ленарола и Голубой Десерт в 2018 и 2020 гг. В 2018 г. длина побега у сорта Ленарола составила $3,9 \pm 0,2$ см, сорта Голубой Десерт – $2,4 \pm 0,1$ см, в 2020 году – $4,8 \pm 0,3$ и $3,4 \pm 0,2$ см соответственно. Вклад вторичного роста в годичный прирост не превысил 26,0 % у сорта Ленарола и 20,0 % у сорта Голубой Десерт. За период изучения не отмечено подмерзания однолетних приростов жимолости.

Сорта Сильгинка, Ленарола, Маша, Кокетка, Лаура, Влада, имеющие в родословной жимолость Турчанинова (*L. turczaninowii* Pojark.), не отличались по интенсивности и продолжительности роста побегов от потомков жимолости камчатской (*L. kamtschatica* (Sevast.) Pojark.) – сортов Голубое веретено, Мальвина, Омега, Рената, Флагман, Голубой Десерт и Темно-синий №.

Для уточнения влияния погодных факторов на динамику роста однолетних побегов жимолости рассчитаны коэффициенты корреляции для первых трех декад роста. Так как в четвертой и пятой декадах роста происходило затухание ростовых процессов, погодные условия практически не оказывали влияния на ростовые процессы.

⁷Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. 1999.

*Таблица 4 – Динамика роста побегов жимолости синей (2018-2020 гг.) /
Table 4 – The dynamic of sprout growth of blue honeysuckle (2018-2020)*

Сорт, форма / Variety, form	Прирост за 10-дневный период, % / Growth for 10-days period, %									
	I		II		III		IV		V	
	\bar{x}	lim	\bar{x}	lim	\bar{x}	lim	\bar{x}	lim	\bar{x}	lim
Голубое веретено, контроль / Goluboe Vereteno (control)	41,0	28,2-57,9	32,3	15,3-48,7	20,6	9,5-33,0	5,1	3,2-7,3	1,0	0,2-1,8
Мальвина / Malvina	26,1	26,9-36,4	51,6	37,2-52,2	17,2	14,9-19,5	3,9	1,7-6,8	1,2	0,1-2,9
Рената / Renata	27,0	20,6-36,1	33,0	26,4-44,5	25,9	18,1-35,1	9,5	1,4-20,3	4,8	1,4-10,0
Голубой Десерт / Goluboy Desert	27,5	20,0-38,5	31,6	28,2-36,9	23,9	11,5-34,6	7,7	3,5-11,8	9,3	0-28,0
Лаура / Laura	29,0	20,3-44,6	37,1	30,7-44,8	22,4	14,4-32,5	8,7	5,2-14,6	2,8	0-6,6
Маша / Masha	29,8	18,9-51,3	34,1	27,0-47,8	21,3	13,5-32,4	9,0	3,0-15,7	5,8	0-11,6
Омега / Omega	33,3	24,1-48,1	41,4	30,5-55,9	20,5	14,4-27,8	4,3	1,9-6,3	0,5	0,2-0,9
Темно-синий № / Dark-Blue №	34,8	25,0-47,6	26,6	7,6-43,3	25,9	13,4-36,6	7,4	4,4-9,1	5,3	0-9,1
Кокетка / Koketka	35,2	25,5-53,1	37,2	28,3-51,0	20,7	11,6-33,9	3,9	0,9-8,4	2,9	0-7,8
Влада / Vlada	36,8	26,1-57,4	36,9	26,5-48,9	19,4	14,2-15,3	5,7	1,7-8,7	1,2	0,2-2,3
Флагман / Flagman	37,8	23,1-56,4	31,2	22,1-41,5	20,8	14,7-30,0	5,1	3,4-5,1	5,1	0,1-12,1
Ленарола / Lenarola	40,5	26,9-55,7	29,1	20,3-37,4	16,3	13,2-18,7	4,4	1,6-7,0	9,7	0,2-17,9
Сильгинка / Silginka	40,8	28,3-60,2	36,1	25,4-53,5	20,7	14,0-33,9	1,8	0-3,6	0,6	0-1,1
В среднем / An average	33,8	-	35,3	-	21,4	-	5,9	-	3,7	-

Таблица 5 - Агроклиматические условия по тепло- и влагообеспеченности в период роста (вторая декада мая – третья декада июня) побегов жимолости синей, 2018...2020 гг. (по данным Кировского центра по гидрометеорологии) /

Table 5 – Agroclimatic conditions according to heat and water supply in the period of blue honeysuckle sprout growth (the second decade of May – the third decade of June), 2018...2020 (Kirov Hydrometeorology Center data)

Год / Year	Количество осадков за 10-дневный период, мм / Precipitation during 10-day period, mm				
	I	II	III	IV	V
2018	4,4	14,2	35,2	40,0	24,0
2019	6,3	13,3	25,7	64,7	6,4
2020	15,2	31,9	45,9	7,7	6,5

Средняя температура воздуха за 10-дневный период, °C / Average air temperature during 10-day period, °C					
2018	11,8	15,1	8,6	9,4	19,2
2019	17,6	11,9	13,2	16,7	14,8
2020	15,1	10,6	12,5	17,7	15,7

Количество осадков за первые три декады роста побегов не оказалось сильного влияния на силу роста ($r = -0,38 \dots +0,59$). Вероятно это связано с тем, что в этот период в почве имеется достаточное количество влаги после весеннего снеготаяния.

Отмечена сильная взаимосвязь между интенсивностью роста побегов и средней

температурой воздуха за декаду. Повышение средней температуры приводило к более интенсивному росту побегов в первые три декады роста ($r = 0,80, 0,78$ и $0,74$ соответственно).

Проведенный анализ формы куста изученных сортообразцов жимолости синей показал, что в коллекции преобладает обратноконическая форма (у 6 сортов, или 46,2 %) (табл. 6).

**Таблица 6 – Происхождение и форма куста сортообразцов жимолости синей /
Table 6 – Origin and shape of the bush of blue honeysuckle variety samples**

<i>Сорт, форма / Variety, Form</i>	<i>Происхождение / Origin</i>	<i>Форма куста / Shape of bush</i>
Маша / Masha	Васюганская × элитная форма №102 (ж. камчатская) / Vasuganskaya × elite form №102 (Kamchatka honeysuckle)	Обратноконическая / Ovalconical
Кокетка / Koketka	Элитная форма №121 (ж. камчатская) × Васюганская / Elite form №121 (Kamchatka honeysuckle) × Vasuganskaya	
Лаура / Laura	Васюганская × элитная форма №102 (ж. камчатская) / Vasuganskaya × elite form №102 (Kamchatka honeysuckle)	
Влада / Vlada	Элитная форма №49 (ж. камчатская) × Васюганская / Elite form №49 (Kamchatka honeysuckle) × Vasuganskaya	
Рената / Renata	Отборный сеянец ж. камчатской / Selected seedling of Kamchatka honeysuckle	
Голубой десерт / Goluboy Desert	Потомок ж. камчатской / Descendant of Kamchatka honeysuckle	
Мальвина / Malvina	Элитная форма №21-5 (Приморский край) × × Ленинградский великан / Elite form №21-5 (Primorsky krai) × Leningradsky giant	Овальная / Oval
Флагман / Flagman	Отборный сеянец ж. камчатской / Selected seedling of Kamchatka honeysuckle	
Темно-синий № / Dark-Blue №	Потомок ж. камчатской / Descendant of Kamchatka honeysuckle	
Голубое веретено (контроль) / Goluboe Vereteno (control)	Сеянец свободного опыления отборной формы ж. камчатской / Seedling of open pollination of Kamchatka honeysuckle selected form	Округлая / Circular
Сильгинка / Silginka	Межвидовой гибрид ж. Турчанинова и ж. камчатской / Interspecific hybrid of Turchaninov honeysuckle and Kamchatka honeysuckle	
Ленарола / Lenarola	Томичка × Ленинградский великан / Tomichka × Leningradsky velikan	
Омега / Omega	Элитная форма №21-5 (Приморский край) × Павловская / Elite form №21-5 (Primorsky krai) × Pavlovskaya	

У 4 сортов (30,7 %) отмечена округлая форма куста. Самой немногочисленной оказалась группа сортообразцов с овальной формой куста – 3 шт. (23,1 %). Стоит отметить, что в изученной коллекции овальная форма куста характерна только для сортов, полученных с использованием жимолости камчатской: Мальвина, Флагман и Темно-синий №. Сорта, имеющие в родословной жимолость Турчанинова, отличаются либо обратноконической (Маша, Кокетка, Лаура, Влада), либо округлой формой куста (Сильгинка, Ленарола).

Заключение. Таким образом, все изученные сортообразцы жимолости синей показали высокую жизнеспособность в условиях Кировской области. Начало роста их побегов приходится на период со 2 по 11 мая. Средняя продолжительность периода вегетации жимолости синей за изученный период составила 49 дней. Максимальная продолжительность

отмечена у сорта Маша в 2018 году (55 дней), минимальная – у сортов Ленарола, Омега, Голубой Десерт, Лаура и формы Темно-синий № в 2019 году (42 дня). Максимальной длиной однолетнего прироста (более 20 см) отличились сорта Рената (20,6±4,1 см), Голубой Десерт (20,8±5,2 см) и Мальвина (25,6±5,7 см). Анализ динамики роста побегов жимолости показал, что в условиях исследуемого периода максимальный прирост происходил в первой (33,8 %) и второй (35,3 %) декадах роста – примерно с середины мая по первую декаду июня. Вклад вторичного роста в годичный прирост не превысил 26 % у сорта Ленарола и 20 % у сорта Голубой Десерт. Сорта, имеющие в родословной жимолость Турчанинова (Сильгинка, Ленарола, Маша, Кокетка, Лаура, Влада), не отличались по интенсивности и продолжительности роста побегов от потомков жимолости камчатской. Повышение сред-

ней температуры воздуха приводит к более интенсивному росту побегов в первые три декады роста ($r = 0,80, 0,78$ и $0,74$ соответ-

ственно). Среди изученных сортообразцов преобладает обратноконическая форма куста (6 сортов, или 46,2 %).

Список литературы

1. Козак Н. В., Имамкулова З. А., Куликов И. М., Медведев С. М. Источники хозяйственno ценных признаков коллекционных образцов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.). Садоводство и виноградарство. 2018;(1):16-23. DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.1.10498>
2. Волкова Л. Р., Боярских И. Г., Сиромля Т. И. Популяционная изменчивость содержания микро- и макроэлементов в органах *Lonicera caerulea* subsp. *altaica* (Горный Алтай, Северо-Чуйский хр., р. Кзыл-Ярык). Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2019;18(1):477-481. DOI: <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019099>
3. Jurikova T., Rop O., Mlcek J., Sochor J., Balla S., Szekeres L., Hegedusova A., Hubalek J., Adam V., Kizek R. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects. Molecules. 2012;17(1):61-79. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules17010061>
4. De Silva A. B. K. H., Rupasinghe H. P. V. Polyphenols composition and anti-diabetic properties in vitro of haskap (*Lonicera caerulea* L.) berries in relation to cultivar and harvesting date. Journal of Food Composition and Analysis. 2020;88:103402.
5. Gerbrandt E. M., Bors R. H., Chibbar R. N., Baumann E. T. Spring phenological adaptation of improved blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) germplasm to a temperate climate. Euphytica. 2017;213:172. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1958-5>
6. Брыксин Д. М. Сладкая жимолость – гордость России: монография. Челябинск: НПО «Сад и огород», 2010. 112 с.
7. Брыксин Д. М., Колесников С. А. Селекция жимолости съедобной в России. APK News. 2018;(2):28-31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34856052>
8. Сорокупдов В. Н., Куклин А. Г., Соловьева А. Е. Жимолость синяя: биология, сортимент и основы культивирования. М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2016. 162 с.
9. Юшев А. А. Отделу генетических ресурсов плодовых культур ВИР 90 лет. Труды по прикладной ботанике и генетике и селекции. 2015;176(4):370-380. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2015-4-370-380>
10. Ашимов Р. Р., Лапшин Д. А. Полевая зимостойкость гибридов жимолости селекции Нижегородской сельскохозяйственной академии. Плодоводство и ягодоводство России. 2017;51:63-66. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32381805>
11. Пленкина Г. А., Фирсова С. В. Изучение сортов жимолости синей селекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(2 (45)):21-26. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2015.45.2.21-26>
12. Фирсова С. В. Влияние структурных элементов продуктивности на урожайность жимолости в Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2006;(8):49-51. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12881621>
13. Скворцов А. К., Куклина А. Г. Голубые жимолости. Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России. М.: Наука, 2002. 160 с.
14. Боярских И. Г. Особенности морфоструктуры куста жимолости синей в связи с продуктивностью. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2007;(9 (177)):66-73. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9596550>
15. Фирсова С. В., Софронов А. П., Русинов А. А. Оценка сортов и форм жимолости по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Селекция и сорторазведение садовых культур. 2019;6(1):99-104. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39028022>

References

1. Kozak N. V., Imamkulova Z. A., Kulikov I. M., Medvedev S. M. *Istochniki khozyaystvenno tsennykh priznakov kollektionsionnykh obraztsov zhimolosti siney (Lonicera caerulea L.)*. [Sources of economically valuable characteristics of collection samples of honeysuckle blue (*Lonicera caerulea* L.)]. Sadovodstvo i vinogradarstvo = Horticulture and viticulture. 2018;(1):16-23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.1.10498>
2. Volkova L. R., Boyarskikh I. G., Siromlya T. I. *Populyatsionnaya izmenchivost' soderzhaniya mikro- i makroelementov v organakh Lonicera caerulea subsp. altaica (Gornyy Altay, Severo-Chuyskiy khr., r. Kyzyl-Yaryk)*. [Population variability of micro and macro content in the organs of *Lonicera caerulea* subsp. *altaica* (Gorny Altai, Severo-Chuisky Range, Kyzyl-Yaryk River)]. Problemy botaniki Yuzhnay Sibiri i Mongolii = Problems of botany of South Siberia and Mongolia. 2019;18(1):477-481. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14258/pbssm.2019099>
3. Jurikova T., Rop O., Mlcek J., Sochor J., Balla S., Szekeres L., Hegedusova A., Hubalek J., Adam V., Kizek R. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects. Molecules. 2012;17(1):61-79. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules17010061>
4. De Silva A. B. K. H., Rupasinghe H. P. V. Polyphenols composition and anti-diabetic properties in vitro of haskap (*Lonicera caerulea* L.) berries in relation to cultivar and harvesting date. Journal of Food Composition and Analysis. 2020;88:103402.

5. Gerbrandt E. M., Bors R. H., Chibbar R. N., Baumann E. T. Spring phenological adaptation of improved blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) germplasm to a temperate climate. *Euphytica*. 2017;213:172. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1958-5>
6. Bryksin D. M. *Sladkaya zhimołost' – gordost' Rossii: monografiya*. [Sweet-berry honeysuckle – pride of Russia]. Chelyabinsk: NPO «Sad i ogorod», 2010. 112 p.
7. Bryksin D. M., Kolesnikov S. A. *Selektsiya zhimołosti s "edobnoy v Rossii*. [Breeding of honeysuckle in Russia]. *APK News*. 2018;(2):28-31. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34856052>
8. Sorokopudov V. N., Kuklin A. G., Solov'eva A. E. *Zhimolost' sinyaya: biologiya, sortiment i osnovy kul'tivirovaniya*. [Sweet-berry honeysuckle: Biology, assortment and basis of cultivation]. Moscow: FGBNU VSTISP, 2016. 162 p.
9. Yushev A. A. *Otdelu geneticheskikh resursov plodovykh kul'tur VIR 90 let*. [The 90th anniversary of the department of fruit crop genetic resources at VIR]. *Trudy po prikladnoy botanike i genetike i selektsii = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2015;176(4):370-380. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2015-4-370-380>
10. Ashimov R. R., Lapshin D. A. *Polevaya zimostoykost' gibridov zhimołosti selektsii Nizhegorodskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. [Field winter hardiness of the hybrids of honeysuckle breeding in Nizhny Novgorod agricultural academy]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;51:63-66. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32381805>
11. Plenkina G. A., Firsova S. V. *Izuchenie sortov zhimołosti siney selektsii VNIIR im. N. I. Vavilova v usloviyakh Kirovskoy oblasti*. [Studying of varieties of a sweet-berry honeysuckle bred in N. I. Vavilov Institute of Plant Industry under conditions of Kirov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2015;(2 (45)):21-26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2015.45.2.21-26>
12. Firsova S. V. *Vliyanie strukturnykh elementov produktivnosti na urozhaynost' zhimołosti v Kirovskoy oblasti*. [The influence of structural elements of productivity on the yield of honeysuckle in the Kirov region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2006;(8):49-51. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12881621>
13. Skvortsov A. K., Kuklina A. G. *Golubye zhimołosti. Botanicheskoe izuchenie i perspektivy kul'tury v sredneye pohode Rossii*. [Blue honeysuckle. Botanical study and prospects of culture in Central Russia]. Moscow: Nauka, 2002. 160 p.
14. Boyarskikh I. G. *Osobennosti morfostruktury kusta zhimołosti siney v svyazi s produktivnost'yu*. [Peculiarities of morphostructure of sweet-berry honeysuckle bush in connection with productivity]. *Sibirski vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2007;(9 (177)):66-73. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9596550>
15. Firsova S. V., Sofronov A. P., Rusinov A. A. *Otsenka sortov i form zhimołosti po kompleksu khozyaystvenno-tsennyykh priznakov*. [The assessment of honeysuckle varieties and forms on a set of commercially valuable signs]. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur*. 2019;6(1):99-104. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39028022>

Сведения об авторах

✉ Софронов Александр Петрович, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9507-8622>, e-mail: plod-niish@yandex.ru

Фирсова Светлана Витальевна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4954-4343>

Русинов Анатолий Аркадьевич, научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7780-9543>

Information about the authors

✉ Alexandre P. Sofronov, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Head of the Laboratory, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9507-8622>, e-mail: plod-niish@yandex.ru

Svetlana V. Firsova, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4954-4343>

Anatoly A. Rusinov, researcher, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7780-9543>

✉ – Для контактов / Corresponding author

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ/PLANT PROTECTION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.561-569>

УДК 632.937



**Биологические агенты контроля численности
Halyomorpha halys Stål.**

© 2021. И. С. Агасьева, М. В. Нефёдова✉

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений»,
г. Краснодар, Российская Федерация

Исследования, направленные на изучение контроля численности вредителя многих сельскохозяйственных культур – *Halyomorpha halys* Stål., проводили в течение 2018–2020 гг. на территории Центральной зоны Краснодарского края. В экспериментах использовали особей коричнево-мраморного клопа, отловленных вручную и с помощью феромонной ловушки в различных стациях (древесно-кустарниковая растительность, посевы сои). В 2020 г. проводили наблюдения за динамикой численности коричнево-мраморного клопа в период с конца мая (время появления первых особей *H. halys*) до третьей декады октября. Среди природных энтомофагов на территории Краснодарского края обнаружены два вида паразитических насекомых: *Pediobius cassidae* Erdos. (Hymenoptera: Eulophidae) и *Anastatus bifasciatus* Geoffroy (Hymenoptera: Eupelmidae), заражающих около 5–10 % яйцекладок *H. halys* в полевых условиях, что не оказывало существенного влияния на численность коричнево-мраморного клопа. В лабораторных условиях проводили испытания эфирных масел из нескольких ботанических семейств: Зонтичные (Umbelliferae), Сложноцветные (Compositae), Сосновые (Abies). Токсический эффект по отношению к коричнево-мраморному клопу проявили эфирное масло полыни, кориандра и пихты сибирской: гибель имаго на десятые сутки составила 100,0; 95,0 и 93,7 % соответственно. Также на посевах сои сорта Арлета были проведены полевые исследования по изучению эффективности препаратов Биостоп, П и экспериментального, разработанного в Федеральном научном центре биологической защиты растений (ФНЦБЗР). Экспериментальный препарат ФНЦБЗР вызвал гибель 64,2 % особей *H. halys*, Биостоп, П – 70,1 %.

Ключевые слова: коричнево-мраморный клоп, биорациональные инсектициды, эфирные масла

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (тема № 0686-2019-0013).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Агасьева И. С., Нефёдова М. В. Биологические агенты контроля численности *Halyomorpha halys* Stål. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):561–569.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.561-569>

Поступила: 16.03.2021 Принята к публикации: 20.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Biological control agents of the number of *Halyomorpha halys* Stål.

© 2021. Irina S. Agasyeva, Maria V. Nefedova✉

Federal Research Center of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russian Federation

Research aimed at studying the control of the number of pests of many agricultural crops - *Halyomorpha halys* Stål., was carried out during 2018–2020 on the territory of the Central zone of Krasnodar Krai. In the experiments, there were used individuals of a brown marmorated stink bug, caught by hand and using a pheromone trap at different stations (tree and shrub vegetation, soybean crops). In 2020, the dynamics of the abundance of the brown marmorated stink bug was monitored since the end of May (the time of the appearance of the first individuals of *H. halys*) to the third decade of October. Among the natural entomophages in Krasnodar Krai, two species of parasitic insects were found: *Pediobius cassidae* Erdos. (Hymenoptera: Eulophidae) and *Anastatus bifasciatus* Geoffroy (Hymenoptera: Eupelmidae), infecting about 5–10 % of *H. halys* eggs in the field, which did not significantly affect the abundance of the brown marmorated stink bug. In the laboratory, essential oils from several botanical families were tested: Umbelliferae, Compositae, Abies. Essential oils of wormwood, coriander and Siberian fir showed a toxic effect against the brown marmorated stink bug; the death of adults on the tenth day was 100, 95.0 and 93.7 %, respectively. Also, on the soybean crops of the Arleta variety, field tests were carried out to study the efficacy of bio-rational preparations Biostop, P and an experimental preparation developed at the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Biological Plant Protection" (FSBSI FRCBPP). The experimental preparation of FRCBPP caused the death of 64.2 % of individuals of *H. halys*, Biostop, P – 70.1 %.

Key words: brown marmorated stink bug, bio-rational insecticides, essential oils

Acknowledgments: the research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Scientific Center of Biological Plant Protection (theme No. 0686-2019-0013).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Agasyeva I. S., Nefedova M. V. Biological control agents of the number of *Halyomorpha halys* Stål. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):561-569. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.561-569>

Received: 16.03.2021

Accepted for publication: 20.07.2021

Published online: 26.08.2021

Коричнево-мраморный клоп (*Halyomorpha halys* Stål.) является широким полифагом, поэтому вредоносность данного объекта очень высока. Питаясь соками растений из различных семейств, вредитель не только ухудшает качество сельскохозяйственной продукции (яблони, инжира, мандаринов, хурмы, сливы, алычи, сладкого перца, сои и проч.), но и может являться распространителем различных заболеваний, в том числе фитоплазменных и вирусных [1, 2], что в совокупности наносит огромный экономический ущерб [3].

В местах изначального природного обитания *H. halys* не наносит такого вреда, как на новых освоенных им территориях. Это связано с давно сформировавшейся экологией вида, с тем что он занимает определенную нишу в первоначальном ареале своего обитания и имеет своих консументов второго порядка. К ним относятся энтомофаги, в т. ч. паразитические насекомые [4, 5, 6, 7], а также патогены (*Beauveria bassiana* и *Metarhizium anisopliae*), которые сдерживают его размножение. На территории Краснодарского края естественных врагов, способных эффективно сдерживать численность коричнево-мраморного клопа, пока не обнаружено. Из потенциальных агентов регулирования числа особей *H. halys* рядом авторов отмечаются представители семейств Scelionidae, Eulophidae и Eupelmidae [8, 9, 10, 11]. Данные насекомые-яйцееды являются неспецифическими и в природных условиях не демонстрируют высокого эффекта по сдерживанию размножения вредителя. Таким образом, основными путями контроля его численности на настоящий момент являются применение биологических, химических препаратов, механический сбор из мест зимовки [8], а также использование феромонных ловушек [9, 12].

В связи с недостаточной эффективностью природных энтомофагов-яйцеедов, обитающих на территории Краснодарского края, и ограничением применения химических инсектицидов на территории рекреационных зон, а также отрицательными последствиями от использования химических препаратов, возникает потребность в поиске иных методов ограничения его размножения и вредоносности.

Такими методами могут стать использование препаратов на основе живых организмов

и продуктов их жизнедеятельности (грибы, бактерии, вирусы), а также веществ природного происхождения, к которым относятся эфирные масла растений или их синтетические аналоги.

Инсектициды на основе бактерий, грибов и вирусов или их биоактивных соединений давно известны в качестве альтернативы синтетическим препаратам для борьбы с беспозвоночными вредителями. Понимание рисков для окружающей среды и здоровья человека от применения химических пестицидов, изменение стандартов по остаткам химических веществ в продуктах питания и увеличение спроса на органическую продукцию сельскохозяйственной отрасли способствуют значительному росту использования биологических и биорациональных препаратов [13].

Эфирные масла имеют важное значение в природе и использовались человеком для различных целей: в фармацевтических, косметических, как ароматизаторы, а также в сельском хозяйстве для подавления патогенных микроорганизмов, в качестве гербицидов, акарицидов и инсектицидов [14, 15]. Эфирные масла обладают низкой токсичностью для млекопитающих, быстро разлагаются в окружающей среде [16] и содержат сложные смеси биологически активных компонентов с мультиmodalной активностью против целевых популяций насекомых [17]. Исследования в области применения эфирных масел растений в качестве инсектицидных агентов или репеллентных веществ имеют положительные результаты и рекомендуются рядом авторов для применения в интегрированных системах защиты растений [17, 18, 19, 20, 21].

Цель исследований – поиск альтернативных химическим инсектицидам биологически активных веществ (БАВ) и биорациональных препаратов, эффективных в сдерживании численности коричнево-мраморного клопа.

Материал и методы. В природных условиях Центральной зоны Краснодарского края в 2020 г. (табл. 1) изучали динамику численности коричнево-мраморного клопа.

Учеты и подсчет особей проводили каждую неделю, начиная с момента обнаружения первых особей *H. halys*, с помощью феромонной ловушки (рис. 1).

Таблица 1 – Метеоданные периода вегетации 2020 года (ФНЦБЗР, г. Краснодар) /
Table 1 – Meteorological data for 2020 growing season (FRCBPP, Krasnodar)

Основные показатели / Main indicators	Месяц / Month											
	май / may			июнь / june			июль / july			август / august		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура воздуха, С° / Air temperature, C°												
Среднее многолетнее / Average long term	16,8	18,5	16,8	19,5	20,4	21,3	20,3	23,2	5,0	23,7	21,6	21,6
Текущего года / Current year	20,0	21,5	23,1	25,0	26,6	27,7	28,2	30,5	31,2	32,8	31,3	29,7
Осадки, мм / Precipitation, mm												
Среднее многолетнее / Average long-term	18	19	20	22	23	22	21	20	19	19	16	19
Текущего года / Current year	7,8	-	31,0	9,0	7,9	2,0	68,0	26,0	17,5	6,0	-	0,0
Относительная влажность воздуха, % / Relative humidity, %												
Среднее многолетнее / Average long-term	67	67	67	66	66	65	65	65	64	63	63	65
Текущего года / current year	70	71	71	66	65	62	59	41	41	35	49	51



Рис. 1. Феромонная ловушка для отлова *H. halys*, ФГБНУ ФНЦБЗР, 2020 г. /
Fig. 1. Pheromone trap for catching *H. halys*, FSBSI FRCBPP, 2020

Одновременно с изучением динамики численности вредителя производили поиск яйцекладок коричнево-мраморного клопа с целью учета количества зараженных природными паразитическими насекомыми из общего числа обнаруженных. Для этого в ходе маршрутных обследований в различных стациях обитания коричнево-мраморного клопа (древесно-кустарниковая растительность, полевые участки с соей) собирали яйцекладки *H. halys* (всего удалось собрать 40 яйцекладок) и в лабораторных условиях проводили дальнейшие наблюдения. О зараженности яиц судили по более темной окраске и последующему вылету паразитов (метод выведения паразитов).

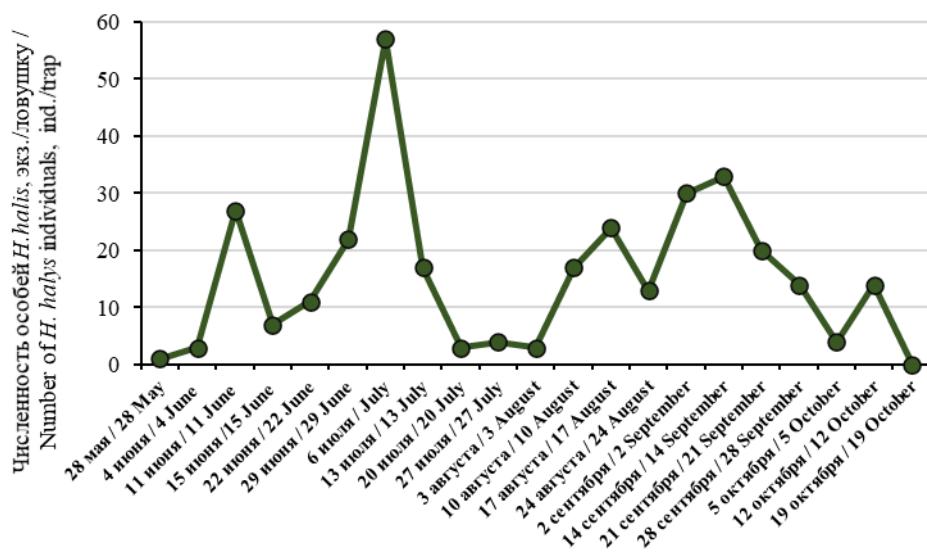
Для поиска активных действующих веществ (д. в.), способных оказывать влияние на жизнедеятельность коричнево-мраморного клопа, был проведен лабораторный скрининг ряда растительных эфирных масел и их композиций. В полевых условиях испытывали биорациональные препараты – Биостоп, П и экспериментальный ФНЦБЗР (на основе растительных масел) [10, 11].

Лабораторные исследования выполняли в течение 2018-2020 гг. на базе ФГБНУ ФНЦБЗР (г. Краснодар) согласно традиционным энтомологическим методикам^{1,2}. В экспериментах были использованы имаго *H. halys*, собранные вручную с древесно-кустарниковой растительности, на посевах сои и приусадебных участках, а также с помощью феромонной ловушки (рис. 1). На брюшко имаго микроприцем-аппликатором наносили строго заданный объем испытуемого вещества. Об эффективности каждого БАВ судили по выживаемости клопов на первые, третьи, пятые сутки после нанесения. Контролем служили имаго *H. halys* без нанесения БАВ. Эксперимент проводили в четырехкратной повторности (не менее 15 особей в каждом варианте). Достоверность различий между вариантами проверяли с помощью теста Дункана.

Полевые испытания малоопасных биорациональных препаратов происходили на опытном участке ФГБНУ ФНЦБЗР (г. Краснодар) (восьмипольный научный севооборот, 2018-2020 гг.) в посевах сои сорта Арлета. Площадь каждой делянки составляла 10 м². Опыт проводили в трехкратной повторности. Обработку выполняли с помощью ручного опрыскивателя модели 77330, 5 л (производитель FIT IT, Китай). В опыте использовали препараты: экспериментальный ФНЦБЗР с нормой применения 2 л/га (действующее веще-

ство – комплекс эфирных растительных масел); Биостоп, П (действующее вещество – комплекс биологических объектов: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Streptomyces* sp. штамм 3NN), норма применения – 100 г/га (ООО «Инвиго», Россия). Контрольная делянка ничем не обрабатывалась. Учеты проводили трижды: на третью, пятые и десятые сутки после обработок. Статистическая обработка по результатам учетов проведена с помощью теста Дункана с использованием пакета программ «STATISTICA» версия 13 («StatSoft, Inc.», США).

Результаты и их обсуждение. Первые особи *H. halys* были обнаружены в конце мая и их численность составляла 1-2 экз/ловушку (рис. 2). Следует отметить, что феромон коричнево-мраморного клопа является агрегационным и привлекает взрослых насекомых (самок и самцов) и личинок (преимущественно старших IV-V возрастов). Ко второй декаде июня количества насекомого возросло до 27 экз/ловушку и затем резко упало. Пик численности наблюдали в середине первой декады июля, причем в ловушку отлавливались в основном личинки коричнево-мраморного клопа. Затем численность щитника упала. Далее до середины сентября происходило постепенное наращивание числа особей, отловленных в ловушку. С третьей декады сентября численность клопа начала падать и в начале октября составляла 4 экз/ловушку.



*Рис. 2. Динамика численности *H. halys*, 2020 г. /
Fig. 2. Dynamics of the number of *H. halys*, 2020*

¹Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. Под ред. В. И. Долженко. СПб.: ВИЗР, 2009. 321 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: «Агропромиздат», 1985. С. 214-215.

В 2019-2020 гг. в Краснодарском крае было зафиксировано два вида паразитических насекомых: *Pediobius cassidae* Erdos. (Hymenoptera: Eulophidae) и *Anastatus bifasciatus* Geoffroy (Hymenoptera: Eupelmidae), заражающих яйцекладки коричнево-мраморного клопа. В лабораторных условиях заражение паразитом *P. cassidae* составило 68,4 %, паразитом *A. bifasciatus* – 75,0 % [10]. Заражение яиц коричнево-мраморного клопа природными популяциями яйцеедов в полевых условиях 2020 г. наблюдалось во второй-третьей декаде мая и первой декаде июня. Из 40 яйцекладок, собранных в результате маршрутных обследований, три яйцекладки были заражены паразитами (*P. cassidae* вылетел из одной яйцекладки, *A. bifasciatus* – из двух). В среднем заражен-

ность яиц составляла 5-10 %, что не приводило к значительному снижению численности *H. halys*. С наступлением высоких температур и низкой влажности, которые наблюдались большую часть летнего периода (табл. 1), заражение яйцекладок вредителя не отмечалось.

В экспериментах, направленных на поиск биологически активных веществ, способных оказывать угнетающее действие на жизнедеятельность коричнево-мраморного клопа, использовались эфирные масла растений из следующих семейств: Зонтичные (Umbelliferae) – масла кориандра, укропа, фенхеля; Сложноцветные (Compositae) – масло полыни; Сосновые (Abies) – масло пихты сибирской. Высокую эффективность показало эфирное масло полыни, пихты сибирской и кориандра (табл. 2).

Таблица 2 – Лабораторная оценка биологической активности препаратов на основе эфирных растительных масел против имаго *H. halys* (2018-2020 гг.) /

Table 2 – Laboratory assessment of the biological activity of preparations based on essential oils against adults of *H. halys* (2018-2020)

Variant / Variant	Доза применения, мг/особь / Dose, mg / individual	До обработки, экз. Before treatment, ind.	После обработки, сут / After treatment, days							
			количество насекомых, экз. / number of insects, ind.				гибель насекомых, % / the death of insects, %			
			1	3	5	10	1	3	5	10
Эфирное масло / Essential oil:										
- полыни / wormwood	1,0	4,5 ^{cde}	0,25 ^{a*}	0,25 ^a	0 ^a	0 ^a	95,8 ^{cd}	95,8 ^{cd}	100 ^d	100 ^d
- пихты сибирской / siberian fir	1,0	3,8 ^{cd}	2,5 ^b	0,25 ^a	0,25 ^a	0,25 ^a	37,5 ^{ab}	93,7 ^{cd}	93,7 ^{cd}	93,7 ^{cd}
- кориандра / coriander	2,0	4,8 ^{def}	4,3 ^{cde}	2,5 ^b	0,75 ^a	0,25 ^a	10,0 ^a	48,7 ^b	85,0 ^c	95,0 ^{cd}
- укропа / dill	1,0	6,0 ^f	5,5 ^{ef}	4,8 ^{def}	4,8 ^{def}	3,8 ^{cd}	8,3 ^a	20,8 ^{ab}	20,8 ^{ab}	37,5 ^{ab}
- фенхеля / fennel	1,0	5,0 ^{def}	4,8 ^{de}	4,8 ^{de}	4,3 ^{cde}	3,3 ^{bc}	5,0 ^a	5,0 ^a	15,0 ^a	35,0 ^{ab}
Экспериментальный препарат ФНЦ БЗР / FRCBPP experimental preparation	2,0	11,3 ^g	1,25 ^a	0,5 ^a	0,5 ^a	0,5 ^a	89,3 ^c	96,7 ^{cd}	96,7 ^{cd}	96,7 ^{cd}
Контроль / Control	-	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	-	-	-	-

* Между вариантами, обозначенными одинаковыми буквенно-индексами, нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при уровне вероятности 95 % / * There are no statistically significant differences between the variants marked with the same letter indices according to Duncan's test at a 95 % probability level.

На первые сутки в варианте с использованием эфирного масла полыни гибель насекомых достигала 95,8 %, на пятые – 100 %, эфирное масло пихты сибирской привело к гибели 93,7 % особей *H. halys*, эфирное масло кориандра на пятые сутки вызвало 85%-ую смертность клопов. Применение экспери-

ментального препарата ФНЦБЗР вызвало гибель 96,7 % насекомых. Эфирные масла фенхеля и укропа проявили слабый токсический эффект по отношению к имаго коричнево-мраморного клопа.

Растения с биоактивными соединениями давно успешно применяются для борьбы

с различными вредителями сельскохозяйственных культур и инфекциями человека [14, 22, 23]. Полынь является примером растения, которое успешно использовалось в качестве источника безопасных инсектицидов для борьбы с насекомыми-вредителями [21]. В данном исследовании токсическое действие эфирного масла полыни по отношению к коричнево-мраморному клопу также показало высокую эффективность в лабораторных условиях, что делает его перспективным агентом

для исследований в области контроля численности *H. halys* в интегрированных и биологических технологиях защиты растений.

Начиная с 2017 г., в ФГБНУ ФНЦБЗР ведется работа по подбору наименее опасных для окружающей среды и полезных организмов препаратов, способных регулировать численность *H. halys*. В 2018-2020 гг. изучалось действие препаратов Биостоп, П и экспериментального ФНЦБЗР в агроклиматических условиях Центральной зоны Краснодарского края (табл. 3).

Таблица 3 – Испытание биорациональных препаратов против коричнево-мраморного клопа

Halyomorpha halys Stål., научный севооборот ФГБНУ ФНЦБЗР (2018-2020 г.) /

Table 3 – Testing of bio-rational preparations against the brown marmorated stink bug

Halyomorpha halys Stål., scientific crop rotation of the FSBSI FRCBPP (2018-2020)

Вариант / Variant	Норма приме- нения / Application rate	Количество личинок и имаго <i>H. halys</i> , экз./растение / Number of <i>H. halys</i> larvae and adults, ind./plant			Снижение численности с поправкой на контроль после обработки по суткам учетов, % / Decrease in number adjusted for control after treat- ment by days of recording, %			
		до обра- ботки / before treatment	после обработки по суткам учетов / after treatment by days of recording		3	5	10	
			3	5				
Биостоп, П / Biostop, P	100 г/га / 100 g /ha	2,8 ^{abc*}	1,8 ^{ab}	1,6 ^{ab}	0,5 ^a	37,4 ^a	54,1 ^{ab}	70,1 ^{ab}
Экспериментальный препарат ФНЦ БЗР / FRCBPP experimental preparation	2,0 л/га / 2.0 l/ha	2,5 ^{ab}	0,8 ^a	0,6 ^a	0,5 ^a	68,1 ^{ab}	81,9 ^b	64,2 ^{ab}
Контроль / Control	-	3,4 ^{bc}	3,8 ^{bc}	5,1 ^c	2,9 ^{abc}	-	-	-

*Между вариантами, обозначенными одинаковыми буквенно-индексами, нет статистически достоверных различий по критерию Дунканна при уровне вероятности 95 % / There are no statistically significant differences between the variants marked with the same letter indices according to Duncan's test at a 95 % probability level.

Наибольшую эффективность на третьи сутки проявил экспериментальный препарат ФНЦБЗР (68,1 %), при этом эффективность Биостоп, П составила 37,4 %. Однако на 10-е сутки гибель насекомых в вариантах составила 64,2 % (экспериментальный препарат ФНЦБЗР) и 70,1 % (Биостоп, П).

В ранее проведенных исследованиях испытывался химический препарат Эфория, КС (относится к группе пиретроидов и неоникотиноидов) и его сочетание при уменьшенной концентрации с экспериментальными препаратами ФНЦБЗР, показавшие 100%-ую эффективность в полевых условиях [10, 11]. В экспериментах ученых Лазаревской опытной станции описан положительный эффект целого ряда химических препаратов различных групп: пиреритроиды, неоникотиноиды, фосфорограннические соединения, ингибитор синтеза хитина и их сочетания [8].

Однако несмотря на высокий эффект, полученный при использовании препаратов

химического происхождения, негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека способствуют тому, чтобы отказываться от использования химических инсектицидов. Во всем мире прослеживается тенденция, заключающаяся в потреблении продуктов питания, произведенных с использованием безопасных и предпочтительно натуральных средств защиты растений [21]. Поэтому поиск эффективных биологических средств должен быть продолжен.

Выходы. Паразитические насекомые *P. cassidae* и *A. bifasciatus* в природных условиях Краснодарского края заражали около 5-10 % яйцекладок коричнево-мраморного клопа, что не приводило к значительному снижению численности *H. halys* и не оказывало существенного влияния на динамику численности вредителя в 2020 г. Однако оба вида являются перспективными в качестве биологических агентов для контроля

численности коричнево-мраморного клопа и других щитников при искусственном их размножении в лабораторных условиях и последующем выпуске.

Из шести испытанных БАВ на основе эфирных масел высокую эффективность по отношению к коричнево-мраморному клопу показали эфирное масло полыни (гибель имаго *H. halys* на десятые сутки составила 100 %),

масло кориандра (95,0 %) масло пихты сибирской (93,7 %).

Обработки посевов сои в условиях Центральной зоны Краснодарского края экологически безопасными препаратами позволили добиться гибели 70,1 % особей коричнево-мраморного клопа при использовании препарата Биостоп, П и 64,2 % в варианте с экспериментальным препаратом ФНЦБЗР.

Список литературы

1. Jones J. R. Lambdin P. L. New County and State Records for Tennessee of an Exotic Pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), with Potential Economic and Ecological Implications. Florida Entomologist. 2009;92(1):177-178. URL: <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/75927/73585>
2. Коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stål в России: распространение, биология, идентификация, меры борьбы. Коллектив авторов. М., 2018. 28 с.
Режим доступа: http://depchxsev.ru/pdf/halyomorpha_halys_stal.pdf
3. Неймоловец В. В. Восточноазиатский мраморный клоп *Halyomorpha halys* (Heteroptera, Pentatomidae): морфология, биология, расширение ареала и угрозы для сельского хозяйства Российской Федерации (аналитический обзор). Вестник защиты растений. 2018;1(95):11-16.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35016538>
4. Roversi P. F., Binazzi F., Marianelli L., Costi E., Maistrello L., Sabbatini P. G. Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera Pentatomidae) in Southern Europe. Redia. 2016;99:63-70. DOI: <https://doi.org/10.19263/REDIA-99.16.01>
5. Botch P. S., Delfosse E. S. Host-Acceptance Behavior of *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) Reared on the Invasive *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) and Nontarget Species. Environmental Entomology. 2018;47(2):403-411. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy014>
6. Pezzini D. T., Nystrom Santacruz E. C., Koch R. L. Predation and Parasitism of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Minnesota. Environmental Entomology. 2018;47(4):812-821.
DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy085>
7. Gariepy T. D., Bruun A., Kkoporka J., Scott-Dupree C., Fraser H., Bon M. C., Talamas E. A modified DNA barcode approach to define trophic interactions between native and exotic pentatomids and their parasitoids. Molecular ecology. 2019;28(2):456-470. DOI: <https://doi.org/10.1111/mec.14868>
8. Игнатьева Т. Н., Каштутина Е. В., Слободянюк Г. А., Бугаева Л. Н. Биоэкологические особенности коричнево-мраморного клопа и меры борьбы с ним. Международный научно-исследовательский журнал. 2018;10-1(76):70-73. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.76.10.014>
9. Тодоров Н. Г., Атанов Н. М., Кузина Н. П., Федосеев Н. З., Лобур А. Ю. Испытание феромона коричнево-мраморного клопа. Защита и карантин растений. 2019;(5):32-35.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37613652>
10. Агасьева И. С., Исмаилов В. Я., Нефедова М. В., Федоренко Е. В. Разработка методов контроля численности коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* Stål. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(5):42-46. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10508>
11. Агасьева И. С., Нефедова М. В., Федоренко Е. В., Исмаилов В. Я. Оценка биологической эффективности биологических средств защиты растений против особо опасного адвентивного вредителя коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* Stål. Успехи современного естествознания. 2019;(3-2):182-187. DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37090>
12. Синицына Е. В., Проценко В. Е., Карпун Н. Н., Митюшев И. М., Лобур А. Ю., Тодоров Н. Г. Первые полевые испытания феромонных препаратов российского производства для мониторинга и борьбы с коричнево-мраморным клопом *Halyomorpha halys* Stål. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019;(3):60-79. DOI: <https://doi.org/10.34677/0021-342X-2019-3-60-79>
13. Arthurs S., Dara S. K. Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. Journal of invertebrate pathology. 2019;165:13-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.008>
14. Васина А. Н. Использование растений диких видов для борьбы с вредителями садовых и овощных культур. М.: Колос, 1972. 128 с.
15. Barbosa L. C., Filomeno C. A., Teixeira R. R. Chemical Variability and Biological Activities of *Eucalyptus* spp. Essential Oils. Molecules. 2016;21(12):1671. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21121671>
16. Георгиш Е. В., Хлиева О. Я., Кузнецова И. О. Перспективы использования экстрактов аира обыкновенного и тысячелистника обыкновенного в качестве инсектицидов. Наукові праці [Одесської національної академії харчових технологій]. 2014;45(1):105-110. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2014_45%281%29_22

17. Muturi E. J., Ramirez J. L., Doll K. M., Bowman M. J. Combined Toxicity of Three Essential Oils Against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Larvae. *Journal of Medical Entomology*. 2017;54(6):1684-1691. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjx168>
18. Zhao H. Z., Luo J. Y., Liu Q. T., Lv Z. L., Yang S. H., Yang M. H. Study on essential oils of medicinal plants in insect repellent. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 2016;41(1):28-34. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28845635/>
19. Dhakad A. K., Pandey V. V., Beg S., Rawat J. M., Singh A. Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil: a review. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. 2018;98(3):833-848. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8600>
20. Sileem T. M., Mehany A. L., Hassan R. S. Fumigant toxicity of some essential oils against Red Flour Beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst) and its safety to mammals. *Braz J Biol.* 2020;80(4):769-776. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.219529>
21. Lengai G. M. W., Muthomi J. W., Mbega E. R. Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Scientific African*. 2020;7:e00239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239>
22. Thiruppathi S., Ramasubramanian V., Sivakumar T., Thirumalai A. V. Antimicrobial activity of *Aloe vera* (L.) Burm. f. against pathogenic microorganisms. *J. Biosci. Res.* 2010;1(4):251-258. URL: <https://ru.scribd.com/document/124713419/Antimicrobial-activity-of-Alo-e-v-e-ra-L-Burm-f-against-pathogenic-microorganisms>
23. Karpagam T., Devaraj A. Studies on the efficacy of *Aloe vera* on antimicrobial activity. *Int. J. Res. Ayurveda and Pharm.* 2011;2(4):1286-1289. URL: https://www.ijrap.net/admin/php/uploads/590_pdf.pdf

References

1. Jones J. R. Lambdin P. L. New County and State Records for Tennessee of an Exotic Pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), with Potential Economic and Ecological Implications. *Florida Entomologist*. 2009;92(1):177-178. URL: <https://journals.flvc.org/flaent/article/view/75927/73585>
2. Korichnevo-mramornyy klop *Halyomorpha halys* Stål v Rossii: rasprostranenie, biologiya, identifikatsiya, mery bor'by. [Brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål in Russia: distribution, biology, identification, control measures]. *Kollektiv avtorov*. Moscow, 2018. 28 p. URL: http://depchsev.ru/pdf/halyomorpha_stal.pdf
3. Neymorovets V. V. *Vostochnoaziatskiy mramornyy klop Halyomorpha halys* (Heteroptera, Pentatomidae): morfologiya, biologiya, rasshirenie areala i ugrozy dlya sel'skogo khozyaystva Rossii (analiticheskiy obzor). [Brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae): morphology, biology, distribution and threats to agriculture in the Russian Federation (analytical review)]. *Vestnik zashchity rasteniy* = Plant Protection News. 2018;1(95):11-16. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35016538>
4. Roversi P. F., Binazzi F., Marianelli L., Costi E., Maistrello L., Sabbatini P. G. Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera Pentatomidae) in Southern Europe. *Redia*. 2016;99:63-70. DOI: <https://doi.org/10.19263/REDIA-99.16.01>
5. Botch P. S., Delfosse E. S. Host-Acceptance Behavior of *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) Reared on the Invasive *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) and Nontarget Species. *Environmental Entomology*. 2018;47(2):403-411. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy014>
6. Pezzini D. T., Nystrom Santacruz E. C., Koch R. L. Predation and Parasitism of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Minnesota. *Environmental Entomology*. 2018;47(4):812-821. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy085>
7. Gariepy T. D., Bruin A., Konopka J., Scott-Dupree C., Fraser H., Bon M. C., Talamas E. A modified DNA barcode approach to define trophic interactions between native and exotic pentatomids and their parasitoids. *Molecular ecology*. 2019;28(2):456-470. DOI: <https://doi.org/10.1111/mec.14868>
8. Ignat'eva T. N., Kashutina E. V., Slobodyanyuk G. A., Bugaeva L. N. *Bioekologicheskie osobennosti korichnevo-mramornogo klopa i mery bor'by s nim*. [Bioecological features of brown marmorated stink bug and measures to fight them]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2018;10-1(76):70-73. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.76.10.014>
9. Todorov N. G., Atanov N. M., Kuzina N. P., Fedoseev N. Z., Lobur A. Yu. *Ispytanie feromona korichnevo-mramornogo klopa*. [Testing the pheromones of *Halyomorpha halys*]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2019;(5):32-35. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37613652>
10. Agas'eva I. S., Ismailov V. Ya., Nefedova M. V., Fedorenko E. V. *Razrabotka metodov kontrolya chislennosti korichnevo-mramornogo klopa Halyomorpha halys Stål*. [Development of methods for controlling the population of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(5):42-46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10508>
11. Agas'eva I. S., Nefedova M. V., Fedorenko E. V., Ismailov V. Ya. *Otsenka biologicheskoy effektivnosti biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy protiv osobo opasnogo adventivnogo vreditelya korichnevo-mramornogo klopa Halyomorpha halys Stål*. [Assessment of the efficacy of biological plant protection products against the most harmful adventive pest brown marbled bug *Halyomorpha halys* Stål]. *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya*. 2019;(3-2):182-187. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17513/use.37090>

12. Sinitsyna E. V., Protsenko V. E., Karpun N. N., Mityushev I. M., Lobur A. Yu., Todorov N. G. *Pervye polevyye ispytaniya feromonnykh preparatov rossiyskogo proizvodstva dlya monitoringa i bor'by s korichnevo-mramornym klopopom Halyomorpha halys Stal.* [First field trials of Russian-produced pheromone preparations for monitoring and control of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* Stål.]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2019;(3):60-79. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.34677/0021-342X-2019-3-60-79>
13. Arthurs S., Dara S. K. Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. *Journal of invertebrate pathology*. 2019;165:13-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.008>
14. Vasina A. N. *Ispol'zovanie rasteniy dikikh vidov dlya bor'by s vreditelyami sadovykh i ovoshchnykh kul'tur.* [The use of wild plants for pest control of garden and vegetable crops]. Moscow: Kolos, 1972. 128 p.
15. Barbosa L. C., Filomeno C. A., Teixeira R. R. Chemical Variability and Biological Activities of Eucalyptus spp. Essential Oils. *Molecules*. 2016;21(12):1671. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21121671>
16. Georgiesh E. V., Khlieva O. Ya., Kuznetsov I. O. *Perspektivy ispol'zovaniya ekstraktov aira obyknovennogo i tysyachelistnika obyknovennogo v kachestve insektitsidov.* [Prospects for the use of extracts of common calamus and yarrow as insecticides]. *Naukovi pratsi [Odes'koї natsional'noї akademii kharchovikh tekhnologiy]*. 2014;45(1):105-110. (In Ukraina). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2014_45%281%29_22
17. Muturi E. J., Ramirez J. L., Doll K. M., Bowman M. J. Combined Toxicity of Three Essential Oils Against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Larvae. *Journal of Medical Entomology*. 2017;54(6):1684-1691. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjx168>
18. Zhao H. Z., Luo J. Y., Liu Q. T., Lv Z. L., Yang S. H., Yang M. H. Study on essential oils of medicinal plants in insect repellent. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 2016;41(1):28-34. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28845635/>
19. Dhakad A. K., Pandey V. V., Beg S., Rawat J. M., Singh A. Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil: a review. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. 2018;98(3):833-848. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8600>
20. Sileem T. M., Mehany A. L., Hassan R. S. Fumigant toxicity of some essential oils against Red Flour Beetles, *Tribolium castaneum* (Herbst) and its safety to mammals. *Braz J Biol.* 2020;80(4):769-776. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.219529>
21. Lengai G. M. W., Muthomi J. W., Mbega E. R. Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Scientific African*. 2020;7:e00239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239>
22. Thiruppathi S., Ramasubramanian V., Sivakumar T., Thirumalai A. V. Antimicrobial activity of *Aloe vera* (L.) Burm. f. against pathogenic microorganisms. *J. Biosci. Res.* 2010;1(4):251-258. URL: <https://ru.scribd.com/document/124713419/Antimicrobial-activity-of-Alo-e-v-e-ra-L-Burm-f-against-pathogenic-microorganisms>
23. Karpagam T., Devaraj A. Studies on the efficacy of *Aloe vera* on antimicrobial activity. *Int. J. Res. Ayurveda and Pharm.* 2011;2(4):1286-1289. URL: https://www.ijrap.net/admin/php/uploads/590_pdf.pdf

Сведения об авторах

Агасьева Ирина Сергеевна, кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории Государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», улица ВНИИБЗР, д. 1, г. Краснодар, Краснодарский край, Российская Федерация, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1216-1106>

✉ **Нефёдова Мария Владимировна**, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории Государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», улица ВНИИБЗР, д. 1, г. Краснодар, Краснодарский край, Российская Федерация, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5390-233X>, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

Information about the authors

Irina S. Agasyeva, PhD in Biology, leading researcher, Laboratory of the State Collection of Entomoacariphages and Primary Assessment of Biological Plant Protection Products, Federal Research Center of Biological Plant Protection, 1 VNIIBZ st., Krasnodar, Krasnodar Krai, Russian Federation, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1216-1106>

✉ **Maria V. Nefedova**, PhD in Biology, senior researcher, Laboratory of the State Collection of Entomoacariphages and Primary Assessment of Biological Plant Protection Products, Federal Research Center of Biological Plant Protection, 1 VNIIBZ st., Krasnodar, Krasnodar Krai, Russian Federation, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5390-233X>, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author

КОРМОПРОИЗВОДСТВО. КОРМЛЕНИЕ/ FODDER PRODUCTION. FEEDING

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.570-580>



УДК 636.237.21:636.084.52(471.25)

Витаминно-травяная мука из левзеи сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides*) в рационах молочных коров

2021. Н. А. Морозков[✉], Л. С. Терентьева, Е. В. Суханова, В. А. Волошин

Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук, с. Лобаново, Пермский край, Российская Федерация

Исследования проводили на молочном комплексе ООО «Русь» (Пермский край). Изучали влияние использования в кормлении голштинизированных черно-пёстрых коров молочного направления витаминно-травяной муки (ВТМ) из зелёной массы левзеи сафлоровидной в период 12 дней до отёла и первые 30 дней лактации. Опыт проводили по общепринятой методике с подбором пар-аналогов. Коровы контрольной группы получали рацион кормления, состоящий из кормов, имеющихся на молочном комплексе. Коровам опытных групп в состав концентратной части рациона включали ВТМ из левзеи сафлоровидной в дозах: первая опытная – 4 % (0,4 кг ВТМ на голову в сутки); вторая опытная – 10 % (1,0 кг ВТМ на голову в сутки). Экспериментальные данные опыта показали, что скармливание ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона оказало положительное влияние на молочную продуктивность коров за первые 30 дней лактации, а также на коэффициенты биоконверсии протеина и энергии в молочную продукцию коров. За учётный период научно-хозяйственного опыта (первые 30 дней лактации) в среднем от каждой коровы первой и второй опытных групп получено молока с натуральной жирностью больше на 55,80±4,90 кг (8,04 % ($p<0,05$)) и на 99,20±5,80 кг (14,29 % ($p<0,05$)) соответственно по сравнению с контрольной. Валовой выход молочного жира и белка за учётный период у коров первой и второй опытных групп был выше на 2,50±0,04 кг и 4,28±0,07 кг, на 2,54±0,16 кг и 4,01±0,18 кг соответственно по сравнению с контрольной. У коров первой и второй опытных групп коэффициенты биоконверсии протеина в молочную продукцию были выше на 2,98 % abs. ($p<0,05$) и на 3,97 % abs. соответственно по сравнению с контролем. Расход энергии, использованной на синтез молока, у коров контрольной группы, был меньше по сравнению с коровами первой и второй опытных групп на 163,62 и 349,18 МДж ($p<0,05$) соответственно ввиду меньшего потребления ими количества кормосмеси в течение учётного периода. У коров опытных групп были выше коэффициенты биоконверсии энергии в молоко на 2,14 % abs. и на 3,71 % abs. ($p<0,05$) соответственно по сравнению с коровами контрольной группы. Животные опытных групп оказались более отзывчивыми на изменение рациона кормления и показали более высокие результаты по всем изучаемым показателям.

Ключевые слова: коэффициенты биоконверсии, маралий корень, лактоза, протеин, энергия, 20-гидроксиэкдизон, лактация

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (тема Рег. № НИОКР: АААА-А18-118021990051-9).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Морозков Н. А., Терентьева Л. С., Суханова Е. В., Волошин В. А. Витаминно-травяная мука из левзеи сафлоровидной в рационах молочных коров. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):570-580.
DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.570-580>

Поступила: 29.03.2021

Принята к публикации: 15.07.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Vitamin-herbal flour from *Rhaponticum carthamoides* in the diets of dairy cows

© 2021. Nikolay A. Morozkov[✉], Lyudmila S. Terentyeva, Elena V. Sukhanova, Vladimir A. Voloshin

Perm Agricultural Research Institute – branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Lobanovo, Perm Region, Russian Federation

*Studies were conducted at the dairy complex of «Rus Ltd» (Perm Region). The effect of the use of vitamin-herb flour (VHF) from *Rhaponticum carthamoides* green mass in the feeding of holsteinized black-and-white dairy cows was studied during the period of 12 days before calving and the first 30 days of lactation. The experiment was carried out according to the generally accepted method with the selection of analog pairs. The cows of the control group received a feeding ration consisting of feeds available at the dairy complex. For cows of the experimental groups, the composition of the concentrate part of the diet included VHF from leucea safflower in doses: the first group -4 % (0.4 kg of VHF per head per day), the second group – 10 % (1.0 kg of VHF per head per day). The experimental data of the experiment showed that VHF from leucea as part of the concentrate part of the diet had a positive effect on the milk productivity of cows during the first 30 days of lactation, as well as on the bioconversion coefficients of protein and energy in the dairy products of cows. During the accounting period of the scientific and economic experiment (the first 30 days of lactation) from cows of the first and second experimental groups there has been obtained milk with natural fat content higher by 55.80±4.90 kg (8.04 %) ($p<0.05$) and by 99.20±5.80 kg (14.29 %) ($p<0.05$), respectively, compared to the control group. The gross yield of milk fat and protein for the reference period in cows of the first and second experimental groups was higher by 2.50±0.04 kg and 4.28±0.07 kg, by 2.54±0.16 kg and by 4.01±0.18 kg, respectively, compared with the control group. The cows of the first and second experimental groups had higher coefficients of protein bioconversion into dairy products by 2.98 % abs ($p<0.05$) and 3.97 % abs, respectively, compared to the control. The energy consumption for milk synthesis in the control group cows was reduced by 163.62 MJ and 349.18 MJ ($p<0.05$), respectively, in comparison with the cows of the first and second experimental groups, due to their lower consumption of the amount of feed mixture during the accounting period. The cows of the first and second experimental groups also had higher bioconversion coefficients of energy into milk by 2.14 % abs. and by 3.71 % abs. ($p<0.05$), respectively, compared to the cows of the control group. The cows of the experimental groups turned out to be more responsive to changes in the feeding diet and showed higher results according all the studied parameters.*

Key words: bioconversion coefficients, maral root, lactose, protein, energy, 20-hydroxyecdysone, lactation

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (theme No: AAAA-A18-118021990051-9).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Morozkov N. A., Terentyeva L. S., Sukhanova E. V., Voloshin V. A. Vitamin-herbal flour from *Rhaponticum carthamoides* in the diets of dairy cows. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):570-580. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.22.4.570-580>

Received: 29.03.2021

Accepted for publication: 15.07.2021

Published online: 26.08.2021

Основа развития животноводства – прочная кормовая база с разнообразным ассортиментом высококачественных кормов. Только сбалансированное по энергии и питательным веществам кормление способствует наиболее полной реализации генотипа, продлению хозяйственного использования коров, рождению здорового приплода, увеличению продуктивности и сохранению здоровья животных, нормализации морфологических, биохимических показателей крови, что способствует повышению резистентности их организма. Рациональное полноценное кормление – основа повышения экономической эффективности животноводства [1, 2, 3, 4].

В 2002 году в Уральском регионе был утвержден голштинизированный тип черно-

пестрого скота Уральский [5]. В результате селекционной работы создано маточное поголовье коров с генетическим потенциалом молочной продуктивности более 10 тыс. кг молока за лактацию с одновременным увеличением выхода молочного жира и белка. Однако фактическая реализация генетического потенциала голштинизированного черно-пестрого скота составляет 66 %. По данным краевой статистики за 2020 г., надой молока на 1 фуражную корову во всех категориях хозяйств Пермского края в среднем составил 6633 кг¹. Причины неполного раскрытия генетического потенциала голштинизированных коров кроются в дисбалансе питательных веществ рационов кормления.

¹Пермский край в цифрах. 2021: краткий статистический сборник. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю. Пермь, 2021. С. 109-110.

В большинстве хозяйств края объёмистые корма заготавливаются с существенными отклонениями от требований ГОСТов. Содержание сырой клетчатки (СК) в злаково-бобовом сене за 2017-2020 гг. в среднем составило 34,16 % при норме для первого класса 28,0 %. Уровень каротина в сухом веществе (СВ) сена в среднем составлял 12,73 мг/кг (с диапазоном значений от 6,40 до 26,65 мг/кг), при норме 25,0 мг/кг в 1 кг СВ. Попытки подменить в кормлении высокопродуктивных молочных коров недостающие питательные вещества объёмистых кормов питательными веществами концентрированных кормов не дают желаемого результата [6, 7, 8].

Дефицит каротина в рационах молочных коров составляет от 40 до 60 %. По данным научно-хозяйственных опытов, проводимых Пермским НИИСХ в хозяйствах Пермского края, в молочном скотоводстве за последние 10 лет содержание каротина в сыворотке крови коров в первую фазу лактации находилось ниже физиологической нормы у всего исследуемого поголовья и составляло в пределах 4,39-7,40 мкмоль/л (норма 7,50-18,60 мкмоль/л). И это тот период лактации, когда у коровы должно состояться плодотворное осеменение.

Биологически активные вещества, в том числе растительного и микробного происхождения, заняли прочное место в практике ветеринарной медицины. Они применяются для нормализации обмена веществ, повышения напряжённости иммунитета как лечебно-профилактические средства и т. д. Поиск новых веществ с иммуностимулирующими свойствами имеет стратегическое важное значение для ветеринарной науки и практики, так как в современных условиях приходится нередко сталкиваться с выраженным иммунодефицитными состояниями животных [9]. Наличие в рационах сельскохозяйственных животных фитоэстрогенных растений позволяет удерживать на должном уровне состояние биохимических процессов и ферментативных систем нейрогуморальных факторов организма и вести направленный обмен веществ [10]. Одной из таких культур, обладающей повышенной иммуностимулирующей функцией, является левзея сафлоровидная, которую ранее в Пермском крае не возделывали [11].

Левзея сафлоровидная (*Rhaponticum carthamoides*), или маралий корень – многолет-

нее растение семейства Астровые (*Asteraceae*). В кормлении сельскохозяйственных животных используется в виде зеленого корма, сенажа, силоса, витаминно-травяной муки. Общеизвестно, что любая ВТМ, приготовленная с соблюдением технологических требований, является источником пополнения рационов кормления животных протеином и каротином. ВТМ из левзеи сафлоровидной в дополнение к высокому содержанию каротина обладает большим набором биологически активных веществ.

Физиологическая активность левзеи сафлоровидной обусловлена наличием эндистероидов (полигидроксилированных стеринов), флаваноидов, танинов и др. [12]. Содержание эндистероидов на 97-99 % представлено высокоактивным эндистероном (синонимы: β -эндизон, 20-гидроксийендизон, 20-hydroxyecdysone, 20E) [13]. Эндистероиды участвуют в синтезе белка, взаимодействуя с ядерными рецепторами чувствительных клеток и запуская в работу процессы генной транскрипции. При этом происходит более эффективная трансформация энергии и протеина кормов на синтез мышечной ткани с отложением больших количеств пищевого белка².

По информации Н. П. Тимофеева [14], надземная масса левзеи сафлоровидной обладает богатым витаминным составом, содержит комплекс биологически активных веществ: 65 видов фитоэндистероидов, 18 витаминов и витаминоподобных веществ, повышенные количества водорастворимых макроэлементов, Ca, K, N, Na, P и другие; 47 микроэлементов в оптимальных концентрациях, из них 15 – жизненно важных. Все это в комплексе стимулирует иммунную систему животных.

Цель исследований – изучить влияние скармливания разных доз ВТМ из зелёной массы левзеи сафлоровидной на трансформацию протеина и энергии в молочную продукцию коров.

Материал и методы. Научно-хозяйственный и физиологический опыты проводили в ООО «Русь» Пермского района Пермского края на коровах голштинизированной черно-пестрой породы в период 12 дней до ожидаемого отёла и первые 30 дней лактации. Научно-хозяйственный опыт состоял из трёх периодов: уравнительный (15 дней), учетный (42 дня) и заключительный (по 305 день лактации) по схеме, представленной в таблице 1.

²Инструкция по использованию в животноводстве эндистероид содержащей биологически активной добавки «ЛЕВЗЕЯ САФЛОРОВИДНАЯ». С. 2. URL: https://leuzea.ru/pdf/leuzea_animals.pdf

*Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта (n = 10) /
Table 1 – Scheme of scientific and economic experiment (n = 10)*

<i>Группа / Group</i>	<i>Продолжительность скормления ВТМ, дни / VHF feeding duration, days</i>	<i>Условия кормления / Feeding conditions</i>
Контрольная / Control	-	Основной рацион / Basic diet
Первая опытная / The first experimental	42	Основной рацион, в составе которого 4 % СВ концентратной части рациона заменено СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной (0,4 кг ВТМ на голову в сутки) / BD in which 4 % of the DM (dry matter) concentrate part of the diet is replaced by DM VHF from Rhaponticum carthamoides (0.4 kg of VHF per head per day)
Вторая опытная / The second experimental	42	Основной рацион, в составе которого 10 % СВ концентратной части рациона заменено СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной (1,0 кг ВТМ на голову в сутки) / BD in which 10 % of the DM concentrate part of the diet is replaced by DM VHF from Rhaponticum carthamoides (1.0 kg of VHF per head per day)

Содержание всех экспериментальных животных привязное. Опыт проводили по методике В. М. Кузнецова [15]. Для проведения опыта методом пар-аналогов было отобрано 30 сухостойных коров, из которых сформировали три группы по 10 голов в каждой. При подборе пар-аналогов учитывали линейную принадлежность, возраст в лактациях, живую массу и уровень молочной продуктивности за предыдущую лактацию.

Методикой исследований предусматривалось проведение физиологического опыта в ходе научно-хозяйственного.

Проводили полный зоотехнический анализ кормов испытуемых рационов экспериментальных животных. Рационы разрабатывали с учётом фактического качества кормов и были сбалансированы в соответствии с научно обоснованными нормами кормления³. Рацион коров контрольной группы в период раздоя из расчёта по СВ состоял: объёмистые корма – 58,7 %, концентрированные – 41,3 %. Из объёмистых кормов готовили кормосмесь (по СВ в %): сено – 3,80, сенаж – 14,00, силос – 23,50. В рационах коров первой и второй опытных групп 4 % (0,4 кг) и 10 % (1 кг) СВ концентратной части рациона было заменено СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной.

Для производства ВТМ с сохранением питательных и биологически активных веществ в корме зеленую массу скашивали в фазу бутонизации (23 мая), измельчали (длина

частиц от 20 до 60 мм), сушили на аэрожолобе при температуре продуваемого воздуха 37–39 °C. Размол сухой массы осуществляли на ДКУ-03 с тониной помола 0,1–0,5 мм. Влажность травяной муки составляла 11,42 %.

С целью повышения сохранности картоина в травяной муке, в её состав добавляли 0,5 % (5 г на 1 кг ВТМ) пиросульфит натрия (консервант антиокислитель) [16].

Применяемые в практике животноводства дозы рапонтика (левзеи сафлоровидной) являются эмпирическими и составляют от 250 г до 1 кг в сутки на одну голову по сухому веществу. Общепринятые сроки уборки фитомассы характеризуются наибольшим выходом с единицы площади, но очень низким качеством по содержанию действующего вещества – 20-гидроксиэксизона [17].

В наших исследованиях содержание биологически активного вещества (20-гидроксиэксизона) в витаминно-травяной муке из левзеи сафлоровидной определяли в аналитической лаборатории института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) по методикам L. Dinan [18] и В. В. Пунегова [19]. Химический состав кормов и ВТМ из левзеи сафлоровидной определяли в аналитической лаборатории Пермского НИИСХ по общепринятой методике⁴ с использованием современного лабораторного оборудования: ИК-анализатор кормов SpectroStar 2600 XT-1, спектрофотометр Unico.

³Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. М., 2003. 456 с.

⁴Лебедев П. Т., Усович А. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М.: Россельхозиздат, 1976. С. 150–223.

Молочную продуктивность подопытных коров учитывали индивидуально, методом контрольных доек, три раза в месяц с определением физико-химического состава молока: содержание жира, общего белка, лактозы, плотность, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) с использованием прибора «Эксперт Стандарт».

Расчёт энергетической ценности молока проводили по методике Л. К. Лепайы⁵. Конверсию протеина и энергии из кормов рационов у всех экспериментальных животных определяли методом сопоставления их потребления и выхода в молоке коров.

Экспериментальные данные, полученные в опытах, обработали биометрически методами вариационной статистики по Н. А. Плохинскому (1969)⁶ и Е. К. Меркульевой (1983)⁷ с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. При включении ВТМ из левзеи сафлоровидной в рационы коров опытных групп наблюдалось увеличение потребления ими объёмистых кормов. При учёте поедаемости кормов за учётный период (первые 30 дней лактации) установлено, что коровы первой и второй опытных групп потребили кормосмеси, состоящей из сена, силюса и сенажа, больше на 45 кг ($p<0,01$) и 81 кг ($p<0,01$) соответственно по сравнению с контрольной группой. Поэтому коровы опытных групп получили с кормами рациона больше сухого вещества. В поедаемости концентратов разницы между экспериментальными группами не установлено.

Проведение исследований химического состава ВТМ из зелёной массы левзеи сафлоровидной (табл. 2) показало, что содержание 20-гидроксикэдизона составляло 0,49 %, что говорит о высоком качестве кормовой фитодобавки.

По данным химического анализа, в СВ ВТМ из левзеи сафлоровидной содержание сахара было на уровне $9,11\pm0,78$ % с диапазоном значений от 7,86 до 10,01 %. Содержание каротина отмечалось на уровне $120\pm5,20$ мг/кг с диапазоном значений от 61,00 мг/кг до 187,00 мг/кг.

Учёт молочной продуктивности коров проводили за первые 30 дней лактации и последействие эффективности скармливания ВТМ из левзеи сафлоровидной коровам опытных групп установлено за 305 дней лактации (табл. 3).

⁵Лепайы Л. К. Оценка животных по эффективности конверсии корма в основные питательные вещества мясной продукции: методические рекомендации. М.: ВАСХНИЛ, 1983. 19 с.

⁶Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

⁷Меркульева Е. К., Шангин-Березовский Г. Н. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. 400 с.

Показатель / Indicator	Сухое вещество / Dry matter, %	Сырой жир / Crude fat, %	Сырой протеин / Crude protein, %	Сырой клетчатка, % / Crude fiber, %	Сахар, % / Sugar, %	Кальций, % / Calcium, g/kg	Фосфор, % / Phosphorus, g/kg	Каротин, мг/кг / Carotene, mg/kg	Обменная энергия, MJ / Exchange energy, MJ	20-гидроксикэдизон, % / 20-hydroxyecdione, %
Среднее значение / Average value	88,58±2,76	2,54±0,13	16,23±1,03	25,35±3,15	9,11±0,78	0,96±0,09	0,62±0,04	120±5,20	9,83±0,54	0,49±0,05
Диапазон значений / Range of values	87,10-89,55	2,11-2,88	12,90-18,39	22,30-26,97	7,86-10,01	0,89-1,17	0,30-1,17	61-187	9,39-10,50	0,49
Норма в 1 кг сухого вещества / Standard in 1 kg of dry matter	90,00	-	19,00	23,00	-	-	-	150	10,00	0,25-0,45

Таблица 2 – Химический состав ВТМ из левзеи сафлоровидной (2018 г.)/
Table 2 – Chemical composition of VHF from Raphonticum carthamoides (2018)

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров и качество молока, полученного при скармливании ВТМ из зелёной массы левзеи сафлоровидной ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$) /

Table 3 – Milk productivity of cows and milk quality obtained when feeding the VHF from the Rhaponticum carthamoides green mass ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	контрольная / control	первая опытная / the first experimental	вторая опытная / the second experimental
Получено молока, кг/гол. / Milk received, kg / head			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	694,40±21,17	750,20±19,37*	793,60±19,34*
Разница, кг ($d \pm m_d$) / Difference, kg ($d \pm m_d$)	-	+55,80±4,90	+99,20±5,80
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	6032,80±468,84	6177,20±438,19	6337,40±406,35
Разница, кг ($d \pm m_d$) / Difference, kg ($d \pm m_d$)	-	+144,40±12,75	+304,60±19,47
Массовая доля жира в молоке, % / Mass fraction of fat in milk, %			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	3,95±0,014	4,02±0,016*	4,01±0,012**
Разница, % ($d \pm m_d$) / Difference, % ($d \pm m_d$)	-	+0,07±0,004	+0,06±0,003
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	4,02±0,04	4,04±0,05	4,04±0,05
Разница, % ($d \pm m_d$) / Difference, % ($d \pm m_d$)	-	+0,02±0,003	+0,02±0,002
Молочный жир, кг / Milk fat, kg			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	27,43±0,42	30,16±0,29	31,82±0,36*
Разница, кг ($d \pm m_d$) / Difference, kg ($d \pm m_d$)	-	+2,73±0,04	+4,39±0,07
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	242,52±2,48	249,56±1,92	256,03±1,41
Разница, кг ($d \pm m_d$) / Difference, kg ($d \pm m_d$)	-	+7,04±0,39	13,51±0,76
Массовая доля белка в молоке, % / Mass fraction of protein in milk, %			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	2,99±0,03	3,09±0,04*	3,12±0,02*
Разница, % ($d \pm m_d$) / Difference, % ($d \pm m_d$)	-	+0,10±0,02	+0,13±0,02
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	3,08±0,03	3,19±0,04*	3,20±0,02*
Разница, % ($d \pm m_d$) / Difference, % ($d \pm m_d$)	-	+0,11±0,02	+0,12±0,03
Молочный белок, кг / Milk protein, kg			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	20,76±0,05	23,18±0,09	24,76±0,11
Разница, кг ($d \pm m_d$) / Difference, kg ($d \pm m_d$)	-	+2,42±0,16	+4,00±0,18
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	185,81±1,48	197,05±2,15	202,80±1,84
Разница, кг ($d \pm m_d$) / Difference, kg ($d \pm m_d$)	-	+11,24±0,58	+16,99±0,46
Массовая доля лактозы в молоке, % / Mass fraction of lactose in milk, %			
За первые 30 дней лактации / For the first 30 days of lactation	4,28±0,15	4,36±0,18*	4,54±0,17**
Разница, % ($d \pm m_d$) / Difference, % ($d \pm m_d$)	-	+0,08±0,02	+0,26±0,04
За 305 дней лактации / For 305 days of lactation	4,37±0,18	4,51±0,26	4,62±0,47
Разница, % ($d \pm m_d$) / Difference, % ($d \pm m_d$)	-	+0,14±0,01	+0,25±0,03

** Достоверно при $p < 0,01$; * достоверно при $p < 0,05$ / ** Significantly at $p < 0.01$; * Significantly at $p < 0.05$

Анализ надоя за первые 30 дней лактации установил, что при использовании в кормлении ВТМ из левзеи сафлоровидной от коров первой и второй опытных групп надоено молока с натуральной жирностью соответственно на 8,04 % ($p<0,05$) и 14,29 % ($p<0,05$) больше по сравнению с контролем. В результате, по сравнению с контрольными сверстницами, от коров 1-й и 2-й опытных групп получен больший валовой выход молочного жира (соответственно на $2,50\pm0,04$ и $4,28\pm0,07$ кг) и белка (на $2,54\pm0,16$ и $4,01\pm0,18$ кг).

Следует отметить, что при анализе биохимического состава молока установлено превосходство коров опытных групп по содержанию лактозы. Уровень лактозы был выше на 0,08 % абс. ($p<0,05$) и на 0,26 % абс. ($p<0,01$), соответственно по сравнению с животными контрольной группы. Это можно объяснить оптимизацией процесса молокообразования у коров, получавших ВТМ из левзеи сафлоровидной.

Повышение коэффициентов использования питательных веществ кормов – один из основных путей значительного увеличения продуктивности животных и увеличения производства продуктов животноводства. Комплексная оценка основных количественных и качественных данных продуктивности животных и использования питательных веществ кормов может быть осуществлена путем определения выхода пищевого белка, жира и энергии, а также расчета коэффициентов конверсии или трансформации питательных веществ корма в продукцию. Изучение вопросов трансформации протеина и энергии корма в продукцию следует считать надежным методом комплексной оценки количественных и качественных показателей молочной продуктивности животных [20].

Вследствие этого практическую ценность в нашем эксперименте представляют полученные результаты проведенного исследования по уровню влияния ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона на эффективность трансформации основных питательных веществ и энергии корма в молочную продукцию коров (табл. 4).

При повышении биологической полноценности рационов за счёт включения ВТМ из левзеи сафлоровидной в состав концентратной части у коров опытных групп отмечалось большее отложение белка в теле, т. к. рационы кормления животных опытных групп были

с более качественным протеином. Полагаем, что это будет способствовать меньшей потере живой массы животными в критический период физиологического цикла. Коровы первой и второй опытных групп, в первые 30 дней лактации имели большее отложение белка в теле в 1,50 и 2,00 раза соответственно по сравнению контрольной группой, что соответствует более положительному балансу азота в организме коров опытных групп.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что молоко коров опытных групп имело более высокую энергетическую ценность за счёт большего содержания белка, жира и лактозы. На содержание питательных веществ в молоке влияет качество кормов рациона и его переваримость. В наших исследованиях у коров опытных групп, получавших ВТМ, выявлены по сравнению с контролем более высокие коэффициенты переваримости питательных веществ кормов рациона (рис.).

У коров опытных групп с получением большего надоя молока за первые 30 дней лактации наблюдалось снижение затрат питательных веществ на единицу произведённой продукции. У коров контрольной группы расход протеина на 1 кг молока был выше на 5,03 % абс. ($p<0,05$), по сравнению с первой опытной группой и на 6,61 % абс. ($p<0,05$) выше по сравнению с коровами второй опытной группы. Затраты энергии на 1 кг произведённого молока у коров контрольной группы были выше по сравнению с коровами первой и второй опытных групп, на 5,42 % ($p<0,05$) и 8,55 % ($p<0,01$) соответственно.

Наиболее объективную оценку трансформации питательных веществ кормов рациона в молочную продукцию коров дают показатели биоконверсии. Коэффициенты биоконверсии протеина в молоко у коров первой и второй опытных групп были выше на 2,98 % абс. ($p<0,05$) и на 3,97 % абс. соответственно по сравнению с контролем. Затраты энергии, пошедшие на синтез молока, у коров контрольной группы были меньше, по сравнению с коровами первой и второй опытных групп, на 163,62 МДж и на 349,18 МДж ($p<0,05$) соответственно, ввиду меньшего потребления ими количества кормосмеси в течение учётного периода. Коэффициенты биоконверсии энергии в молоко у коров первой и второй опытных групп были выше на 2,14 % абс. И на 3,71 % абс. ($p<0,05$) соответственно по сравнению с коровами контрольной группы.

Таблица 4 – Трансформация протеина и энергии в молочную продукцию коров /
Table 4 – Transformation of protein and energy into dairy products of cows

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	контрольная / control	первая опытная / the first experimental	вторая опытная / the second experimental
Получено молока за первые 30 дней лактации, кг/голову / Milk received for the first 30 days of lactation, kg / head	694,40±21,17	750,20±19,37*	793,60±19,34*
Расход за 30 дней лактации / Consumption for 30 days of lactation			
Обменной энергии, МДж / Exchange energy, MJ	6610,69±16,37	6774,31±29,71	6959,87±17,34*
Сырого протеина, кг / Crude protein, kg, в т. ч.: / including:	64,68±0,19	66,14±0,21	68,74±0,12
на молоко / per milk	64,60±0,18	66,02±0,20*	68,58±0,13
отложено в теле / deposited in the body	0,08±0,04	0,12±0,03**	0,16±0,07
Расход на 1 кг молока / Consumption per 1 kg of milk			
Протеина, г / Protein, g	93,03±3,12	88,00±2,58	86,42±2,96*
Энергии, МДж / Energy, MJ	9,52±0,44	9,03±0,35*	8,77±0,41**
Содержится в 1 кг молока / Contained in 1 kg of milk			
Протеина, г / Protein, g	29,90±0,10	30,90±0,05	31,20±0,11*
Энергии, МДж / Energy, MJ	2,99±0,07	3,03±0,12	3,08±0,04*
Содержится в молоке / Contained in milk			
Протеина, г / Protein, g	20,76±0,05	23,18±0,09	24,76±0,11
Энергии, МДж / Energy, MJ	2076,26±51,37	2273,11±29,14	2444,88±43,86
Коэффициент биоконверсии, % / Bioconversion coefficient, %			
Протеина (ККП) / Protein (CCP)	32,13±0,98	35,11±1,07*	36,10±1,12
Энергии (KKOЭ) / Energy (KCOE)	31,41±2,52	33,55±3,12	35,12±2,45*

** Достоверно при $p<0,01$; * достоверно при $p < 0,05$ / ** Significantly at $p < 0.01$; * Significantly at $p < 0.05$

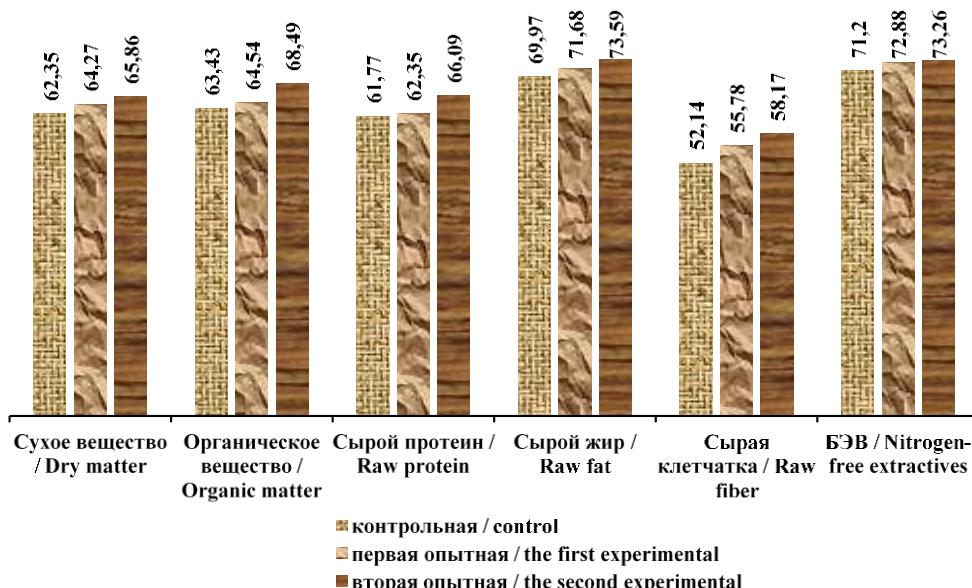


Рис. Коэффициенты переваримости питательных веществ кормов рационов при скармливании разных доз ВТМ из левзеи сафлоровидной, % /

Fig. Coefficients of digestibility of nutrients of feed rations when feeding different doses of VHF from Rhaponticum carthamoides, %

Заключение. Скармливание ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона коров опытных групп в дозах: первая опытная по 0,4 кг на голову (4 % от СВ концентратной части рациона), а вторая опытная – по 1,0 кг на голову (10 %) повышало поедаемость объёмистых кормов основной части рациона на 45 и 81 кг на голову за первые 30 дней лактации. Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о положительном влиянии на молочную продуктивность и качество молока при скармливании ВТМ из левзеи сафлоровидной в составе концентратной части рациона.

Повышение биоконверсии питательных веществ кормов рациона способствует снижению их затрат на производство продуктов животноводства у коров опытных групп. Расход энергии, пошедший на синтез 1 кг

молока у коров первой и второй опытных групп был ниже на 5,42 % ($p<0,05$) и 8,55 % ($p<0,01$) соответственно по сравнению с контролем. По результатам полученных экспериментальных данных, коэффициенты биоконверсии протеина и энергии в молоко у коров опытных групп, при включении ВТМ из левзеи сафлоровидной в состав комбикормов и скармливание их в период 12 дней до отёла и первые 30 дней лактации, были выше по сравнению с коровами контрольной группы.

При определении дозировки ВТМ из левзеи сафлоровидной необходимо взять за основу, что наиболее эффективное использование протеина и энергии из питательных веществ испытуемого рациона в молочную продукцию наблюдалось у коров второй опытной группы, у которых в составе концентратной части рациона содержание ВТМ из левзеи сафлоровидной составляло 10 %.

Список литературы

1. Агеев И. М., Агеев Е. М., Васильев И. В., Кащеев А. В. Повышение эффективности выращивания зернобобовых в Оренбургской области. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010;(3):12-14. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15241249>
2. Ярмоц Л. П. Полноценное кормление высокопродуктивного молочного скота. Курган, 2002. 160 с.
3. Макарцев Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных. Калуга: изд-во Н. Ф. Бочкаревой, 2007. С. 261-270.
4. Folman G. Performance, rumen and blood metabolites inhighyielding cows feed varying protein percents and protected soybean. Dairy Sc. 1981;64(5):759-760.
5. Мыррин В. С., Гридина С. Л., Гридин В. Ф. Результаты голштинизации черно-пёстрого скота в Уральском регионе. Генетика и разведение животных. 2014;(2):17-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24353810>
6. Морозков Н. А., Третьяков С. В., Волошин В. А. Система полноценного кормления черно-пёстрого скота на комплексах по производству молока, обеспечивающая повышение молочной продуктивности и улучшение качества молока. Пермь, 2015. 74 с.
7. Морозков Н. А., Суханова Е. В. Усовершенствованная система оценки качества кормов и кормовых добавок, влияющих на повышение продуктивности сельскохозяйственных животных. Пермь, 2020. 62 с. Режим доступа: http://www.cnshb.ru/Vexhib/vex_news/2021/vex_210424/0396468X.pdf
8. Морозков Н. А., Суханова Е. В., Завьялова Н. Е. Качество объёмистых кормов в Пермском крае и пути его повышения. Пермский аграрный вестник. 2020;(4):59-69. DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2020_32_59
9. Ивановский А. А. Иммуностимуляторы и их роль в повышении резистентности животных к болезням. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2005. 68 с.
10. Постников Б. А. О некоторых проблемах изучения и внедрения в производство новых кормовых фитострогенных растений в Сибири. Теория и практика использования биологически активных веществ в животноводстве: тез. докл. научн. конф. Киров, 6-7 октября 1998 г. Киров, 1998. С. 70-71.
11. Волошин В. А., Матолинец Д. А., Морозков Н. А., Майсак Г. П. Роль левзеи сафлоровидной в кормлении молочных коров. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019;49(5):52-60. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2019-5-7>
12. Латушкина Н. А., Ивановский А. А., Тимкина Е. Ю. Исследование химического состава и токсических свойств фитокомплекса, содержащего биологически активные вещества. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(4):58-62. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/148>
13. Биндасова Т. Н., Тимофеев Н. П. Морфологические параметры, продуктивность и динамика эcdистероидов у *Rhaponticum carthamoides* в возрасте 1-28 лет. Перспективы развития и проблемы современной ботаники: мат-лы IV (VI) Всеросс. молодёж. конф. с участием иностранных учёных. Новосибирск, 2018. С. 43-46. Режим доступа: https://leuzea.ru/sciens/190-productivity_ecdysteroids_in_leuzea_aged_1-28.pdf
14. Тимофеев Н. П. Накопление и изменчивость содержания эcdистероидов в лекарственном сырье левзеи сафлоровидной. Сельскохозяйственная биология. 2009;44(1):106-117. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11845573>
15. Кузнецов В. М. Основы научных исследований в животноводстве. Киров, 2006. 568 с.
16. Костомахин Н., Иванов А. Травяная мука – белковый и витаминный корм. Комбикорма. 2013;(6):71-73. Режим доступа: <https://kombi-korma.ru/2/0613.htm>

17. Тимофеев Н. П. Новая технология и производственная эффективность высококачественного сырья рапонтика сафлоровидного. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования: матер. III междунар. симпозиума. Москва – Пущино, 1999. Т. 3. С. 465-467. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32412631>
18. Dinan L., Harmatha J., Lafont R. Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids. Journal of Chromatogr A. 2001;935(1-2):105-123. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00992-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00992-X)
19. Пунегов В. В., Савиновская Н. С. Метод внутреннего стандарта для определения эcdистероидов в растительном сырье и лекарственных формах с помощью ВЭЖХ. Растильные ресурсы. 2001;37(1):97-102. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26647074>
20. Гатауллин Н. Г. Потребление и характер использования энергии корма при включении в рацион коров Биодарина. Состояние и перспективы производства высококачественной продукции сельского хозяйства: мат-лы IV Всеросс. научн.-практ. конф. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет. 2015. С. 26-27.

References

1. Ageev I. M., Ageev E. M., Vasil'ev I. V., Kashcheev A. V. *Povyshenie effektivnosti vyrashchivaniya zernobobovykh v Orenburgskoy oblasti*. [Increasing the efficiency of pulse crops growing in the Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2010;(3):12-14. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15241249>
2. Yarmots L. P. *Polnotsennoe kormlenie vysokoproduktivnogo mo-lochnogo skota*. [Full-fledged feeding of highly productive dairy cattle]. Kurgan, 2002. 160 p.
3. Makartsev N. G. *Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. [Kormlenie farm animals]. Kaluga: izd-vo N. F. Bochkarevoy. 2007. pp. 261-270.
4. Folman G. Performance, rumen and blood metabolites inhighyielding cows feed varying protein percents and protected soybean. *Dairy Sc.* 1981;64(5):759-760.
5. Myrrin V. S., Gridina S. L., Gridin V. F. *Rezul'taty golshinizatsii cherno-pestrogo skota v Ural'skom regione*. [Findings golshinizacii black and white cattle in the Urals region]. *Genetika i razvedenie zhivotnykh* = Genetics and breeding of animals. 2014;(2):17-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24353810>
6. Morozkov N. A., Tret'yakov S. V., Voloshin V. A. *Sistema polnotsennogo kormleniya cherno-pestrogo skota na kompleksakh po proizvodstvu moloka, obespechivayushchaya povyshenie molochnoj produktivnosti i uluchshenie kachestva moloka*. [The system of full-fledged feeding of black-and-white cattle at milk production complexes, providing an increase in milk productivity and improving the quality of milk. Scientific and methodological publication]. Perm', 2015. 74 p.
7. Morozkov N. A., Sukhanova E. V. *Usovershenstvovannaya sistema otsenki kachestva kormov i kormovskyh dobavok, vliyayushchikh na povyshenie produktivnosti sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh*. [Improved system for assessing the quality of feed and feed additives that affect the increase in productivity of agricultural animals]. Perm', 2020. 62 p. URL: http://www.cnsb.ru/Vexhib/vex_news/2021/vex_210424/0396468X.pdf
8. Morozkov N. A., Sukhanova E. V., Zav'yalova N. E. *Kachestvo ob'emistykh kormov v Permskom krae i puti ego povysheniya*. [Quality of bulk feed in the Perm krai and ways to improve it]. *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2020;(4):59-69. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.47737/2307-2873_2020_32_59
9. Ivanovskiy A. A. *Immunostimulyatory i ikh rol' v povyshenii rezistentnosti zhivotnykh k boleznyam*. [Immunostimulants and their role in increasing the resistance of animals to diseases]. Kirov: Zonal'nyy NIISKh Severo-Vostoka, 2005. 68 p.
10. Postnikov B. A. *O nekotorykh problemakh izucheniya i vnedreniya v proizvodstvo novykh kormovskykh fitoestrogenykh rasteniy v Sibiri*. [On some problems of the study and introduction into production of new fodder phytoestrogenic plants in Siberia]. *Teoriya i praktika ispol'zovaniya biologicheskikh aktivnykh veshchestv v zhivotnovodstve: tez. dokl. nauchn. konf. Kirov, 6-7 oktyabrya 1998 g.* [Abstracts of the scientific conference Kirov, October 6-7, 1998 Theory and practice of the use of biologically active substances in animal husbandry]. Kirov, 1998. pp. 70-71.
11. Voloshin V. A., Matolinets D. A., Morozkov N. A., Maysak G. P. *Rol' levzei saflorovidnoy v kormlenii molochnykh korov*. [The role of raphonticum carthamoides in feeding of dairy cows]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nayki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2019;49(5):52-60. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2019-5-7>
12. Latushkina N. A., Ivanovskiy A. A., Timkina E. Yu. *Issledovanie khimicheskogo sostava i toksicheskikh svoystv fitokompleksa, soderzhashchego biologicheski aktivnye veshchestva*. [Study of chemical composition and toxic properties of phytocomplex containing biologically active substances]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(4):58-62. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/148>
13. Bindasova T. N., Timofeev N. P. *Morfologicheskie parametry, produktivnost' i dinamika ekdisteroidov u Rhaponticum carthamoides v vozraste 1-28 let*. [Morphological parameters, productivity and dynamics of ecdysteroids in Rhaponticum carthamoides at the age of 1-28 years]. *Perspektivy razvitiya i problemy sovremennoy botaniki: mat-ly IV (VI) Vseross. molodezh. konf. s uchastiem inostrannykh uchenykh*. [Prospects of development and problems of modern botany: Proceedings of the IV (VI) All-Russian Youth Conference with Foreign Scientists Participation]. Novosibirsk, 2018. pp. 43-46. URL: https://leuzea.ru/sciens/190-productivity_ecdysteroids_in_leuzea_aged_1-28.pdf
14. Timofeev N. P. *Nakoplenie i izmenchivost' soderzhaniya ekdi-steroidov v lekarstvennom syr'e levzei saflorovidnoy*. [Accumulation and variability of the ecdysteroids content in medicinal raw material of Rhaponticum carthamoides]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2009;44(1):106–117. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11845573>
15. Kuznetsov V. M. *Osnovy nauchnykh issledovaniy v zhivotnovodstve*. [Fundamentals of scientific research in animal husbandry]. Kirov. 2006. 568 p.

16. Kostomakhin N., Ivanov A. *Travyanaya muka – belkovyy i vitaminnyy korm.* [Herbal flour-protein and vitamin feed]. *Kombikorma.* 2013;(6):71-73. (In Russ.). URL: <https://kombi-korma.ru/2/0613.htm>
17. Timofeev N. P. *Novaya tekhnologiya i proizvodstvennaya effektivnost' vysokokachestvennogo syr'ya rapontika saflorovidnogo.* [New technology and production efficiency of high-quality plant raw materials raphonticum carthamoides]. *Noyye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh prakticheskogo ispol'zovaniya: mater. III mezhdunar. simpoziuma.* [New and non-traditional plants and prospects for their practical use: Proceedings of the 3th International symposium]. Moskva – Pushchino. 1999. Vol. 3. Pp. 465-467. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32412631>
18. Dinan L., Harmatha J., Lafont R. Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids. *Journal of Chromatogr A.* 2001;935(1-2):105-123. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00992-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00992-X)
19. Punegov V. V., Savinovskaya N. S. *Metod vnutrennego standarta dlya opredeleniya ekdisteroidov v rastitel'nom syr'e i lekarstvennykh formakh s pomoshch'yu VEZhKh.* [Method of the internal standard for the determination of ecdysteroids in plant raw materials and medicinal forms using HPLC]. *Rastitel'nye resursy.* 2001;37(1):97-102. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26647074>
20. Gataullin N. G. *Potreblenie i kharakter ispol'zovaniya energii korma pri vklyuchenii v ratsion korov Biodarina.* [Consumption and nature of the use of feed energy when included in the diet of cows Biodarin]. *Sostoyanie i perspektivy proizvodstva vysokokachestvennoy produktsii sel'skogo khozyaystva: mat-ly IV Vseross. nauchn.-prakt. konf.* [State and Prospects for the Production of High-Quality Agricultural Products: materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference]. Ufa: Bashkirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2015. pp. 26-27.

Сведения об авторах

✉ **Морозков Николай Александрович**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3454-7843>, e-mail: ivanushkizabereznik@yandex.ru

Терентьева Людмила Сергеевна, кандидат с.-х. наук, заведующая лабораторией биологически активных кормов, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3958-1717>

Суханова Елена Валерьевна, младший научный сотрудник лаборатории биологически активных кормов, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, 614532, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0419-1126>

Волошин Владимир Алексеевич, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории агротехнологий, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский край, Пермский район, Российская Федерация, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8213-7419>

Information about the authors

✉ **Nikolay A. Morozkov**, PhD in Agricultural sciences, senior researcher, the Laboratory of Agricultural Technologies, Perm Agricultural Research Institute – branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3454-7843>, e-mail: ivanushkizabereznik@yandex.ru

Lyudmila S. Terentyeva, PhD in Agricultural sciences, Head of the Laboratory of Biologically Active Feed, Perm Agricultural Research Institute -branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3958-1717>

Elena V. Sukhanova, post-graduate student, Junior researcher, the Laboratory of Biologically Active Feed, Perm Agricultural Research Institute - branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0419-1126>

Vladimir A. Voloshin, DSc in Agricultural sciences, chief researcher, the Laboratory of Agricultural Technologies, Perm Agricultural Research Institute - branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Culture St., 12, Lobanovo, Perm district, Perm Region, Russian Federation, 614532, e-mail: pniish@rambler.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8213-7419>

✉ – Для контактов / Corresponding author

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.581-588>

УДК 636.593

Скорость роста и мясные качества цесарок, содержащихся в условиях фермерского хозяйства

© 2021. В. А. Забиякин, С. А. Замятин

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Исследования (2018-2019 гг.) проведены в условиях крестьянско-фермерского хозяйства Воронежской области. В работе оценены показатели скорости роста и мясной продуктивности сохраняемых генофондных групп цесарок. В эксперименте участвовали три группы суточных цесарят по 200 голов разного генетического происхождения: линии волжской белой породы (исходная ВБ-4, селекционируемая по скорости прироста живой массы и воспроизводительным признакам; аутосексная ВБА-1, селекционируемая по окраске пуха, пера и продуктивным признакам) и серо-крапчатые цесарки неизвестного происхождения. Исследования показали, что живая масса цесарят линии ВБА-1 превосходила живую массу птицы из других групп цесарок, достоверное превышение отмечено в 8-, 12- и 13-недельном возрасте. Наибольший коэффициент вариации признака наблюдался в 8-недельном возрасте. Анализ относительных приростов живой массы цесарок показал, что до 10-недельного возраста отмечалась наибольшая относительная скорость роста цесарок всех опытных групп (14,0-17,0 %). Начиная с 11-недельного возраста, этот показатель постепенно снижался (4,3-13,4 %). Установлено, что при одинаковых условиях содержания и кормления затраты корма на 1 кг прироста живой массы у цесарок линии ВБА-1 были меньше на 0,09-0,16 кг (3,11-6,33 %) по сравнению с птицей линии ВБ-4 и на 0,2-0,4 кг (5,49-12,82 %) по сравнению со своими серо-крапчатыми сверстниками. Результаты анатомической разделки тушек цесарок показали, что опытные группы птицы достоверно ($P < 0,05$) различались между собой по степени развития внутренних органов и тканей. Выход съедобных частей составил 60,2-61,1 % в зависимости от группы птицы. Большая живая масса, отмеченная нами у линейной птицы, является причиной лучшей их мясной продуктивности, которая напрямую связана с повышением абсолютной массы потрошеной тушки, её съедобных частей, мышц и костей. На основании полученных данных был определен оптимальный возраст убоя птицы на мясо в 10-12 недель жизни.

Ключевые слова: живая масса, затраты корма, потрощеная тушка, грудные и ножные мышцы, съедобные потроха, кожа с подкожным жиром

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0528-2019-0089).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Забиякин В. А., Замятин С. А. Скорость роста и мясные качества цесарок, содержащихся в условиях фермерского хозяйства. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):581-588.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.581-588>

Поступила: 02.03.2021 Принята к публикации: 22.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Growth rate and meat quality of guinea fowl kept in farm conditions

© 2021. Vladimir A. Zabiyakin, Sergey A. Zamyatin

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The research (2018-2019) was conducted in the conditions of a peasant farm in the Voronezh region. The paper evaluates the indicators of the growth rate and meat productivity of the preserved gene pool groups of guinea fowl. The experiment involved three groups of daily guinea fowl of 200 heads of different genetic origin: lines of the Volga white breed (the original VB-4, selected by the rate of live weight gain and reproductive characteristics; autosex VBA-1, selected by the color of down, feather and productive characteristics) and gray-speckled guinea fowl of unknown origin. Studies have shown that the live weight of guinea fowl of the VBA-1 line exceeded the live weight of poultry from other groups of guinea fowl, a significant excess was noted at 8, 12 and 13 weeks of age. The greatest coefficient of variation of the trait was observed at 8 weeks of age. The analysis of relative gain in live weight of guinea fowl showed that up to 10 weeks of age, the highest relative growth rate of guinea fowl of all experimental groups was observed (14.0-17.0 %). Starting from the age of 11 weeks, this indicator gradually decreased (4.3-13.4 %). It was found out that under the same conditions of keeping and feeding, the feed costs per 1 kg of live weight gain in guinea fowls of the VBA-1 line were less by 0.09-0.16 kg (3.11-6.33 %) compared to poultry of the VB-4 line and by 0.2-0.4 kg (5.49-12.82 %) compared to their gray-speckled peers. The results of anatomical cutting of guinea fowl carcasses showed that the experimental groups of poultry significantly ($P < 0.05$) differed among themselves in the degree of development of internal organs and tissues. The yield of edible parts was 60.2-61.1 %, depending on the group

of poultry. The large live weight noted by us in linear poultry is the reason for their better meat productivity, which is directly related to an increase in the absolute mass of the eviscerated carcass, its edible parts, muscles and bones. Based on the data obtained, the optimal age of poultry slaughter for meat was determined at 10-12 weeks of life.

Key words: live weight, feed costs, eviscerated carcass, pectoral and leg muscles, edible offal, skin with subcutaneous fat

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of FARC North-East (theme No. 0528-2019-0089).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citation: Zabiyakin V. A., Zamyatin S. A. Growth rate and meat quality of guinea fowl kept in farm conditions. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East.* 2021;22(4):581-588. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.581-588>

Received: 02.03.2021

Accepted for publication: 22.07.2021

Published online: 26.08.2021

В 2016 году генофондное хозяйство по разведению цесарок волжской белой породы ЗАО «Марийское» прекратило свое существование [1]. Для сохранения генофонда цесарок 200 голов птицы исходной линии волжские белые (ВБ-4) и чистой аутосексной линии волжские белые аутосексные (ВБА-1) были переданы в крестьянское фермерское хозяйство «КФХ Жданова К. А.», расположенное в деревне Новоподклетное Рамонского района Воронежской области [2]. При производстве яиц и мяса птицы особо важным компонентом технологии содержания является полноценное питание [3, 4, 5, 6]. В условиях крупной птицефабрики условия кормления генофондного стада цесарок полнорационными сухими комбикормами соответствовали предъявляемым требованиям, была внедрена механизация и автоматизация процессов раздачи корма¹. В условиях КФХ полноценное кормление птицы, как правило, очень затруднено. Наряду с сухими комбикормами широко используется тип кормления влажными мешанками. Основными кормами для цесарок в КФХ служат зерновые культуры, отходы пищевых технических производств, мясокостная мука, витаминные добавки, сочные корма, минеральные соли². В рационах цесарок широко применяют также препараты витаминов, соли микроэлементов, синтетические аминокислоты, антиоксиданты и кокцидиостаты [7]. Для изготовления кормосмесей в хозяйстве широко используется местное сырье (ячмень, пшеница, рожь, тритикале, овес, горох, подсолнечник и продукты его переработки и т. д.). К сожалению, кормление цесарок кормами, изготовленными в КФХ, из-за высокого содержания в них трудногидролизуемых компонентов отрицательно влияет на усвоение цесарками пита-

тельных веществ, что в свою очередь приводит к снижению продуктивности птицы [8]. В то же время, только полноценное кормление цесарок может обеспечить нормальный рост, развитие и высокую продуктивность птицы [9]. Очень сказываются на потребность цесарок в питательных веществах такие факторы, как порода, возраст, условия содержания и выращивания [9]. Как показывает практика, породная птица наиболее чувствительна к изменениям рационов питания [1]. Недостаток отдельных питательных веществ в рационе или неправильное их соотношение чаще вызывает у них торможение роста и повышенный отход молодняка, что в свою очередь приводит к финансовым потерям и прекращению работы фермерского хозяйства с птицей промышленных линий [10].

Цель исследований – оценить скорость роста, затраты корма на 1 кг прироста живой массы и мясные качества цесарок разного генетического происхождения, содержащихся в условиях фермерского хозяйства «КФХ Жданова К. А.».

Материал и методы. Исследования по изучению потребности и затрат корма цесарками разного генетического происхождения проводили в 2018-2019 гг. в крестьянском фермерском хозяйстве, расположенном в деревне Новоподклетное Рамонского района Воронежской области.

Объекты исследования – линии волжской белой породы цесарок (исходная линия ВБ-4, селекционируемая по скорости прироста живой массы и воспроизводительным признакам; аутосексная линия ВБА-1, селекционируемая по окраске пуха, пера и продуктивным признакам) и серо-крапчатые цесарки неизвестного происхождения.

¹Ройтер Я. С. Цесарки. Руководство по содержанию и разведению. М., 2014. 218 с.

²Ройтер Я. С. Указ.соч.

Для выполнения поставленных в исследовании задач из суточного молодняка, полученного от птицы разного генетического происхождения, методом случайной выборки без разделения птицы по полу были скомплектованы три группы цесарят по 200 голов. До 13-недельного возраста птица выращивалась на полу с глубокой подстилкой. В кормлении птицы применяли полнорационные сухие комбикорма. Для получения достоверных данных по живой массе цесарок и последующего определения оптимального возраста оценки птицы по мясным качествам бонитировка проводили регулярно в период с 8- до 13-недельного возраста³. Поскольку до возраста половой зрелости цесарок трудно разделить по полу на основании вторичных половых признаков, прижизненную оценку скорости роста проводили без разделения птицы по полу, после убоя пол птицы был определен поовым органам.

Мясная продуктивность цесарок оценивалась по показателям живой массы и результатам полной анатомической разделки тушек самцов ($n = 6$) и самок ($n = 6$), взятых от каждой опытной группы птицы. Цесарки были взяты со средними по группе показателями живой массы в соответствии с методикой ВНИТИП⁴.

Оптимальный возраст убоя цесарок был рассчитан исходя из полученных в исследовании данных интенсивности прироста живой массы, товарного качества тушки, выхода из нее съедобных частей и общим затратам корма. Живая масса цесарок определялась путем индивидуального взвешивания на весах Swing 20 с 8 по 13 неделю жизни. Абсолютный прирост живой массы определяли по разнице между начальной и конечной массой тела, относительный – по формуле Броди⁵:

$$R = (m_2 - m_1) \times 100 \% / 0,5 \cdot (m_1 + m_2),$$

где m_1 и m_2 – живая масса в начале и конце периода, прирост выражался в процентах от полусуммы начальной и конечной массы

птицы. Потребление корма определялось взвешиванием полученного корма и его остатков. Анатомо-морфологический анализ тушек после убоя осуществлялся по показателям:

- масса (выход) грудных и ножных мышц;
- масса (выход) полупотрошеной тушки;
- масса (выход) потрошеной тушки;
- выход мышечной ткани;
- выход съедобных частей;
- отношение мышцы/ кости;
- отношение съедобные/несъедобные части тушки;
- товарные качества тушки.

Кормление и содержание цесарок было максимально приближено к рекомендациям ВНИТИП⁶.

Для сравнения показателей продуктивности цесарок линий ВБА-1, ВБ-4 и серо-крапчатой птицы использовалась модель однофакторного дисперсионного анализа. Предположения дисперсионного анализа проверялись с помощью критерия Колмогорова-Смирнова (нормальность остатков) и Левене (однородность дисперсий). Множественные сравнения проводили с использованием критерия Шеффе⁷.

Результаты и их обсуждение. Мясные качества цесарок определяются их способностью производить определенное количество мяса высокого качества, затрачивая при этом меньшее количество корма на единицу прироста [1]. Скорость роста является в птицеводстве важнейшим качественным показателем мясной продуктивности сельскохозяйственной птицы. Время, затраченное на выращивание молодняка от суточного до возраста убоя, зависит от скорости роста птицы: чем больше скорость ее роста, тем меньше время выращивания⁸. Скорость роста молодняка хорошо характеризует показатели абсолютного и среднесуточного прироста живой массы [10].

У птицы опытных групп еженедельно и индивидуально оценивали живую массу для определения рационального возраста, необходимого при оценке и отборе цесарок (табл. 1).

³Ройтер Я. С., Мясникова О. В. Продуктивные и воспроизводительные качества цесарок, отобранных по мясным формам телосложения. VI конференция Балтийских стран по птицеводству. 29-30 сентября, Вильнюс, 1998. С. 139-141.

⁴Ройтер Я. С., Гусева Н. К., Подтелков В. И., Митюшников В. М., Забиякин В. А. Производство мяса и яиц цесарок: методические рекомендации. Под общ. ред. Я. С. Ройтера. Сергиев Посад, 1993. 22 с.

⁵Антонова В. С., Топурия Г. М., Косилов В. И. Основы научных исследований в животноводстве: учебное пособие. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2008. 218 с.

⁶Ройтер Я. С., Гусева Н. К., Подтелков В. И., Митюшников В. М., Забиякин В. А. Указ.соч.

⁷Биометрия: учебное пособие. Ред. М. М. Тихомирова. Л., 1982. С. 254-257.

⁸Ройтер Я. С. Указ.соч.

Таблица 1 – Изменение живой массы цесарок опытных групп за время исследования, г (n = 200) /
Table 1 – Change in the live weight of guinea fowl of the experimental groups during the study, g (n = 200)

Возраст, недель / Age, weeks	Цесарки / Guinea fowl					
	линии ВБА-1 / VBA-1 line		линии ВБ-4 / line VB-4		серо-крапчатые / Grey-speckled	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
8	690,7±4,1*	7,7	681,6±3,8	7,8	677,7±3,2	7,1
9	817,7±4,7	7,6	813,0±3,9	7,4	812,0±3,8	7,4
10	952,2±5,4	7,2	943,8±4,3	7,3	940,1±4,4	7,1
11	1094,3±5,8	6,7	1089,1±4,8	7,2	1087,0±5,0	7,1
12	1225,0±5,8*	5,7	1217,6±4,7	6,0	1202,8±4,9	6,1
13	1294,7±6,0*	5,3	1282,0±4,6	5,7	1271,1±4,5	5,9

*статистически достоверное различие с соответствующим показателем других изучаемых групп цесарок (P< 0,05) /

*statistically significant difference with the corresponding indicator of other studied groups of guinea fowl (P< 0,05)

Из приведенных данных видно, что в течение всего эксперимента происходило постоянное увеличение массы тела цесарят. При этом живая масса цесарят линии ВБА-1 превосходила живую массу птицы из других групп цесарок, достоверное превышение отмечено в 8-, 12- и 13-недельном возрасте.

Наибольший коэффициент вариации признака наблюдался в 8-недельном возрасте. С 9- до 13-недельного возраста этот показатель постепенно снижался. В 13-недельном возрасте он составлял 5,3-5,9 %. Расчетные показатели прироста (абсолютные) живой массы цесарок показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Прирост живой массы (абсолютный) цесарок разного генетического происхождения (n = 200), г /
Table 2 – Live weight gain (absolute) of guinea fowl (n = 200), g

Возраст, недель / Age, weeks	Цесарки / Guinea fowl					
	линии ВБА-1 / VBA-1 line		линии ВБ-4 / line VB-4		серо-крапчатые / grey-speckled	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Интенсивность роста цесарок по месяцам / The intensity of the growth of guinea fowl by months						
8-9	129,3±3,2	29,1	132,5± 2,8	28,0	132,4±2,9	26,0
9-10	135,6±3,9	31,2	132,3±3,5	29,6	130,2±3,5	28,7
10-11	145,2±4,03	23,5	146,7±3,1	22,2	148,9±3,0	21,1
11-12	132,8±3,9*	23,4	122,7±3,8	21,4	117,9±3,9	21,9
12-13	75,8±2,6	22,5	72,6±2,4	22,1	70,4±2,6	21,6
Прирост живой массы к возрасту оценки / The increase in live weight to the age of the assessment						
0-9	793,4±5,0	7,5	782,3±3,0	7,0	787,7±4,0	7,0
0-10	926,9±5,0	6,9	921,7±5,0	6,4	915,8±4,0	6,7
0-11	1069,9±6,0	6,7	1064,5±4,0	6,1	1062,6±5,0	6,2
0-12	1200,7±6,0**	5,6	1182,8±5,0	5,7	1178,5±5,0	5,4
0-13	1270,4±6,0	4,8	1256,9±5,0	5,0	1246,8±4,0	5,0

*статистически достоверное различие данного показателя между группами цесарок (P< 0,05),

**статистически достоверное различие с соответствующим показателем в другие возрастные периоды (P< 0,05) /

*statistically significant difference of this indicator between groups of guinea fowl (P< 0,05),

**statistically significant difference with the corresponding indicator in other age periods (P< 0,05)

Анализ динамики абсолютного прироста живой массы цесарят в различные периоды жизни показал, что абсолютный прирост живой массы был выше у цесарят линии ВБА-1, особенно в возрасте 11-12 недель (P< 0,05). Результаты проведенной бонитировки цесарок показали, что наиболее интенсивный рост

цесарок проходил с 8-ой по 11-ую неделю жизни. Последующий период, пришедшийся на 11-ую и 12-ую неделю жизни, показал, что прибавка по живой массе составила по цесаркам линии ВБА-1 – 130,7 г, а по серо-крапчатым – 115,9 г. Таким образом, на двенадцатой неделе жизни прирост живой массы был ниже

на 57,0 г у птицы линии ВБА-1 и на 47,6 г у серо-крапчатых цесарок ($P < 0,05$). Цесарки линии ВБ-4 занимали по темпам прироста промежуточное значение во все возрастные периоды. К возрасту 10 недель абсолютный прирост составил 926,9 г по цесаркам ВБА-1 и 915,8 г по серо-крапчатой птице. При этом следует отметить, что интенсивный рост

птицы продолжался и следующие две недели жизни, прирост (абсолютный) живой массы с 10 по 12 недели жизни у птицы линии ВБА-1 составил 273,7 г, у серо-крапчатой – 262,7 г. На основании полученных данных, по формуле Броди рассчитали еженедельную относительную скорость роста цесарок опытных групп (табл. 3).

Таблица 3 – Относительная скорость роста цесарок разного генетического происхождения (n = 200), %/ Table 3 – Relative growth rate of guinea fowl (n = 200), %

Возраст, недель / Age, weeks	Цесарки / Guinea fowl					
	линии ВБА-1 / VBA-1 line		линии ВБ-4 / line VB-4		серо-крапчатые / grey-speckled	
	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
8-9	15,7±0,4	25,5	16,2±0,2	24,5	17,0±0,3	23,7
9-10	14,1±0,3	21,1	14,0±0,3	21,6	14,1±0,2	20,4
10-11	13,0±0,3	26,4	13,2±0,2	28,1	13,4±0,2	28,2
11-12	10,2±0,2	15,4	10,0±0,3	16,6	10,2±0,2	17,1
12-13	4,6±0,2	14,7	4,3±0,1	15,6	4,4±0,1	15,3

Как следует из данных таблицы 3, до 10-недельного возраста у цесарок отмечалась наибольшая относительная скорость роста (14,0-17,0 %). Начиная с 11-недельного возраста, этот показатель постепенно снижался. Аналогичный процесс наблюдался вплоть до 13-недельного возраста, особенно резко проявляясь после 12 недели жизни (4,3-13,4 %). Полученные данные согласуются с результатами О. В. Мясниковой, полученными на цесарках загорской белогрудой породы⁹. Учитываемые изменения живой массы цесарок в динамике, особенно ее абсолютных и относительных приростов, показали, что цесарки всех популяций отличаются по скорости роста. В то же время наиболее интенсивный рост до 12-недельного возраста наблюдался у птицы всех групп, независимо от происхождения¹⁰.

Достигнутые живая масса и мясные качества птицы в убойном возрасте характери-

зуют её мясную продуктивность. При этом на экономическую эффективность при производстве цесариного мяса, а значит и их мясную продуктивность сильно влияет количество корма, расходуемого на 1 кг прироста массы, жизнеспособность и скороспелость птицы¹¹ [10]. Различия в биологической способности цесарок разного генетического происхождения быстро набирать живую массу выявились в затратах корма на единицу прироста живой массы (табл. 4).

Из данных, представленных в таблице 4, видно, что при одних условиях содержания и кормления затраты корма на 1 кг прироста живой массы у цесарок линии ВБА-1 были меньше на 3,11-6,33 % (0,09-0,16 кг) по сравнению с птицей линии ВБ-4 и на 5,49-12,82 % (0,20-0,40 кг) по сравнению со своими серо-крапчатыми сверстниками.

Таблица 4 – Затраты корма цесарятами опытных групп, кг (на 1 кг прироста живой массы) / Table 4 – Feed consumption by guinea fowl of experimental groups, kg (per 1 kg of live weight gain)

Группа / Group	Возраст, недель / Age, weeks				
	8	9	10	11	12
ВБА-1 / VBA-1	2,37	2,51	2,89	3,12	3,64
ВБ-4 / WB-4	2,52	2,65	2,98	3,28	3,76
Серо-крапчатые / Grey-speckled	2,60	2,76	3,12	3,52	3,84

⁹Ройтер Я.С., Мясникова О.В. Указ.соч.

¹⁰Там же. С. 140-141.

¹¹Ройтер Я. С., Мясникова О. В. Указ.соч.

Для определения состава прироста живой массы птицы из каждой опытной группы 12-недельных цесарок взяты по шесть самцов и самок со средними показателями в группе по этому признаку. Откормочные и мясные качества цесарок, выращенных на мясо, возможно определить только при после-

убойной оценке тушки. У данных групп птицы, выращенных в условиях КФХ, точное соотношение съедобных и несъедобных частей тушки, выход грудных и ножных мышц, жира было установлено впервые. Результаты анатомической разделки тушек представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты анатомической разделки тушек цесарок в возрасте 12 недель (г/% к живой массе) /
Table 5 – Results of anatomical cutting of guinea fowl carcasses at the age of 12 weeks (g / % of live weight)

Показатель / Indicator	Ед. изм. / Un. Meas	Линия ВБА-1 / Line VBA-1		Линия ВБ-4 / Line WB-4		Серо-крапчатые / Grey-speckled	
		самки / females	самцы / males	самки / females	самцы / males	самки / females	самцы / males
Живая масса / Live weight	г / g	1232*	1254*	1190,4	1209	1100,3	1130
Масса тушки без пера и крови / Carcass weight without feather and blood	г / g	1140,83*	1157,44*	1110,64	1118,33	1018,87	1042,99
	%	92,6	92,3	93,3	92,5	92,6	92,3
Масса полупотрошеной тушки / Weight of semi-eviscerated carcass	г / g	978,21*	1005,71*	949,93	962,36	885,74	914,17
	%	79,4	80,2	79,8	79,6	80,5	80,9
Масса потрошеной тушки / Mass of eviscerated carcass	г / g	885,81*	900,37*	852,33	869,27	783,41	807,65
	%	71,9	71,8	71,6	71,9	71,2	71,5
Выход съедобных частей / Yield of edible parts	г / g	752,75*	754,91*	719,00	732,65	667,88	680,26
	%	61,1	60,2	60,4	60,6	60,7	60,2
Мышцы грудные / Pectoral muscles	г / g	253,79**	272,12*	246,31	252,68	224,46	229,39
	%	20,6	21,7	20,7	20,9	20,4	20,3
Мышцы ножные / Muscles of the foot	г / g	311,70* **	331,06*	305,93	303,46	279,47	283,63
	%	25,3	26,4	25,7	25,1	25,4	25,1
Кости / Bones	г / g	172,48	176,81	169,04	135,41	157,34	161,59
	%	14,0	14,1	14,2	14,5	14,3	14,3
Съедобные потроха / Edible offal	%	9	9	9	9	9	9
Кожа с подкожным жиром / Skin with subcutaneous fat	г / g	37,2	39,2*	38,4	37,9	37,2	37,5
Печень / Liver	г / g	16,2	15,42	16,0	16,1	15,9	15,8
Сердце / Heart	г / g	10,0	9,0	10,1	9,9	10,3	10,1
Мышечный желудок / Muscular stomach	г / g	30,7	31,0	31,2	30,6	30,9	31,3

*статистически достоверное различие с соответствующим показателем других изучаемых групп цесарок ($P < 0,05$),

**статистически достоверное различие данного показателя между самками и самцами ($P < 0,05$) /

*statistically significant difference with the corresponding indicator of other studied groups of guinea fowl ($P < 0,05$),

** statistically significant difference of this indicator between females and males ($P < 0,05$)

Из данных таблицы 5, видно, что, масса потрошеных тушек цесарок зависела от живой массы птицы в группах и составила от нее 71,2-71,9 %. В основной массе потрошеной тушки на грудные и ножные мышцы у птицы линии ВБА-1 приходилось 45,9 % у самок и 48,1 % у самцов, птицы линии ВБ-4 – 46,4 % у самок и 46,0 % у самцов, у цесарок серо-крапчатой популяции: 45,8 и 45,4 % соответственно. Как показали наши наблюдения, у самок линии ВБА-1 было 38,9 % несъедобных частей тушки от всей массы тела.

Аналогичный показатель у самцов составил 39,8 %. Менее существенные половые различия по этому показателю наблюдались у птицы линии ВБ-4 (39,6 и 39,4 %) и серо-крапчатых цесарок (39,3 и 39,8 %) соответственно. Доля костей в общей массе живой птицы в среднем по группам составила 14,0-14,5 %; пера и крови – 7-8 %.

В исследовании показано, что по степени развития внутренних органов и тканей опытные группы птицы достоверно ($P < 0,05$) отличались. Цесарки линии ВБА-1, и особенно

самцы, превосходили своих сверстников практически по всем показателям.

Следовательно, происхождение цесарок, их принадлежность к селекционным линиям оказывает влияние на проявляющиеся в процессе роста птицы анатомические характеристики различных органов и составных частей тушки. Причиной большего выхода съедобных частей и абсолютной массы потрошеной тушки, мышц и костей является повышенная живая масса, фиксируемая у племенных цесарок с известным происхождением. Полученные нами данные подтвердили результаты исследований, проведенных Л. С. Кудряшовым с соавторами на цесарках различных популяций [9]. По выходу съедобных частей цесарки линии ВБА-1 статистически достоверно превосходили серо-крапчатых цесарок. По массе скелетных элементов группа цесарок ВБА-1 была наилучшей, её костяк был легче сравниваемых групп на 0,2-0,4 %. Таким образом, линейные цесарки ВБА-1 и ВБ-4 на фоне одинакового кормления и условий содержания набирали большую живую массу и обладали лучшими мясными качествами. Самый низкий выход продукции был отмечен в группе серо-крапчатых цесарок.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Устойчивый рост массы тела цесарят продолжался весь период наблюдений. Масса тела цесарок линии ВБА-1 несколько превосходила живую массу линии ВБ-4 и достоверно ($P < 0,05$) превышала живую массу серо-крапчатой птицы.

2. Анализ прироста живой массы цесарят показал, что абсолютный прирост живой массы во все возрастные периоды жизни был выше ($P < 0,05$) у линии ВБА-1.

3. До 10-недельного возраста нами была отмечена максимальная относительная скорость роста цесарок. Снижение относи-

тельной скорости роста цесарок было отмечено в 11-13-недельном возрасте. Максимальные величины снижения относительной скорости роста цесарок были наблюдали после 12-ой недели жизни.

4. При одних условиях содержания и кормления затраты корма на 1 кг прироста живой массы у цесарок линии ВБА-1 были меньше на 3,11-6,33 % по сравнению с птицей линии ВБ-4 и на 5,49-12,82 % по сравнению со своими серо-крапчатыми сверстниками. Наибольшие затраты корма на килограмм прироста живой массы отмечены в 12-недельном возрасте выращивания – 3,64-3,84 кг на кг прироста, а наименьшие в восьминедельном – 2,37-2,60 кг на кг прироста.

5. Результаты анатомической разделки тушек цесарок показали, что опытные группы птицы достоверно ($P < 0,05$) различались между собой по степени развития внутренних органов и тканей. Большая живая масса, отмеченная у линейной птицы, на наш взгляд, является причиной лучшей их мясной продуктивности, которая напрямую связана с повышением абсолютной массы потрошеной тушки, ее съедобных частей, мышц и костей.

Таким образом, генетическое происхождение цесарок при соответствующих условиях содержания может опосредовано влиять на анатомические характеристики составных частей тушки и развитие различных органов.

Исходя из оценки интенсивности прироста живой массы цесарок, выходу из их тушки съедобных частей и затрат корма на производство 1 кг продукции, можно рекомендовать собственникам КФХ при разведении цесарок отдавать предпочтение воспроизводству родительского стада и выращиванию молодняка на мясо породным цесаркам линий ВБА-1 и ВБ-4, установив возраст убоя птицы в 10-12 недель жизни.

Список литературы

1. Фисинин В. И. Мировое и Российское птицеводство: Реалии и Вызовы будущего: монография. М.: Изд-во Хлебпродинформ, 2019. 470 с.
2. Ройтер Я. С. Использование генофонда сельскохозяйственной птицы в селекционной работе. Птица и птице-продукты. 2016;(3):45-47.
3. Ройтер Я. С., Шашина Г. В., Дегтярёва Т. Н., Лесик О. П. Особенности селекционной работы с цесарками. Птицеводство. 2016;(3):7-11. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25919765>
4. Zabiyakin V. A., Trubyanov A. B., Zabiyakina T. V. Selection Of Volzhskaya White Breed Of Guinea Fowl By Gender-Related Plumage Pigmentation. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018;9(6):1538-1543. URL: [https://www.ripbcs.com/pdf/2018_9\(6\)/%5B254%5D.pdf](https://www.ripbcs.com/pdf/2018_9(6)/%5B254%5D.pdf)
5. Oke U. K., Ariwodo C. A., Herbert U., Ukarachukwu S. N., Ukwuenu I. A., Akinmutimi A. H., Ezeigbo I. I., Chukwu D. O. Impact of Egg Size on the Fertility, Hatchability and Early Growth Traits of Two Varieties of Guinea Fowl in a Humid Tropical Environment. AnimSci Adv. 2012;(2(3.2)): 299-305.
6. Nwagu B. I. Alawa C. B. I. Guinea fowl production in Nigeria. World's Poultry Science Journal Pages. 2019;(23):261-270.

7. Васильева Н. В., Цой З. В. Влияние добавки из растительного сырья на рост и развитие цесарок. Актуальные вопросы и инновационные технологии в ветеринарной медицине, животноводстве и природоохраняющем комплексе: мат-лы Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 40-летнему юбилею со дня образования ветеринарного факультета. Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. С.47-50.

8. Куликов Е. В., Сотникова Е. Д. Особенности развития осевого и периферического скелета цесарок белой волжской породы в постэмбриональном онтогенезе. Вестник Российской университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2015;(2):74-80. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23566418>

9. Кудряшов Л. С., Кудряшова О. А., Забиякин В. А., Забиякина Т. В. Пищевая и биологическая ценность мяса цесарок, содержащихся в малочисленной группе и условиях фермерского хозяйства. Вестник Мариийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2018;4(1):15-22. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32785700>

10. Ройтер Я. С., Шашина Г. В., Дегтярева Т. Н., Лесик О. П. Разведение цесарок в фермерских и приусадебных хозяйствах. Птица и птицепродукты. 2017;(2):29-31.

References

1. Fisinin V. I. *Mirovoe i Rossiyskoe ptitsevodstvo: Realii i Vyzyvy budushchego: monografiya*. [World and Russian poultry farming: Realities and Challenges of the future: monograph]. Moscow: Izd-vo Khlebprodinform, 2019. 470 p.
2. Royter Ya. S. *Ispol'zovanie genofonda sel'skokhozyaystvennoy ptitsy v selektsionnoy rabote*. [The use of the gene pool of agricultural poultry in breeding work]. *Ptitsa i ptitseprodukty* = Poultry and Poultry Products. 2016;(3):45-47. (In Russ.).
3. Royter Ya. S., Shashina G. V., Degtyareva T. N., Lesik O. P. *Osobennosti selektsionnoy raboty s tsesarkami*. [The specialities of selection of guinea fowl]. *Ptitsevodstvo*. 2016;(3):7-11. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25919765>
4. Zabiyakin V. A., Trubyanov A. B., Zabiyakina T. V. Selection Of Volzhskaya White Breed Of Guinea Fowl By Gender-Related Plumage Pigmentation. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018;9(6):1538-1543. URL: [https://www.rjpbcn.com/pdf/2018_9\(6\)/%5B254%5D.pdf](https://www.rjpbcn.com/pdf/2018_9(6)/%5B254%5D.pdf)
5. Oke U. K., Ariwodo C. A., Herbert U., Ukarukwu S. N., Ukwueni I. A., Akinmutimi A. H., Ezeigbo I. I., Chukwu D. O. Impact of Egg Size on the Fertility, Hatchability and Early Growth Traits of Two Varieties of Guinea Fowl in a Humid Tropical Environment. AnimSci Adv. 2012;(2(3.2)): 299-305.
6. Nwagu B. I. Alawa C. B. I. Guinea fowl production in Nigeria. World's Poultry Science Journal Pages. 2019;(23):261-270.
7. Vasil'eva N. V., Tsot Z. V. *Vliyanie dobavki iz rastitel'nogo syr'ya na rost i razvitiye tsesarok*. [Influence of additives from vegetable raw materials on the growth and development of guinea fowl]. *Aktual'nye voprosy i innovatsionnye tekhnologii v veterinaroy meditsine, zhivotnovodstve i prirodoohranymom kompleksse: mat-ly Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 40-letnemu yubileyu so dnya obrazovaniya veterinarnogo fakul'teta*. [Current issues and innovative technologies in veterinary medicine, animal husbandry and environmental protection complex: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 40th anniversary of the establishment of the Veterinary Faculty]. Ussuriysk: Primorskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya, 2019. pp.47-50.
8. Kulikov E. V., Sotnikova E. D. *Osobennosti razvitiya osevogo i perifericheskogo skeleta tsesarok beloy volzhskoy porody v postembrional'nom ontogeneze*. [Features of development of the axial and peripheral skeleton of guinea fowls of white volga breed after the birth]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo* = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2015;(2):74-80. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23566418>
9. Kudryashov L. S., Kudryashova O. A., Zabiyakin V. A., Zabiyakina T. V. *Pishchevaya i biologicheskaya tsennost' myasa tsesarok, soderzhashchichsyu v malochislennoy gruppe i usloviyah fermerskogo khozyaystva*. [Nutritional and biological value of guinea fowl meat in small-scale farmers]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University Chapter «Agriculture. Economics». 2018;4(1):15-22. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32785700>
10. Royter Ya. S., Shashina G. V., Degtyareva T. N., Lesik O. P. *Razvedenie tsesarok v fermerskikh i priusadebnykh khozyaystvakh*. [Breeding of guinea fowl in farm and household farms]. *Ptitsa i ptitseprodukty* = Poultry and Poultry Products. 2017;(2):29-31. (In Russ.).

Сведения об авторах

Забиякин Владимир Александрович, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией по селекции цесарок, Мариийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Победы, д. 10, п. Рузм, Медведевский район, Республика Марий Эл, Российская Федерация, 425231, e-mail: via@mari-el.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4246-8472>

✉ **Замятин Сергей Анатольевич**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Мариийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Победы, д. 10, п. Рузм, Медведевский район, Республика Марий Эл, Российская Федерация, 425231, e-mail: via@mari-el.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3999-9179>, e-mail: zamyatin.ser@mail.ru

Information about the authors

Vladimir A. Zabiyakin, DSc in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Laboratory for Guinea Fowl Breeding, Mari Agricultural Research Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Pobedy St., 10, Medvedevsky district, Ruem village, Mari El Republic, Russian Federation, 425231, e-mail: via@mari-el.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4246-8472>

✉ **Sergey A. Zamyatin**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Mari Agricultural Research Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Pobedy St., 10, Medvedevsky district, Ruem village, Mari El Republic, Russian Federation, 425231, e-mail: via@mari-el.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3999-9179>, e-mail: zamyatin.ser@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author

Воспроизводительные качества молочных коров при разном уровне удоя

© 2021. С. В. Титова 

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российской Федерации

В статье представлены результаты анализа воспроизводительной способности коров в зависимости от уровня их молочной продуктивности. Исследования проведены в Республике Марий Эл на коровах голштинизированной черно-пестрой породы (n = 3828). Изучено влияние разного уровня удоя на продолжительность сервис- и межжелательного периодов, выход телят на 100 коров, коэффициент воспроизводительной способности. В исследованиях использовали метод сравнения, корреляционный, регрессионный и однофакторный дисперсионный анализы. Установлено, что с возрастом коров повышается удой, но при этом увеличивается длительность сервис- и межжелательного периодов. У коров-первотелок сервис-период составил 128,8 дня (Cv = 75,1 %), межжелательный период – 403,6 дня (Cv = 23,5 %). К третьей лактации, с повышением удоя на 1030 кг (15,4 %) продолжительность сервис-периода увеличилась на 7,2 дня (5,6 %), межжелательного – на 12,3 дня (3,0 %). Доля влияния (η^2x) удоя на продолжительность сервис-периода составила 5,4 %, межжелательного периода – 4,7 %. Коэффициенты корреляции между удоем за 305 дней первой лактации и продолжительностью сервис- и межжелательного периодов составили 0,24 и 0,22 (p<0,05), с удоем за всю лактацию 0,81 (p<0,05). Оптимальными показателями сервис-периода (89,4 дня), межжелательного периода (369,4 дня), воспроизводительной способности (0,94) и выхода телят (1,0) обладали первотелки с низкой молочной продуктивностью – удой менее 5000 кг молока. У животных с удоем 6000-9000 кг молока и более длительность сервис-периода была выше на 12,4-249,6 %, межжелательного периода – на 1,9-32,5 % (p<0,05). Согласно коэффициентам регрессии, в среднем каждое повышение удоя на 1000 кг увеличивало длительность сервис-периода на 25,9 дня, межжелательного периода – на 23,1 дня, что ухудшило показатель выхода телят на 0,24 %, а коэффициент воспроизводительной способности снизился на 16,0 %.

Ключевые слова: черно-пестрая порода, молочная продуктивность, воспроизводительная способность, сервис-период, межжелательный период, корреляция, регрессия

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № 0528-2019-0089).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Титова С. В. Воспроизводительные качества молочных коров при разном уровне удоя. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):589-596. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.589-596>

Поступила: 17.03.2021

Принята к публикации: 09.08.2021

Опубликована онлайн: 26.08.2021

Reproductive qualities of dairy cows at different levels of milk yield

© 2021. Svetlana V. Titova 

**Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky,
Kirov, Russian Federation**

The article presents the results of the analysis of the reproductive ability of cows depending on the level of their milk productivity. The studies were conducted in the Republic of Mari El on cows of the Holstein black-and-white breed (n = 3828). There have been studied the influence of different levels of milk yield on the duration of the service period and period between calvings, the output of calves per 100 cows, the coefficient of reproductive ability. The studies used the comparison method, correlation, regression and one-factor analysis of variance. It has been established that the milk yield increases with the age of cows, but at the same time the duration of the service period and calving interval increases. In first-calf cows, the service period was 128.8 days (Cv = 75.1 %), the calving interval was 403.6 days (Cv = 23.5 %). By the third lactation, with an increase in milk yield by 1030 kg (15.4 %), the duration of the service period increased by 7.2 days (5.6 %), the calving interval - by 12.3 days (3.0 %). The share of the impact (η^2x) of milk yield on the duration of the service period was 5.4 %, the calving interval -4.7 %. The correlation coefficients between milk yield for 305 days of the first lactation and the duration of the service period and calving interval were 0.24 and 0.22 (p<0.05), with milk yield for the entire lactation 0.81 (p<0.05). The optimal indicators of the service period (89.4 days), the calving interval (369.4 days), the reproductive capacity (0.94) and the output of calves (1.0) were possessed by the first heifers with low milk productivity-milk yield less than 5000 kg of milk. In animals with the milk yield of 6000-9000 kg of milk or more, the duration of the service period was 12.4-249.6 % higher, the calving interval -by 1.9-32.5 % (p<0.05). According to the regression coefficients, on average, each increase in milk yield per 1000 kg increased the duration of the service period by 25.9 days, the calving interval -by 23.1 days, which worsened the output of calves by 0.24 %, and the coefficient of reproductive ability decreased by 16.0 %.

Key words: black-and-white breed, milk productivity, reproductive capacity, service period, calving interval, correlation, regression

Acknowledgement: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0528-2019-0089).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citation: Titova S. V. Reproductive qualities of dairy cows at different levels of milk yield. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):589-596. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.589-596>

Received: 17.03.2021

Accepted for publication: 09.08.2021

Published online: 26.08.2021

Только планомерное и стабильное воспроизводство поголовья сельскохозяйственных животных служит решающей предпосылкой для полного обеспечения населения продуктами животного происхождения и, следовательно, является главной задачей животноводства в масштабе страны [1].

Воспроизведение стада крупного рогатого скота является одним из наиболее трудоёмких процессов в молочном скотоводстве. От уровня воспроизведения стада зависит молочная продуктивность коров, эффективность селекционно-племенной работы, продолжительность и интенсивность использования генетически ценных высокопродуктивных животных.

В современных условиях рыночных отношений задачей селекции молочного скота становится выведение экономически выгодных животных. Они должны иметь высокий потенциал продуктивности и воспроизводительной способности, сохраняя свою продуктивность в течение длительного времени. За последние годы в молочном скотоводстве Российской Федерации, наряду с повышением генетического потенциала молочной продуктивности, отмечается тенденция ухудшения воспроизводительной функции коров [2, 3, 4], что приводит к сокращению срока их хозяйственного использования, снижению уровня продуктивности, а, следовательно, и рентабельности производства отрасли в целом [5].

Состояние воспроизводительной функции коров зависит от многих факторов: наследственности, технологии искусственного осеменения, условий эксплуатации, кормления, содержания, физиологического состояния животного [6, 7, 8, 9]. По данным ряда научных исследований, рост уровня молочной продуктивности приводит к снижению оплодотворяемости животных, вследствие этого увеличивается продолжительность сервис-периода, снижается коэффициент воспроизво-

дительной способности и выход молодняка за год [2, 10, 11, 12]. Считают, что причиной антагонизма между продуктивностью и репродуктивной функцией является, прежде всего, «односторонняя селекция, направленная на получение высоких надоев, но не учитывающая факторов, влияющих на здоровье и репродуктивную функцию»¹. Поэтому наряду с повышением экономически важного признака, каким является молочная продуктивность, стоит не менее важная задача улучшения воспроизводительных способностей коров [13].

К показателям, характеризующим состояние воспроизведения и воспроизводительной способности молочных коров, относят выход телят на 100 коров, продолжительность сервис-периода, межотельного периода, индекс плодовитости, коэффициент воспроизводительной способности.

Межотельный период – это биологический цикл коровы от одного отела до другого. При нормальном кормлении и своевременном осеменении межотельный период должен быть равен одному календарному году (365 дней). Увеличение интервала между отелами влечет за собой снижение молочной продуктивности, выхода телят и прибыли. Поэтому важным моментом организации воспроизведения стада является экономически оправданная продолжительность межотельного периода.

Сервис-период – период физиологического цикла коровы, в течение которого она должна эффективно подготовиться к плодотворному осеменению. Продолжительность сервис-периода зависит от полноценности кормления, инволюции матки после отела, состояния яичников, своевременного выявления охоты и т. п. «Как укороченный до 30 дней, так и увеличенный сервис-период более 90 дней отрицательно влияют на продуктивность и воспроизводительные функции животных» [14, С. 174].

¹Марусич А. Г. Скотоводство. Воспроизведение стада: учебно-методическое пособие. Горки: БГСХА, 2017. С. 36.
URL: <http://elib.baa.by/xmlui/bitstream/handle/123456789/750/ecd2633.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Коэффициент воспроизводительной способности характеризует плодовитость маточного поголовья крупного рогатого скота, зависит от продолжительности межотельного периода и при оптимальном уровне плодовитости коров равен единице [15].

По вопросам влияния удоя на воспроизводительную функцию коров и взаимосвязи молочной продуктивности коров с их плодовитостью проведен ряд исследований. Получены разноречивые данные, которые так и не привели исследователей к единому мнению [11, 16].

Цель исследований – изучить воспроизводительные качества голштинизированных черно-пестрых коров при разном уровне удоя и выявить взаимосвязь между ними.

Материал и методы. Объектом исследований были коровы черно-пестрой голштинизированной породы стада ЗАО ПЗ «Семеновский» Республики Марий Эл. Материалом для исследований послужили данные зоотехнического учета (карточки формы 2-мол) и информационной базы данных хозяйства, созданной с помощью программы «СЕЛЭКС». В обработку вошли данные по молочной продуктивности и воспроизводительной способности 3828 коров.

Молочная продуктивность оценивалась по удою за 305 дней лактации и за полную (законченную) лактацию с учетом (лактационных) дойных дней. Воспроизводительную способность исследовали по продолжительности сервис- и межотельного периодов, коэффициенту воспроизводительной способности, выходу телят на 100 коров. Чтобы установить влияние молочной продуктивности на признаки воспроизводительной функции коров, подконтрольные животные были распределены на 6 групп в зависимости от уровня удоя за 305 дней первой лактации с классовым интервалом в 1000 кг: 5000 кг и менее; 5001-6000 кг; 6001-7000 кг; 7001-8000 кг; 8001-9000 кг; 9001 кг и более.

Исследования проведены методом сравнения групп животных по воспроизводительным способностям при разных уровнях продуктивности. В целях поиска и получения объективных результатов, отражающих взаимосвязь удоя с репродуктивными признаками, отвечающими задачам селекции молочного скота, использовался корреляционный и регрес-

сионный анализ. Доля влияния фактора на изучаемые признаки определялась однократным дисперсионным анализом. Достоверность разницы между средними значениями признаков определяли по t_d -критерию Стьюдента. Статистическая обработка и биометрический анализ полученных данных проводились по общепринятым методам вариационной статистики^{2,3} с применением программного пакета анализа MS Excel-2007.

Результаты и их обсуждение. Воспроизводительная способность – важная составляющая технологии молочного скотоводства. Ежегодные отелы способствуют рентабельному производству молока, а регулярное получение телят в достаточном количестве дает возможность проводить селекционно-племенную работу на высоком уровне и служит основой расширенного воспроизводства стада, а, следовательно, и экономической эффективности отрасли.

В таблице 1 представлена характеристика коров по уровню удоя и признакам воспроизводительной способности коров в отдельные лактации. Анализ данных таблицы показал, что с возрастом у коров повышается удой, при этом растет длительность сервис- и межотельного периодов. Самый короткий сервис-период был у коров-первотелок – 128,8 дня. При увеличении удоя за 305 дней третьей лактации на 1030 кг (15,4 %) продолжительность сервис-периода возросла на 7,2 дня (5,6 %). Межотельный период наиболее близкий к оптимальному значению был между 1 и 2 отелом (403,6 дня), а с увеличением удоя повысился на 12,3 дня (3,0 %). В пятую лактацию при незначительном снижении удоя сервис-период и период между отелами остались на уровне третьей лактации.

Коэффициент вариации сервис-периода по первой лактации составил 75,1 %, тогда как по межотельному периоду – 23,5 %. На протяжении лактационного периода с возрастом коров изменчивость признаков воспроизводительной способности коров снижалась. В третью лактацию вариабельность сервис-периода снизилась на 4,1 %, в пятую лактацию – на 8,4 %, межотельного периода – на 1,0 %. Влияние (η^2_x) удоя на изменчивость продолжительности сервис-периода и межотельного периода было на уровне 5,4 и 4,7 % ($p<0,05$).

²Меркурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1970. 423 с.

³Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 255 с.

Таблица 1 – Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров черно-пестрой породы /
Table 1 – Milk productivity and reproductive qualities of black-and-white cows

Показатель / Indicators	Лактация / Lactation									
	I		II		III		IV		V	
	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %	X±Sx	Cv, %
Число голов / Number of heads	3828	-	2467	-	1512	-	888	-	488	-
Удой за 305 дней, кг / Milk yield for 305 days, kg	6682± 15,6	14,4	7394± 25,2	17,0	7712± 33,4	16,9	7532± 44,4	17,6	7365± 60,2	18,0
Число дойных дней / Number of milking days	335,3± 1,9	34,3	331,9± 2,3	34,2	329,5± 3,3	39,0	326,4± 4,5	41,9	311,5± 5,9	44,9
Удой за законченную лактацию, кг / Milk yield for completed lactation, kg	7404± 36,3	29,6	8022± 48,3	29,2	8313± 66,2	30,1	8158± 87,3	31,5	7809± 110,3	31,4
Сервис-период, дни / Service period, days	128,8± 1,5	75,1	127,9± 1,8	72,8	136,0± 2,5	72,0	140,7± 3,4	71,9	136,3± 4,1	66,7
Межотельный период, дни / Calving interval, days	403,6± 1,6	23,5	405,7± 2,0	23,2	415,9± 2,9	23,5	418,1± 3,5	22,8	413,4± 4,7	22,5

Между удоем за 305 дней лактации и продолжительностью сервис- и межотельного периодов установлено наличие положительной статистически достоверной корреляционной связи ($r = 0,24$ и $0,22$, $p<0,05$) (табл. 2). Более тесную корреляцию между

этими признаками наблюдали за полную лактацию ($0,81$, $p<0,05$). С возрастом коров с каждой последующей лактацией эта взаимосвязь снижалась. Вероятно, сказывается давление отбора коров по признакам молочной продуктивности.

Таблица 2 – Взаимосвязь между признаками плодовитости и удоем коров черно-пестрой породы/
Table 2 – Relationship between fertility traits and milk yield of black-and-white cows

Коррелируемые признаки / Correlated traits	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient				
	I лактация / I lactation	II лактация / II lactation	III лактация / III lactation	IV лактация / IV lactation	V лактация / V lactation
Сервис-период / Service period					
Удой за 305 дней лактации / Milk yield for 305 days of lactation	0,24	0,26	0,18	0,22	0,20
Удой за полную лактацию / Milk yield for full lactation	0,81	0,75	0,69	0,68	0,65
Межотельный период / Calving interval					
Удой за 305 дней лактации / Milk yield for 305 days of lactation	0,22	0,23	0,14	0,17	0,15
Удой за полную лактацию / Milk yield for full lactation	0,81	0,74	0,69	0,65	0,65

Данные, представленные в таблице 3, характеризуют изменения признаков воспроизводительной способности первотелок в зависимости от уровня удоя за 305 дней первой лактации.

Оптимальной продолжительностью сервис-периода (89,4 дня) характеризовались первотелки первой группы с продуктивностью

ниже 5000 кг молока. По мере увеличения удоя продолжительность сервис-периода у коров 2-5 групп, по отношению к первой, увеличивалась на 11,1-84,8 дней (12,4-94,9 %). У высокопродуктивных первотелок с удоем более 9000 кг молока сервис-период был наиболее длительным и составил 223,1 дня (+133,7 дня, или 249,6 % ($p<0,01$)).

Таблица 3 – Воспроизводительные качества голштинизированных коров черно-пестрой породы в зависимости от уровня удоя ($X \pm Sx$) /
Table 3 – Reproductive qualities of Holstein cows of black-and-white breed depending on the level of milk yield ($X \pm Sx$)

Группа / Group	Градация по удою / Graduation by milk yield	n	I лактация / I lactation					
			удой за 305 дней первой лактации, кг / milk yield for 305 days of the first lactation, kg	сервис-период, дни / service period, days	удой за всю лактацию, кг / milk yield for the entire lactation, kg	межотельный период, дни / calving interval, days	выход телят / calf output	коэффициент воспроизводительной способности / coefficient of reproducibility
1	< 5000	64	4616±45	89,4±9,5	4770±75	369,4±10,7	1,00±0,01	0,94±0,01
2	5001-6000	886	5537±10	100,5±2,9	5944±34	376,6±2,7	0,98±0,01	0,94±0,00
3	6001-7000	1477	6500±7	126,9±2,5	7363±43	404,3±2,7	0,92±0,00	0,92±0,01
4	7001-8000	1064	7437±9	143,3±3,1	85,89±57	417,2±3,3	0,89±0,00	0,91±0,00
5	8001-9000	298	8380±15	174,2±7,0	10140±137	441,6±6,93	0,84±7,00	0,86±0,01
6	> 9001	39	9412±49	223,1±19,7	12462±457	489,4±21,4	0,76±0,03	0,79±0,03
Среднее / Average		3828	6682±16	128,8±1,6	7539±35	403,6±1,6	0,90±0,00	0,92±0,00

Аналогичная тенденция прослеживалась и по межотельному периоду. Период между отелами в пределах биологического цикла (369,4 дня) наблюдали у низкопродуктивных первотелок с удоем ниже 5000 кг молока. У коров с удоем более 7000 кг молока продолжительность межотельного периода была более 400 дней, что превышало экономически оправданную продолжительность межотельного цикла (365 дней) на 34,9-120,0 дней (9,4-32,5 % при $p < 0,05$).

Согласно коэффициентам регрессии, в среднем каждое повышение удоя на 1000 кг увеличивает длительность сервис-периода на 25,9 дня, межотельного периода – на 23,1 дня, это ухудшает такой важный показатель, как «выход телят».

Наиболее высокий коэффициент воспроизводительной способности отмечен у первотелок с удоем до 6000 кг – 0,94. При увеличении удоя кров до 8000 кг молока коэффициент воспроизводительной способности достоверно снижался на 2,1-3,2 % ($p \leq 0,05$), до 9000 кг – на 8,5 % ($p < 0,05$). У первотелок с удоем более 9000 кг коэффициент воспроизводительной способности был самый низкий – 0,79, что меньше по сравнению с низкопродуктивными животными (первая группа) на 16,0 % ($p < 0,05$). От высокопродуктивных коров было получено меньше всего телят – 76 голов в расчете на 100 коров.

Считается, что период от отела коровы до последующего ее оплодотворения (сервис-период), по сравнению с интервалом между

отелами (межотельный период), более точно выявляет физиологические возможности воспроизводительной способности коров, так как «от сервис-периода зависит длительность лактации, продолжительность сухостойного и межотельного периодов, регулярность отелов и выход телят на 100 коров, а в итоге уровень молочной продуктивности и эффективность их использования»⁴. В этой связи было изучено влияние продолжительности сервис-периода на показатели молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров (табл. 4).

Распределение коров-первотелок по продолжительности сервис-периода показало, что биологически оправданный и экономически выгодный сервис-период длительностью 31-90 дней имели 30,2 % исследуемого поголовья. Продуктивность этих животных за 305 дней лактации составила 6682-7107 кг молока. У 23 коров (0,6 %) длительность сервис-периода не превышала 30 дней. При укороченном сервис-периоде (25,4 дня) было наименьшее число дойных дней (-24,0...-57,9 дней), что негативно отразилось на количестве произведенного молока (-753...-1178 кг (-11,3...-16,6 %), $p < 0,05$). У коров всех этих групп, при относительно низких показателях молочной продуктивности, по сравнению со средним значением по выборке, показатели воспроизводства были высокими – коэффициент воспроизводительной способности от 1,01 до 1,21 (+0,09...+0,29), выход телят – от 0,99 до 1,18 (+0,1...+0,29).

⁴Марусич А. Г. Указ. соч.

Таблица 4 – Показатели продуктивности в зависимости от продолжительности сервис-периода ($X \pm Sx$) /
Table 4 – Productivity indicators depending on the length of the service period ($X \pm Sx$)

<i>Группа / Group</i>	<i>Градация по сервис-периоду / Graduation by service period</i>	<i>n</i>	<i>Сервис-период, дни / Service period, days</i>	<i>Удой за 305 дней лактации, кг / Milk yield for 305 days of lactation, kg</i>	<i>Дойные дни / Milking days</i>	<i>Удой за всю лактацию / Milk yield for the entire lactation</i>	<i>Межотельный период, дни / Calving interval, days</i>	<i>Коэффициент воспроизводительной способности / Coefficient of reproducibility</i>	<i>Выход телят / Calf output</i>
1	< 30	23	25,4±1,00	5929±135	242,0±1,6	5871±136	302,7±3,6	1,21	1,18
2	31-60	388	49,7±0,40	6682±41	266,0±0,8	6542±48	328,1±0,8	1,11	1,09
3	61-70	221	64,9±0,19	6898±52	277,9±2,4	6805±62	344,9±0,7	1,06	1,04
4	71-80	266	75,6±0,18	7031±47	288,6±2,3	7052±61	354,4±0,8	1,03	1,01
5	81-90	236	85,0±0,219	7107±51	299,9±2,4	7233±62	363,2±1,1	1,01	0,99
6	91-100	280	95,2±0,18	7151±47	306,1±2,1	7346±58	372,6±0,9	0,98	0,96
7	101-110	286	105,3±0,17	7161±49	310,0±2,2	7453±63	383,7±1,0	0,95	0,94
8	111-120	231	115,7±0,2	7223±57	324,0±2,5	7647±69	393,3±1,4	0,93	0,91
9	121-150	589	134,5±0,4	7309±33	339,3±1,8	8058±48	411,1±1,0	0,89	0,87
10	151-180	438	164,7±0,4	7422±41	369,2±2,4	8583±66	441,8±1,8	0,83	0,81
11	181-210	253	194,0±0,5	7445±50	390,8±3,9	9100±92	470,4±3,1	0,78	0,76
12	>211	470	299,0±4,4	7574±39	480,9±5,7	10842±119	570,9±5,5	0,66	0,64
Среднее / Общее / Average/Total		3681	135,5±1,4	7198±14	341,0±31,9	8033±32	410,3±1,4	0,92	0,89

Более чем у половины анализируемых коров (69,2 %) продолжительность сервис-периода превышала 91 день. Из них 47,5 % составляли животные с сервис-периодом более 121 дня. Коровы с увеличенным сервис-периодом в среднем показали более высокую молочную продуктивность – 7438 кг молока за 305 дней лактации и 9146 кг молока за полную лактацию (+240 кг и +1113 кг молока к среднему значению по выборке), но низкие показатели по воспроизводительным качествам. У них снизился коэффициент воспроизводительной способности на 13 % и выход телят на 0,12 %.

Таким образом, при увеличении длительности сервис-периода на каждые 10 дней повышается удой за 305 дней лактации на 4,6 кг ($p>0,05$), удой за полную лактацию – на 17,7 кг ($p<0,05$), увеличивается длительность лактационного периода на 0,87 дня ($p>0,05$), межотельного периода – на 18,5 дня ($p<0,001$). В связи с этим снижается коэффициент воспроизводительной способности на 0,04 ($p\leq0,05$) и сокращается выход телят на 0,04 ($p\leq0,05$).

Заключение. Результаты исследований свидетельствуют о возрастных изменениях молочной продуктивности и воспроизведи-

тельной способности коров. С возрастом у коров повышается удой, но при этом увеличивается длительность сервис-периода и межотельного периода (удой за 305 дней лактации х сервис-период $r = 0,24$, удой за 305 дней лактации х межотельный период $r = 0,22$; удой за всю лактацию х сервис-период и межотельный период $r = 0,81$ ($p<0,05$)).

Повышению продуктивности сопутствует ухудшение воспроизводительных способностей коров. Оптимальными параметрами продолжительности сервис- и межотельного периодов отличались первотелки с низкой молочной продуктивностью (удой менее 5000 кг молока), при которых животные характеризовались максимальными показателями выхода телят и коэффициента воспроизводительной способности. У коров с удоем 9000 кг молока и более наблюдалось значительное увеличение длительности сервис-периода (+133,7 дня (249,6 %)) и межотельного периода (+120 дней (32,5%)). При этом показатель коэффициента воспроизводительной способности снизился на 16,0 %, а выход молодняка – на 0,24 %. Влияние (η^2_x) фактора на продолжительность сервис-периода составило 5,4 %, межотель-

ного периода – 4,7 %, коэффициент воспроизводительной способности – 2,6 %, выход телят – 7,4 % ($p<0,05$; $p<0,001$).

Удлиненный сервис-период положительно влияет на уровень молочной продук-

тивности лактирующих коров, но отрицательно отражается на воспроизводстве стада – увеличивается длительность межотельного периода, сокращается выход телят на 100 коров.

Список литературы

1. Организация воспроизведения стада сельскохозяйственных животных. Под ред. Л. Х. Левентуля. М.: Агропромиздат, 1986. 288 с.
2. Васильева О. К. Взаимосвязь упитанности, молочной продуктивности и воспроизводительных качеств коров-первотелок. Генетика и разведение животных. 2019;(2):71-76.
Режим доступа: <https://www.vniigenjournal.ru/jour/article/view/241>
3. Аминова А. Л., Юмагузин И. Ф., Фенченко Н. Г., Хайруллина Н. И., Шамсутдинов Д. Х. Репродуктивный статус коров в зависимости от продуктивности и количества лактаций. Молочное и мясное скотоводство. 2019;(6):29-31. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41421072>
4. Фирсова Э. В., Карташова А. П., Митюков А. С. Взаимосвязь воспроизводительных способностей и молочной продуктивности коров. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017;(48):53-58 Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30383539>
5. Дунин И. М., Тяпугин С. Е., Калашникова Л. А., Мещеров Р. К., Князева Т. А., Ходыков В. П., Аджибеков В. К., Калашников А. Е., Мещеров Ш. Р. Генофонд пород молочного скота в России: состояние, перспективы сохранения и использования. Зоотехния. 2019;(5):1. DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.18.21.001>
6. Мещеров Р. К., Ходыков В. П., Мещеров Ш. Р., Никулкин Н. С. Продуктивность и воспроизводительные качества коров холмогорской породы крупного рогатого скота. Зоотехния. 2019;(5):6.
DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.11.99.006>
7. Агалакова Т. В., Тяпугин Е. А. Методы интенсификации воспроизведения крупного рогатого скота. Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. 216 с.
8. Березкина Г. Ю., Воробьева С. Л., Кислякова Е. М., Корепанова А. А. Взаимосвязь продуктивных показателей коров черно-пестрой породы с воспроизводительными качествами. Молочное и мясное скотоводство. 2019;(7):39-42. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41852287>
9. Танана Л. А., Пешко В. В. Характеристика воспроизводительных качеств коров различных генотипов при разном уровне кормления. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2011;(14-2):9-15.
10. Ревина Г. Б., Астащенкова Л. И. Повышение продуктивного долголетия коров голштинской породы. Международный научно-исследовательский журнал. 2018;(8(74)):84-87.
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.74.8.017>
11. Сакса Е. И., Барсукова О. Е. Влияние уровня продуктивности на плодовитость коров. Зоотехния. 2007;(2):23-26. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11743769>
12. Громова Т. В., Косарев А. П., Конорев П. В., Цой Т. А. Воспроизводительная способность и ее влияние на эффективность использования коров Приобского типа черно-пестрой породы. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016;(7(141)):108-114. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26341481>
13. Голикова А. П., Федосеева Н. А. Воспроизводительная функция коров и ее экономическое значение. Вестник Российской государственной аграрной заочного университета. 2006;(1(6)):114-116.
14. Агалакова Т. В., Нетеча В. И. Влияние продолжительности сервис-периода у молочных коров на их продуктивность и воспроизводительные функции в условиях промышленных ферм. Проблемы и пути развития сельскохозяйственной науки севера XXI века: сб. науч. трудов. Сыктывкар, 2011. С. 174-177. Режим доступа: <http://zoovet.info/vet-knigi/107-zivotnovodstvo/selkhoz-nauka-severa/6642-vliyanie-prodolzhitelnosti-servis-perioda-u-molochnykh-korov-na-ikh-produktivnost-i-vospriyvodenitelye-funktsii-v-usloviyah-promyshlennykh-ferm>
15. Титова С. В., Забиякин В. А. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров черно-пестрой породы разной линейной принадлежности. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(4):434-442.
DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.434-442>
16. Сударев Н. Удои и сервис-период взаимосвязаны. Животноводство России. 2008;(3):49-51.
Режим доступа: <http://ibsagro.ru/index.php/stati/ptitsevodstvo-3/70-udoi-i-servis-period-vzaimosvyazany>

References

1. Organizatsiya vosproizvodstva stada sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. [Organization of reproduction of a herd of farm animals]. Pod red. L. Kh. Leventulya. Moscow.: Agropromizdat, 1986. 288 p.
2. Vasil'eva O. K. Vzaimosvyaz' upitannosti, molochnoy produktivnosti i vosproizvoditel'nykh kachestv korov-pervotelok. [Relationships body condition score, milk yield and reproductive performance of first-calving cows.]. Genetika i razvedenie zhivotnykh = Genetics and breeding of animals. 2019;(2):71-76. (In Russ.). URL: <https://www.vniigenjournal.ru/jour/article/view/241>
3. Aminova A. L., Yumaguzin I. F., Fenchenco N. G., Khayrullina N. I., Shamsutdinov D. Kh. Reproduktivnyy status korov v zavisimosti ot produktivnosti i kolichestva laktatsiy. [Dependence of cow reproduction status on the productivity and the quantity of lactation periods]. Molochnoe i myasnoe skотоводство = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2019;(6):29-31. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41421072>

4. Firsova E. V., Kartashova A. P., Mityukov A. S. *Vzaimosvyaz' vosproizvoditel'nykh sposobnostey i molochnoy produktivnosti korov*. [The relationship of reproductive abilities and dairy productivity of cows]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2017;(48):53-58 (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30383539>
5. Dunin I. M., Tyapugin S. E., Kalashnikova L. A., Meshcherov R. K., Knyazeva T. A., Khodykov V. P., Adzhibekov V. K., Kalashnikov A. E., Meshcherov Sh. R. *Genofond porod molochnogo skota v Rossii: sostoyanie, perspektivy sokhraneniya i ispol'zovaniya*. [Genefund of dairy cattle breeds of domestic selection: preservation and use perspectives]. *Zootehnika*. 2019;(5):1. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.18.21.001>
6. Meshcherov R. K., Khodykov V. P., Meshcherov Sh. R., Nikulin N. S. *Produktivnost' i vosproizvoditel'nye kachestva korov kholmogorskoy porody krupnogo rogatogo skota*. [Reproductive ability and duration of use of the kholmogor cattle]. *Zootehnika*. 2019;(5):6. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2019.11.99.006>
7. Agalakova T. V., Tyapugin E. A. *Metody intensifikatsii vosproizvodstva krupnogo rogatogo skota*. [Methods of intensification of reproduction of cattle]. Vologda-Molochnoe: ITs VGMKhA, 2013. 216 p.
8. Berezhkina G. Yu., Vorob'eva S. L., Kislyakova E. M., Korepanova A. A. *Vzaimosvyaz' produktivnykh pokazateley korov cherno-pestrykh porod s vosproizvoditel'nyimi kachestvami*. [The relationship of productive indicators of black-mottled cows with reproductive qualities]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2019;(7):39-42. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41852287>
9. Tanana L. A., Peshko V. V. *Kharakteristika vosproizvoditel'nykh kachestv korov razlichnykh genotipov pri raznom urovne kormleniya*. [Characteristics of reproductive qualities of cows of different genotypes at different feeding levels]. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*. 2011;14(2):9-15. (In Belarus).
10. Revina G. B., Astashenkova L. I. *Povyshenie produktivnogo dolgoletiya korov gol'shtinskoy porody*. [Increasing productive longevity of holstein cows]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2018;(8(74)):84-87. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.74.8.017>
11. Saksa E. I., Barsukova O. E. *Vliyanie urovnya produktivnosti na plodovitost' korov*. [Effect of milk productivity on fertility of cows]. *Zootehnika*. 2007;(2):23-26. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11743769>
12. Gromova T. V., Kosarev A. P., Konorev P. V., Tsay T. A. *Vosproizvoditel'naya sposobnost' i ee vliyanie na effektivnost' ispol'zovaniya korov Priobskogo tipa cherno-pestrykh porod*. [Reproductive ability and its influence on the use efficiency of black-pied cows of the Priobskiy type]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2016;(7(141)):108-114. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26341481>
13. Golikova A. P., Fedoseeva N. A. *Vosproizvoditel'naya funktsiya korov i ee ekonomicheskoe znachenie*. [The reproductive function of cows and its economic significance]. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta* = Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2006;(1(6)):114-116. (In Russ.).
14. Agalakova T. V., Netecha V. I. *Vliyanie prodolzhitel'nosti servis-perioda u molochnykh korov na ikh produktivnost' i vosproizvoditel'nye funktsii v usloviyah promyshlennyykh ferm*. [The influence of the duration of the service period in dairy cows on their productivity and reproductive functions in industrial farms]. Problemy i puti razvitiya sel'skokhozyaystvennoy nauki severa XXI veka: sb. nauch. trudov. [Problems and ways of development of agricultural science of the north of the XXI century: collection of scientific works]. Syktyvkar, 2011. pp. 174-177. URL: <http://zoovet.info/vet-knigi/107-zivotnovodstvo/selkhoz-nauka-severa/6642-vliyanie-prodolzhitelnosti-servis-perioda-u-molochnykh-korov-na-ikh-produktivnost-i-vosproizvoditelnye-funktsii-v-usloviyah-promyshlennyykh-ferm>
15. Titova S. V., Zabiyakin V. A. *Molochnaya produktivnost' i vosproizvoditel'nye kachestva korov cherno-pestrykh porod raznoy lineynoy prinadlezhnosti*. [Milk productivity and reproductive abilities of black-and-white cows of different lines]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* =Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(4):434-442. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.434-442>
16. Sudarev N. *Udoj i servis-period vzaimosvyazany*. [Milk yields and service period are interconnected]. *Zhivotnovodstvo Rossii* = Animal Husbandry of Russia. 2008;(3):49-51. URL: <http://ibsagro.ru/index.php/stat/pitsevostvo-3/70-udoj-i-servis-period-vzaimosvyazany>

Сведения об авторе

Титова Светлана Викторовна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Победы, д. 10, п. Руэм, Медведевский район, Республика Марий Эл, Российская Федерация, 425231, e-mail: via@mari-el.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8651-9545>

Information about the authors

Svetlana V. Titova, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Mari Agricultural Research Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Pobedy St., 10, Medvedevsky district, Ruem, Mari El Republic, Russian Federation, 425231, e-mail: via@mari-el.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8651-9545>

✉ – Для контактов / Corresponding author

ЗВЕРОВОДСТВО. ОХОТОВЕДЕНИЕ/
FUR FARMING AND HUNTING

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.597-607>

УДК 639.1.053:639.12: 639.112.2



Видовая структура добычи мелкой дичи в Кировской области в начале XXI века

© 2021. Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников, А. В. Козлова , М. С. Шевнина, А. В. Экономов

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова», г. Киров, Российская Федерация

Проведена оценка видового состава и размеров добычи мелкой дичи для весенне-зимнего сезона охоты на территории Кировской области с помощью анкетного опроса, основанного на анализе добычи 3220 особей. К мелкой дичи отнесены такие виды (группы видов), как кряква, широконоска, шилохвость, чирок-свистунок, чирок-трескунок, свиязь, нырковые утки, гуси (белолобый и гуменник), глухарь, тетерев, рябчик, вальдшнеп, дупель, бекас, коростель, вяхирь, горлицы, зайцы (беляк и русак). Произведен расчет усредненного показателя добычи по видам и группам видов в расчете на 1 охотника, выезжавшего на охоту по весеннему и осенне-зимнему сезонам. Размер добычи дичи в период весенней охоты составил 135,8 тыс. особей, в осенне-зимний сезон охоты – 470 тыс. особей. Суммирование полученных результатов позволило оценить объем общей (годовой) добычи мелкой дичи в количестве почти 606 тыс. особей. Основными видами являются кряква, рябчик, заяц-беляк, вальдшнеп, тетерев, свиязь, чирок-трескунок, широконоска, глухарь, белолобый гусь, гуменник, чирок-свистунок. Их суммарная доля составляет 94,88 % годового размера добычи мелкой дичи. Первые пять видов можно оценить как самые массовые в добыче (или популярные), доля каждого из них свыше 10 % общей добычи, а суммарно они составляют 70,4 %.

Ключевые слова: сезон охоты, водоплавающая дичь, боровая дичь, болотно-луговая дичь, зайцы

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова» (тема № 0766-2019-0001).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Зарубин Б. Е., Колесников В. В., Козлова А. В., Шевнина М. С., Экономов А. В. Видовая структура добычи мелкой дичи в Кировской области в начале XXI века. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):597-607. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.597-607>

Поступила: 24.02.2021 Принята к публикации: 28.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Species structure of small game hunting in the Kirov region at the beginning of the XXI century

© 2021. Boris E. Zarubin, Vyacheslav V. Kolesnikov, Anna V. Kozlova , Maria S. Shevnina, Alexander V. Economov

Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russian Federation

An assessment of the species structure and size of small game prey for the spring and autumn-winter hunting seasons on the territory of the Kirov region was made, using a questionnaire survey based on the analysis of the prey of 3220 individuals. Small game includes such species (groups of species) as mallard, Northern shoveler, pintail, teal-whistle, teal cracker (Garganey), Eurasian wigeon, diving ducks, white-fronted goose, bean goose, wood grouse, black grouse, hazel grouse, woodcock, double snipe, snipe, corncrake, wood pigeon, turtle doves, white hare, European hare. The average index of production by species and groups of species per 1 hunter, who went hunting in the spring and autumn-winter seasons, has been calculated. The size of game catch during the spring hunting was 135.8 thousand individuals, in the autumn-winter hunting season - 470 thousand individuals. The summation of the results obtained made it possible to estimate the volume of the total (annual) catch of small game in the amount of almost 606 thousand individuals. The main species are the mallard, hazel grouse, white hare, woodcock, black grouse, Eurasian wigeon, teal cracker (Garganey), Northern shoveler, wood grouse, white-fronted goose, bean goose, teal-whistle, their total share is 94.88% of the annual production of small game. The first five species can be assessed as the most massive in production (or popular), the share of each of them is over 10% of the total production, and in total they amount to 70.4%.

Key words: hunting season, waterfowl, upland game, bog meadow game, hares

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of the Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming (theme No. 0766-2019-0001).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Zarubin B. E., Kolesnikov V. V., Kozlova A. V., Shevnina M. S., Economov A. V. Species structure of small game hunting in the Kirov region at the beginning of the XXI century. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East.* 2021;22(4):597-607. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.597-607>

Received: 24.02.2021

Accepted for publication: 28.07.2021

Published online: 26.08.2021

Необходимость рассмотрения вопроса о видовой структуре мелкой дичи, добываемой в Кировской области, возникла в процессе проведения плановых работ по определению объемов производства (добычи) мясной продукции при добывче мелкой дичи (пернатой и зайцев).

В России перечень животных, отнесенных к охотниччьим видам, достаточно широк [1, 2, 3], но именно мелкая дичь наиболее многочисленна по количеству добываемых особей, по числу охотников, производящих охоту на эти виды и по продолжительности ее добывания в течение года. Общее количество особей этих видов, добываемых в нашей области в течение года, мы оцениваем, примерно, 600,0 тыс. особей; количество охотников, добывающих эту дичь, примерно, 41318 человек; продолжительность охоты составляет 7 месяцев из 12. При этом известно, что товарно-биологические показатели дичи, весьма различны как по видам, так и по времени добывания объектов. Сезонные различия товарных параметров разных особей одного вида могут различаться значительно.

Оценка годового производства мясной охотничьей продукции на больших территориях неизбежно требует использования расчетных средних показателей, которые и будут различаться по сезонам как в весовых, так и количественных параметрах.

Цель исследований – определение количественно-видового состава мелкой дичи в ежегодной добывче охотников Кировской области.

Материал и методы. Исследования проводили в периоды с 2009 по 2011 год и с 2015 по 2020 год на территории 25 административных образований (районов) и 23 организаций охотпользователей Кировской области. На период проведения работ площадь территории области составляла 12 037 437 га, а площадь охотничьих угодий – 11 611 848 га. Общая численность населения области составила 1310 (± 14) тысяч человек¹.

¹Российский статистический ежегодник. [Электронный ресурс].

URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 22.12.2020).

²Кравченко А. И. Методология и методы социологических исследований. М.: Юрайт, 2018. 828 с.

³Расчет размера выборки. [Электронный ресурс]. URL: <https://socioline.ru/rv.php> (дата обращения: 03.02.2021).

Для выявления количества добываемой дичи по видам, сезонам и за год проведен анкетный и устный доверительный опрос² [4, 5, 6, 7].

Численность охотников в области взята на период 2016-2017 гг. Она составила 41 тыс. человек, из них с госохотбилетами, по данным Министерства лесного хозяйства Кировской области – 38 тыс. человек (92,6 %) и без охотничьих билетов, по результатам опроса специалистов районного звена – представителей районных охотколлективов, первичных коллективов, охотинспекторов, охотпользователей – 3 тыс. человек (7,4 %). Стоит отметить, что получение любой информации от охотников без билетов весьма затруднительно [8]. Поэтому в наших расчетах для них мы взяли те же показатели, что и для охотников с билетами.

В связи с возникающими сложностями определения видов у водоплавающих птиц, в частности уток, и в целях снижения ошибки при расчете доли разных видов водоплавающих птиц в расчет принимались только сведения от корреспондентов, чья квалификация и честность не вызывают сомнения. Поэтому уточненная структура добычи водоплавающей дичи рассчитана по выборке, полученной от этого контингента респондентов.

Учитывая сезонную специфику сбора информации и расчета основных параметров, оценку интересующих показателей проводили в отдельности по каждому сезону (весеннему и осенне-зимнему), а по сумме двух сезонов определили годовые показатели [9]. Видовая структура добычи мелкой дичи рассматривалась по двум сезонам охоты (весеннему и летне-осенне-зимнему (далее осенне-зимний).

При оценке значимости социологического исследования мы воспользовались интернет-ресурсом³, на основе которого был произведен расчет размера выборки, необходимого для получения значимых результатов, при этом доверительная вероятность была установлена на уровне 95%, доверительный интервал – $\pm 5\%$, генеральная совокупность – 29 тыс. охотников.

Результаты и их обсуждение. Анкетным опросом в весенний охотничий сезон было охвачено 20 административных районов области (50,0 % из 40 субъектов административно-территориального деления) (табл. 1),

52,8 % территории области, 52,9 % охотничьих угодий. На данной территории проживало 29 тыс. охотников (70,2 % от всех охотников области), из них 27 тыс. зарегистрированных и, примерно, 2 тыс. незарегистрированных.

Таблица 1 – Перечень районов Кировской области, из которых поступила информация о добывче мелкой дичи в весенний (В) и осенне-зимний (ОЗ) сезоны /

Table 1 – The list of districts of the Kirov region, from which the information on the production of small game in spring (S) and autumn-winter (AW) seasons has been received

<i>Район / District</i>	<i>Получены ответы в сезон / Responses received in the season</i>	<i>Площадь, га / Area, ha</i>	<i>Площадь охотугодий, га / The area of hunting grounds, ha</i>	<i>Количество охотников, чел. / Number of hunters, person</i>
Арбажский / Arbazhsky	OZ / AW	140995	137208	354
Афанасьевский / Afanasyevsky	B / S	515603	509830	677
Белохолуницкий / Belokholunitsky	B+OZ / S+ AW	506395	500789	1100
Богородский / Bogorodsky	OZ / AW	144262	141962	234
Верхнекамский / Verkhnekamsky	OZ / AW	1001883	990096	1620
Верхшижемский / Verkhoshizhemsky	B+OZ / S+ AW	214669	210569	370
Земли г. Кирова / Lands of Kirov	B+OZ / S+ AW	75704	43416	9911
Зуевский / Zuevsky	B+OZ / S+ AW	264986	256786	551
Кирово-Чепецкий / Kirovo-Chepetskiy	B+OZ / S+ AW	226363	204784	1647
Котельнический / Kotelnichsky	B+OZ / S+ AW	400506	375418	1265
Куменский / Kumensky	OZ / AW	191145	183009	470
Лузский / Luzsky	B / S	531453	521115	737
Мурашинский / Murashinsky	B+OZ / S+ AW	341578	336400	693
Немский / Nemsky	B / S	215800	210028	320
Нолинский / Nolinsky	B+OZ / S+ AW	225021	208304	658
Омутнинский / Omutninsky	B / S	517141	503184	1883
Оричевский / Orichevsky	B+OZ / S+ AW	235272	220891	813
Орловский / Orlovsky	B+OZ / S+ AW	198878	194670	492
Слободской / Slobodskoy	OZ / AW	376061	360899	1596
Советский / Sovetsky	B+OZ / S+ AW	241110	231716	809
Уржумский / Urzhumsky	B / S	302532	291888	797
Фаленский / Falensky	B+OZ / S+ AW	250547	244662	512
Шабалинский / Shabalinsky	B+OZ / S+ AW	391558	384856	633
Юрьянский / Yuriansky	B+OZ / S+ AW	303753	296668	808
Яранский / Yaransky	B / S	243127	228123	825
Всего / Total		8356342	7787271	29835 (+2685*)
Кировская область / Kirov region		12037437	11611848	37906 (+3412*)
Доля в области, % / Share in the region, %		69,42	67,06	78,71

*количество незарегистрированных охотников / *number of unregistered hunters

Информацию о добыче на охоте в этот период представили 405 человек (1,5 % от зарегистрированных, или 1,4 % от всех охотников), что превышает размер заранее рассчитанной социологической выборки для доверительного интервала исследования 95,5 %. В общем числе ими добыто 2255 птиц.

Для уточнения видовой принадлежности добытых гусей и уток, в том числе, был проведен опрос специалистов и охотников, чья квалификация и достоверность представленных сведений не вызывают сомнений ($n = 74$), ими добыто 639 особей дичи. Доверительный интервал полученных данных оценивается как $\pm 2,05\%$.

Установлено, что на весеннюю охоту желают выехать не все охотники. Путевки и разрешения на охоту берут лишь 68,3 % списочного состава охотников, и еще 8,5 % из них не могут выехать по разным причинам. Фактически весной в охоте участвуют лишь 58,9 % зарегистрированных охотников. Можно предположить, что и среди «охотников без охотбилетов» в весеннем отстреле участвует примерно такая же часть. Поэтому общее количество, участвующих в весеннею охоте в Кировской области, по нашим оценкам, составляет 24 тыс. человек.

В осенне-зимний охотничий сезон анкетным опросом охвачено 19 районов области (47,5 % из 40 субъектов) (табл. 1), 47,6 % территории области, 47,6 % охотничьих угодий. На данной территории проживает 25 тыс. зарегистрированных охотников и примерно 2 тыс. незарегистрированных, а всего 27 тыс. человек (64,3 % всех охотников области). В этом аспекте представительность выборки не вызывает сомнений так же, как и весной.

Продолжительность осенне-зимнего сезона охоты составляет 6,5 месяцев. За данный период, казалось бы, можно получить большой объем информации, но на практике получается иначе (чем короче сезон, тем большее количество анкет возвращается, а информация в них корректнее и в количественном и видовом аспектах). Данная ситуация объясняется тем, что за 10-15 дней большинство охотников достаточно точно помнят результаты охот, а по истечении большего срока забывают и точное количество трофеев, и их видовой состав, а анкеты нередко теряют или забывают на них ответить. В результате мы получаем возврат малого количества анкет с не очень достоверной информацией [10].

В связи с тем, что количество охотников, систематически ведущих регистрацию трофеев крайне мало, даже среди специалистов, при выявлении видовой структуры добычи мелкой дичи в осенне-зимний сезон опираться приходится также на доверенных респондентов и специалистов. Но при этом количество субъектов, представляющих достоверную информацию, несколько меньше, чем по результатам весеннего сезона. О результатах охот в этот период информацию представили 101 человек, что на уровне значимости 95,5 % дает погрешность исследования $\pm 1,94\%$. Эти охотники сообщили о добыче 982 объектов охоты.

Осенне-зимний опрос не выявил тех, кто по каким-либо причинам не выезжал на охоту в течение всего сезона. Однако таковые вполне могут быть. Их количество мы экспертизно оцениваем в 1 % от списочного состава, поскольку временной интервал в осенне-зимний период больше для реализации желания поохотиться. Кроме того, среди охотников числятся просто владельцы охотничьего оружия, но не охотники. По нашим оценкам, их тоже примерно 1 %. Таким образом, можно предположить, что из числа зарегистрированных охотников в осенне-зимнем сезоне в отстреле мелкой дичи участвует примерно 37,1 тыс. человек, охотников без охотбилетов в осенне-зимнем отстреле мелкой дичи считаем полным (3,4 тыс. человек), всего 40560 человек.

По результатам двух сезонов опросом охвачено 25 районов области (62,5 %), которые составляют 69,4 % территории области и 67,1 % охотничьих угодий. Всего на вопросы анкет ответили 506 охотников (1,6 % проживающих на этой территории, или 1,2 % от всех охотников области). Их ответы в общем соответствуют доверительному интервалу $\pm 1,32\%$ при уровне значимости 95,5 %.

В результате видовая структура довольно надежно оценена на основе анализа добычи 3220 объектов мелкой дичи. Полученная информация позволяет произвести расчет усредненного показателя добычи по видам и группам видов в расчете на 1 охотника, выезжавшего на охоту по весеннему, осенне-зимнему сезонам и в целом за год.

По материалам опросов, проведенных в этот период, можно установить структуру добычи по группам видов дичи. Наиболее многочисленной в добыче является водоплавающая дичь – 1307 особей. На ее долю приходится почти 58 % всей добываемой дичи.

На втором месте по количеству добытых особей (635) – вальдшнеп (свыше 28 %) и на третьем – боровая дичь (свыше 13 %, или 307 особей). Добыча прочей пернатой дичи в этот сезон ничтожно мала (менее 1 %, или 6 особей).

Среди боровой дичи в добыче преобладает тетерев (свыше 9 %, или 211 особей). Размеры добычи глухарей более чем в 3 раза меньше. Охота на рябчика весной официально не открывается, но в добыче он присутствует, хотя и в незначительном количестве – 1,5 % (34 особи).

Наиболее многочисленная группа в весеннеей добыче – это водоплавающая дичь как по количеству, так и по видовому составу [11, 12]. В этой категории дичи примерно одну треть составляют гуси и две – утки. Среди гусей основные два вида: белолобый (19 %, или 86 особей) и гуменник (15 %, или 67 особей). Их соотношение в пробе близко 1:1 с небольшим перевесом в пользу белолобого. Остальные крайне редки, хотя и встречаются в отдельные годы.

Несмотря на свой многочисленный видовой состав, утки на 88,6 % в добыче представлены кряквой (272 особи). Это объясняется не столько соотношением видов в природе, сколько спецификой охоты с подсадными утками. Кроме кряквы, в добыче присутствуют: свиязь – 2,61 % (12 особей), широконоска – 1,96 % (9 особей), чирок-трескунок – 1,52 % (7 особей), чирок-свистунок – 0,87 % (4 особи), шилохвость – 0,22 % (1 особь) и группа нырковых уток – 0,43 % (2 особи), представленная в основном гоголем и хохлатой чернетью. Другие нырковые утки встречаются редко. Общая доля этих видов в весеннеей добыче – 7,61 %. В видовом аспекте весной вся добытая пернатая дичь распределена в следующей последовательности: кряква – 38,45 %, вальдшнеп – 28,16 %, тетерев – 9,35 %, белолобый гусь – 8,20 %, гуменник – 6,39 %, глухарь – 2,75 %, свиязь – 1,68 %, рябчик – 1,51 %, широконоска – 1,29 %, чирок-трескунок – 0,97 %, нырковые утки – 0,27 %, прочая пернатая дичь – 0,27 %, шилохвость – 0,13 %.

На основе результатов опроса, можно провести расчет размера добычи по видам и группам видов дичи, добываемой в весенний охотничий сезон, и расчет объема добычи в масштабах области (табл. 2).

Таким образом, мы оцениваем размер добычи дичи в Кировской области в период весенней охоты в количестве 135795 особей.

Анкетный опрос охотников в осенне-зимний сезон показал, что возврат анкет снижается по сравнению с весенним сезоном как среди широкого круга охотников (более чем в 4 раза), так и среди специалистов (в 3 раза).

Тем не менее, приоритеты в структуре добычи в этом сезоне распределились следующим образом. Свыше 80 % добычи приходилось на долю пернатой дичи, из которой 40,09 % составила водоплавающая птица (469 особей), 31,88 % – боровая дичь (373 особи), 6,92 % – вальдшнеп (81 особь), 3,59 % – болотно-луговая дичь (42 особи).

Среди боровой дичи, в отличие от весеннего сезона, наиболее многочисленным является рябчик – свыше половины всей добычи этой группы видов (215 особей). Тетерева добываются практически вдвое реже (114 особей), чем рябчик, а глухарь в 2,5 раза меньше (44 особи), чем тетерева.

Доля вальдшнепа в общем объеме добычи в этот сезон в 4 раза ниже, чем весной. Объясняется это тем, что весной на вальдшнепа охотятся почти все охотники, выезжающие в угодья (в отдельные годы до 90 %), а осенью успешный, целенаправленный отстрел этих птиц ведут только владельцы легавых и спаниелей, которых в нашей области немного. У остальных в добыче вальдшнеп обычно случайная дичь.

Охотники из этой группы являются и основными добытчиками болотно-луговой дичи. Доля гусей в структуре добычи водоплавающей дичи примерно 5,5 %, что более чем в 2 раза ниже, чем весной. Установить видовую структуру гусей в добыче этого сезона не представилось возможным. Поэтому мы примем ее в размерах весеннего сезона.

Утки в этот период, как и весной, являются приоритетным объектом добычи (80 особей). Их доля в добыче пернатой дичи свыше 45 %, а среди водоплавающих – почти 95 %. И, как весной, львиная доля этой группы приходится на крякву – свыше 40 % (34 особи). Однако в отличие от весеннего сезона, доли других видов уток значительно увеличились и перераспределились. Чирок-трескунок (13 особей) и свиязь (13 особей) составили по 16,25 %, чирок-свистунок – 5,0 % (4 особи), широконоска – 13,75 % (11 особей), а нырковые утки – 6,25 % (5 особей).

В отличие от весеннего сезона в пробе полностью отсутствовала шилохвость.

**Таблица 2 – Структура и объем добычи мелкой дичи в Кировской области в весенний сезон /
Table2 – Structure and volume of small game production in the Kirov region in the spring season**

<i>Группа вида и вид дичи / Groups of species and types of game</i>	<i>Количество дичи, добытой 405 охотнико- ми, особей / Number of game caught by 405 hunt- ers, individuals</i>	<i>Усредненный размер добычи 1 охотника, особ/чел./ The average size of the prey per 1 hunter, individuals/person</i>	<i>Расчетная добыча дичи 24336 охотнико- ми, особей / Estimated game production by 24336 hunters, individuals</i>
Пернатая дичь / Feathered game	2255	5,58	135795
Водоплавающая дичь / Waterfowl	1307	3,23	78605
Утки / Ducks	978	2,41	58650
Кряква / Mallard	867	2,14	52079
Свиязь / Eurasian wigeon	38	0,09	2190
Широконоска / Northern shoveler	29	0,07	1704
Чирок-трескунок / Garganey	22	0,05	1217
Чирок-свистунок / Eurasian teal	13	0,03	730
Шилохвость / Northern pintail	3	0,01	243
Нырковые утки / Diving ducks	6	0,02	487
Гуси / Geese	329	0,81	19712
Гусь белолобый / reater white-fronted goose	185	0,46	11195
Гусь-гуменник / Bean Goose	144	0,35	8517
Боровая дичь Wild game	307	0,76	18495
Тетерев / Black grouse	211	0,52	12655
Глухарь / Western capercaillie	62	0,15	3650
Рябчик / Hazel grouse	34	0,08	1947
Вальдшнеп / Eurasian Woodcock	635	1,57	38208
Болотно-луговая дичь / Marsh-meadow game		Не отмечена / Not met	
Прочая пернатая дичь / Other feathered game	6	0,02	487

Доля зайцев в сезонной добыче составляет 17,5 % (205 особей), из которой 99 % приходится на зайцев-беляков (203 особи). В разрезе видов вся добывшая в осенне-зимнем сезоне дичь распределяется в следующей последовательности: рябчик – 18,38 %, заяц-беляк – 17,35 %, кряква – 16,09 %, тетерев – 9,74 %, вальдшнеп – 6,92 %, чирок-трескунок – 6,15 %, свиязь – 6,15 %, широконоска –

5,21 %, глухарь – 3,76 %, болотно-луговая дичь – 3,59 %, нырковые утки – 2,37 %, чирок-свистунок – 1,89 %, белолобый гусь – 1,25 %, гусь-гуменник – 0,98 %, заяц-русак – 0,17 %.

Полученная информация позволяет рассчитать средний размер добычи по видам и группам видов на 1 охотника, выезжавшего на охоту в осенне-зимний сезон и общий объем добычи за сезон по области (табл. 3).

**Таблица 3 – Структура и объем добычи мелкой дичи в Кировской области в осенне-зимний сезон /
Table 3 – Structure and volume of small game production in the Kirov region in the autumn-winter season**

<i>Группа вида и вид дичи / Groups of species and types of game</i>	<i>Количество дичи, добытой 101 охотни- ком, особей / The number of game caught by 101 hunters, individuals</i>	<i>Усредненный размер добычи 1 охотника, особь/чел. / The average size of the prey per 1 hunter, indi- viduals/person</i>	<i>Расчетная добыча дичи 40560 охотниками, особей / Estimated game production by 40560 hunters, individuals</i>
Пернатая дичь / Feathered game	965	9,56	387754
Водоплавающая дичь / Waterfowl	469	4,64	188198
Утки / Ducks	443	4,38	177654
Кряква / Mallard	188	1,86	75442
Чирок-трескунок / Garganey	72	0,71	28798
Свиязь / Eurasian wigeon	72	0,71	28798
Широконоска / Northern shoveler	61	0,60	24336
Нырковые утки / Diving ducks	28	0,28	11357
Чирок-свиристунок / Eurasian teal	22	0,22	8923
Гуси / Geese	26	0,26	10546
Гусь белолобый / Greater white-fronted goose	15	0,15	6084
Гусь-гуменник / Bean Goose	11	0,11	4462
Боровая дичь / Wild game	373	3,69	150072
Рябчик / Hazel grouse	215	2,13	86393
Тетерев / Black grouse	114	1,13	45833
Глухарь / Western capercaillie	44	0,44	17846
Вальдшнеп / Eurasian Woodcock	42	0,42	17035
Болотно-луговая дичь / Marsh-meadow game	81	0,80	32448
Зайцы / Hares	205	2,03	82337
Заяц-беляк / Mountain hare	203	2,01	81526
Заяц-русак* / European hare*	2	0,02	149

* расчет только на район обитания /*calculated only on the habitat area

Следовательно, в осенне-зимний сезон охоты в Кировской области, по нашим оценкам, добывается около 470 тыс. особей мелкой дичи. Рассчитав сезонную структуру добычи дичи, несложно оценить ее годовой состав и общий размер добычи (табл. 4).

Анализ полученных данных позволяет оценить объем общей добычи (годовой) мелкой дичи в количестве 605224 особей. Из этого числа 86,5 % приходится на долю пернатой дичи и 13,5 % на зайцев. Из пернатой дичи более половины приходится на долю водоплавающих птиц (44,08 %), свыше четверти (27,85 %) на боровую дичь и 11,67 % на вальдшнепа.

Наиболее многочисленная группа водоплавающей дичи – утки (39,04 %), а гуси

составляют лишь 5,0 %. Добываются утки преимущественно в осенний период (75 %) и лишь четверть (24,8 %) – весной. Гуси, наоборот, в основном добываются весной (65,2 %).

Самый многочисленный объект утиной охоты в области – кряква [12]. Ее доля добычи среди уток – 54 % и весной добывают более 40 % всех крякв. Соотношение гуменника и белолобого гуся в добыче близко 1:1, с небольшим преобладанием белолобого.

Боровая дичь потеряла свое лидирующее место в добыче. Так еще 45 лет назад С. Г. Приклонский и И. М. Сапетина [13] относили Кировскую область к категории областей, в которых добыча боровой дичи больше, чем водоплавающей. Сегодня основ-

ной объект охоты среди боровой дичи – рябчик (52,4 %). Добыча тетерева находится, примерно, на уровне начала 80-х годов (58,5 тыс. особей). В. И. Ковязин [14] оценивал тогдашнюю добычу тетерева, примерно, 60 тыс. особей.

В весенний период добывают примерно пятую часть всех тетеревов (21,6 %).

Общая добыча глухарей сегодня находится на уровне 21,5 тыс. особей, из которых 17 % добывают весной.

**Таблица 4 – Структура и общий размер добычи мелкой дичи в Кировской области /
Table4 – Structure and total size of small game production in the Kirov region**

<i>Группа вида и виды дичи / Groups of species and types of game</i>	<i>Размер добычи весеннего сезона, особей / The size of the spring sea- son production, individuals</i>	<i>Размер добычи осенне-зимнего сезона, особей / The size of the production of the autumn-winter season, individuals</i>	<i>Годовой размер добычи дичи, особей / Annual size of game production, individuals</i>	<i>Доля видов в годовом объеме добычи, % / The share of species in the annual pro- duction volume, individuals</i>
Пернатая дичь / Feathered game	135795	387754	523549	86,50
Водоплавающая дичь / Waterfowl	78605	188198	266803	44,08
Утки / Ducks	58650	177654	236304	39,04
Кряква / Mallard	52079	75442	127521	21,07
Чирок-трескунок / Garganey	1217	28798	30015	4,96
Свиязь / Eurasian wigeon	2190	28798	30988	5,12
Широконоска / Northern shoveler	1704	24336	26040	4,30
Нырковые утки / Diving ducks	487	11357	11844	1,96
Чирок-свистунок / Eurasian teal	730	8923	9653	1,59
Шилохвость / Northern pintail	243	0	243	0,04
Гуси / Geese	19712	10546	30258	5,00
Гусь белолобый / Greater white-fronted goose	11195	6084	17279	2,85
Гусь-гуменник / Bean Goose	8517	4462	12979	2,14
Боровая дичь / Wild game	18495	150072	168567	27,85
Рябчик / Hazel grouse	1947	86393	88340	14,60
Тетерев / Black grouse	12655	45833	58488	9,66
Глухарь / Western capercaillie	3650	17846	21496	3,55
Вальдшнеп / Eurasian Woodcock	38208	32448	70656	11,67
Болотно-луговая дичь / Marsh-meadow game	0	17035	17035	2,81
Пернатая дичь / Feathered game	487	0	487	0,08
Зайцы / Hares	0	81675	81675	13,50
Заяц-беляк / Mountain hare	0	81526	81526	13,47
Заяц-русак / European hare	0	149	149	0,02
Всего, особей / Total, individuals	135795	469429	605224	
Процент от годовой добычи / Percentage of annual production	22,44	77,56	100,00	100,00

Наиболее интересная ситуация с отстрелом вальдшнепа. Его доля в общем объеме добычи 11,67 %, или примерно 70,5 тыс. особей. Большая часть вальдшнепа добывается весной (54,1 %). Добыча болотно-луговой дичи находится на уровне примерно 17 тыс. особей. В основном это бекас, дупель, коростель, которые добываются преимущественно в осенний сезон. Добыча весной этих птиц единична и, как правило, случайна. Среди прочей пернатой дичи встречаются голуби, куропатки, дрозды и некоторые другие виды, но их добывают немного и большей частью случайно.

Зайцы в общем количестве добычи составляют 13,5 %, 99 % из них это зайцы-беляки, добываемые в осенне-зимний сезон. Конечно, некоторое количество зайцев добы-

вается и весной, и летом, но это скорее исключение, чем правило.

Заключение. По итогам проведенного анализа, для Кировской области можно выделить группу основных видов мелкой дичи, где доля каждого свыше 1 % годового объема добычи: кряква – 21,07 %, рябчик – 14,60 %, заяц-беляк – 13,47 %, вальдшнеп – 11,67 %, тетерев – 9,66 %, свиязь – 5,12 %, чирок-трескунок – 4,96 %, широконоска – 4,30 %, глухарь – 3,55 %, белолобый гусь – 2,85 %, гусь-гуменник – 2,14 %, чирок-свиристунок – 1,59 %. Суммарная доля этих видов составляет 94,88 % (почти 95 %) годового размера добычи мелкой дичи. Первые пять видов можно оценить, как самые массовые в добыче (или популярные), доля каждого из них свыше 10 % общей добычи, а суммарно они дают 70,4 % трофеев.

Список литературы

1. Колесников В. В., Пиминов В. Н., Экономов А. В., Шевнина М. С., Макарова Д. С., Стрельников Д. П., Синицын А. А., Скуматов Д. В., Тужаров Е. С., Машкин В. И., Панкратов А. П., Козловский И. С. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016;(6):56-61. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27296718>
2. Зыков К. Д., Улитин А. А. Запасы водоплавающих птиц на европейской территории России. Оценка численности дичи и ее добыча в хозяйствах Росохотрыболовсоюза. Казарка. 2000;(6):19-38. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35663585>
3. Солоха А. В. К оценке ресурсов и охотничьего использования водоплавающей дичи в России. Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2016;(20(25)):57-64. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28888230>
4. Курмангалиева Н. К., Назарова В. В. Применение информационных технологий при реализации методов социологических исследований. Grand Altai Research & Education. 2016;(2):109-117. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28887113>
5. Волобуев С. С. Метод онлайн-интервью в социологическом исследовании. Новые контуры социальной реальности: Междунар. научн.-практ. конф. V Северо-Кавказские социологические чтения. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. С. 177-178.
6. Волобуев С. С. Проблемы при проведении социологического исследования методом онлайн-интервью. Проблемы развития регионального сообщества: социологические аспекты: мат-лы подсекции ежегодной научн.-практ. конф. преподавателей и студентов Северо-Кавказского федерального университета. Университетская наука – региону. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. С. 34-35.
7. Turner J.H., Schutt R.K., Keshavan M.S. Biology and American Sociology, Part II: Developing a Unique Evolutionary Sociology. The American Sociologist. 2020;51(2):470-505.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12108-020-09448-y>
8. Линьков А. Б., Межнев А. П., Мирутенко В. С., Ляпина М. Г., Куралов А. А., Виноградов М. Н. Организация и научно-методическое обеспечение учета добычи водоплавающих птиц на видовом уровне в охотничьем хозяйстве России. Вестник охотоведения. 2008;5(1):75.
9. Фомина Е. Е. Обзор методов оценки надежности измерительной шкалы в социологических исследованиях. Экономика. Социология. Право. 2018;4(12):63-70.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36921133>
10. Зарубин Б. Е., Макаров В. А. Весенняя охота в Кировской области (предпочтения, результаты, затраты). Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова. Киров, 2012. С. 264-265. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vesennyaya-ohota-v-kirovskoy-oblasti-predpochteniya-rezulatty-zatraty>
11. Солоха А. В., Гороховский К. Ю. Объем и структура добычи водоплавающей дичи в европейской части России. Вестник охотоведения. 2018;15(4):316-320.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551259>

12. Зарубин Б. Е., Макаров В. А., Петров А. К., Экономов А. В., Козлова А. В. Видовая структура уток Кировской области и ее изменения за последние 40 лет. Вестник охотоведения. 2019;16(4):289-293. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41308782>

13. Приклонский С. Г., Сапетина И. М. Результаты учета добычи пернатой дичи в РСФСР в 1971 г. Научные основы охраны и рационального использования птиц: труды Окского гос. заповедника. М.: Московский рабочий, 1978. С. 265-296. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26570948>

14. Ковязин В. И. Численность и добыча тетерева в Кировской области. Экология и ресурсы охотничье-промышленных птиц: сб. статей. Киров, 1989. С. 50-55.

References

1. Kolesnikov V. V., Piminov V. N., Ekonomov A. V., Shevnina M. S., Makarova D. S., Strel'nikov D. P., Sinitsyn A. A., Skumatov D. V., Tuzharov E. S., Mashkin V. I., Pankratov A. P., Kozlovskiy I. S. *Mnogoletnie izmeneniya i raspredelenie resursov osnovnykh vidov okhotnich'ikh zhivotnykh Rossii*. [Perennial changes and distribution of resources the main species of hunting animals of Russian]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2016;(6):56-61. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27296718>

2. Zykov K. D., Ulitin A. A. *Zapasy vodoplavayushchikh ptits na evropeyskoy territorii Rossii. Otsenka chislennosti dichi i ee dobycha v khozyaystvakh Rosokhotrybolovsoyuza*. [Waterfowl resources in Russia: numbers estimate and harvesting on hunting grounds of the Rosokhotrybolovsoyuz]. *Kazarka*. 2000;(6):19-38. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35663585>

3. Solokha A. V. *K otsenke resursov i okhotnich'ego ispol'zovaniya vodoplavayushchey dichi v Rossii*. [To the evaluation of population and hunting use of waterfowl in Russia]. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta = Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2016;(20(25)):57-64. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28888230>

4. Kurmangalieva N. K., Nazarova V. V. *Primenenie informatsionnykh tekhnologiy pri realizatsii metodov sotsiologicheskikh issledovanii*. [Application of information technologies in the implementation of methods of sociological research]. Grand Altai Research & Education. 2016;(2):109-117. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28887113>

5. Volobuev S. S. *Metod onlayn-interv'yu v sotsiologicheskem issledovanii*. [Online interview method in socio-logical research. New contours of social reality]. *Novye kontury sotsial'noy real'nosti: Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. V Severo-Kavkazskie sotsiologicheskie chteniya*. [New contours of social reality. International scientific and practical Conference. The Vth North Caucasus Sociological Readings]. Stavropol': Severo-Kavkazskiy federal'nyy universitet, 2017. pp. 177-178.

6. Volobuev S. S. *Problemy pri provedenii sotsiologicheskogo issledovaniya metodom onlayn-interv'yu*. [Problems in conducting a sociological research using the online interview method]. *Problemy razvitiya regional'nogo soobshchestva: sotsiologicheskie aspekty: mat-ly podsektssi ezhegodnoy nauchn.-prakt. konf. prepodavateley i studentov Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta. Universitetskaya nauka – regionu*. [Problems of development of the regional community: sociological aspects: materials of the subsection of the annual scientific and practical conf. of teachers and students of the North Caucasus Federal University. University Science – to the region]. Stavropol': Severo-Kavkazskiy federal'nyy universitet, 2017. pp. 34-35.

7. Turner J.H., Schutt R.K., Keshavan M.S. Biology and American Sociology, Part II: Developing a Unique Evolutionary Sociology. *The American Sociologist*. 2020;51(2):470-505.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s12108-020-09448-y>

8. Lin'kov A. B., Mezhnev A. P., Mirutenko V. S., Lyapina M. G., Kuralov A. A., Vinogradov M. N. *Organizatsiya i nauchno-metodicheskoe obespechenie ucheta dobychi vodoplavayushchikh ptits na vidovom urovne v okhotnich'em khozyaystve Rossii*. [Organization and scientific-methodical providing of waterfowl bag count at species level in hunting management of Russia]. *Vestnik okhotovedeniya*. 2008;5(1):75. (In Russ.).

9. Fomina E. E. *Obzor metodov otsenki nadezhnosti izmeritel'noy shkalы v sotsiologicheskikh issledovaniyah*. [Review of methods of assessing the reliability of measurement scales in sociological research]. *Ekonomika. Sotsiologiya. Pravo*. 2018;4(12):63-70. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36921133>

10. Zarubin B. E., Makarov V. A. *Vesennyaya okhota v Kirovskoy oblasti. (predpochteniya, rezul'taty, zatraty)*. [Spring hunting in the Kirov region. (preferences, results, costs)]. *Sovremennye problemy prirodo-pol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva: Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 90-letiyu VNIOZ im. prof. B. M. Zhitkova*. [International scientific and practical Conference dedicated to the 90th anniversary of Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming]. Kirov, 2012. pp. 264-265. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vesennyaya-ohota-v-kirovskoy-oblasti-predpochteniya-rezul-taty-zatraty>

11. Solokha A. V., Gorokhovskiy K. Yu. *Ob'em i struktura dobychi vodoplavayushchey dichi v evropeyskoy chasti Rossii*. [Waterbird hunting bag in European Russia]. *Vestnik okhotovedeniya*. 2018;15(4):316-320. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551259>

12. Zarubin B. E., Makarov V. A., Petrov A. K., Ekonomov A. V., Kozlova A. V. *Vidovaya struktura utok Kirovskoy oblasti i ee izmeneniya za poslednie 40 let.* [Species structure of ducks of the Kirov region and its changes over the past 40 years]. *Vestnik okhotovedeniya.* 2019;16(4):289-293. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41308782>
13. Prikolonskiy S. G., Sapetina I. M. *Rezul'taty ucheta dobychi pernatoy dichi v RSFSR v 1971 g.* [The results of accounting for the production of wild birds in the RSFSR in 1971]. *Nauchnye osnovy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya ptits: trudy Okskogo gos. zapovednika.* [Scientific basis for the protection and rational use of birds. Proceedings of the Oka State Reserve]. Moscow: *Moskovskiy rabochiy*, 1978. pp. 265-296. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26570948>
14. Kovayzin V. I. *Chislenost' i dobycha tetereva v Kirovskoy oblasti.* [The number and production of black grouse in the Kirov region]. *Ekologiya i resursy okhotnich'e-promyslovikh ptits: sb. stately.* [Ecology and resources of game bird. Collection of scientific articles.]. Kirov, 1989. pp. 50-55.

Сведения об авторах

Зарубин Борис Евгеньевич, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова», ул. Преображенская, д. 79, г. Киров, Российская Федерация, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2721-0409>

Колесников Вячеслав Васильевич, доктор биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова», ул. Преображенская, д. 79, г. Киров, Российская Федерация, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6367-3323>

✉ **Козлова Анна Владимировна**, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова», ул. Преображенская, д. 79, г. Киров, Российская Федерация, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6665-2755>, e-mail: annajolkina@mail.ru

Шевнина Мария Сергеевна, кандидат биол. наук, научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова», ул. Преображенская, д. 79, г. Киров, Российская Федерация, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2210-2265>

Экономов Александр Вячеславович, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова», ул. Преображенская, д. 79, г. Киров, Российская Федерация, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0242-8954>

Information about authors

Boris E. Zarubin, PhD in Agricultural science, Senior Researcher, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, st. Preobrazhenskaya, 79, Kirov, Russian Federation, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2721-0409>

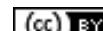
Vyacheslav V. Kolesnikov, DSc in Biological science, Associate Professor, Leading Researcher, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, st. Preobrazhenskaya, 79, Kirov, Russian Federation, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6367-3323>

✉ **Anna V. Kozlova**, junior researcher, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, st. Preobrazhenskaya, 79, Kirov, Russian Federation, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6665-2755>, e-mail: annajolkina@mail.ru

Maria S. Shevnina, PhD in Biological science, Researcher, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, st. Preobrazhenskaya, 79, Kirov, Russian Federation, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2210-2265>

Alexander V. Economov, PhD in Biological science, Senior Researcher, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, st. Preobrazhenskaya, 79, Kirov, Russian Federation, 610000, e-mail: wild-res@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0242-8954>

✉ – Для контактов / Corresponding author

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.608-619>

УДК 338.43

Влияние отраслей животноводства на развитие сельских территорий

© 2021. А. И. Костяев, Г. Н. Никонова[✉]

ФГБУН "Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук" – Институт аграрной экономики и развития сельских территорий, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Цель исследования – на основе анализа отраслей животноводства проверить гипотезу о приоритетной роли скотоводства в развитии сельских территорий и определить степень территориальной неоднородности данного явления. Исследование проводилось на примере 29 регионов Нечерноземной зоны РФ. Использованы методы ранжирования, корреляционного и вариационного анализа. Установлена заметная корреляционная связь между показателями развития отрасли скотоводства и сельского хозяйства ($p = 0,5; 0,6$). Для птицеводства эта связь умеренная ($p = 0,3; 0,3$), свиноводства – слабая отрицательная ($p = -0,1; -0,1$). Конкретными расчетами подтверждено отсутствие влияния развития свиноводства на один из важных индикаторов развития сельских территорий – рост посевых площадей. Последовательно, на основе одной и той же методики исследованы особенности территориальной неоднородности в развитии скотоводства и сельских территорий. Выделено по 3 равночисленных группы регионов с относительно высоким, средним и относительно низким уровнем их развития. Показано, что на группу регионов с относительно высоким уровнем развития скотоводства в Нечерноземье приходится около половины объемов молока и 56 % производства крупного рогатого скота на убой. Соседствующие регионы в I группе образуют два, II группе – один, III-й группе – три ареала. При сопоставлении полученных результатов для скотоводства и сельских территорий установлено, что состав регионов в соответствующих группах совпадает на 67-78 %. При расчете коэффициента корреляции между итоговыми рангами регионов, установленными при определении неоднородности развития скотоводства и неоднородности развития сельских территорий, выявлена высокая теснота корреляционной связи ($p = 0,7$). Проверяемая гипотеза подтвердилась.

Ключевые слова: сельское развитие, ранг, корреляционная связь, территориальная неоднородность, регион, ареал, дифференциация, Нечерноземье

Благодарность: работа выполнена при поддержке Минобрнауки в соответствии с планом научно-исследовательских работ, финансируемых из федерального бюджета в рамках Государственного задания ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (тема № 0668-2019-0009).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Для цитирования: Костяев А. И., Никонова Г. Н. Влияние отраслей животноводства на развитие сельских территорий. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):608-619. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.608-619>

Поступила: 03.05.2021 Принята к публикации: 20.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Impact of livestock industries on rural development

© 2021. Alexander I. Kostyaev, Galina N. Nikonova[✉]

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), Institute of Agricultural Economics and Rural Development, Saint-Petersburg, Russian Federation

The purpose of the study is to test the hypothesis of the priority role of livestock breeding in the development of rural areas on the basis of an analysis of livestock industries and determine the degree of territorial heterogeneity of this phenomenon. The study was carried out on the example of 29 regions of the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation. Methods of ranking, correlation and variational analysis were used. A noticeable correlation was established between the indicators of the development of the livestock industry and rural development ($p = 0.5; 0.6$). For poultry farming, this relationship is moderate ($p = 0.3; 0.3$), pig breeding - weak negative ($p = -0.1; -0.1$). Concrete calculations confirmed the lack of influence of the development of pig breeding on one of the important indicators of the development of rural areas - the growth of acreage. The features of territorial heterogeneity in the development of cattle breeding and rural areas have been consistently investigated on the basis of the same methodology. Three equal groups of regions with a relatively high, medium and relatively low level of their development were identified. It is shown that the group of regions with a relatively high level of development of cattle breeding in the Non-Black Earth Region accounts for about half of the volume of milk and 56% of the production of cattle for slaughter. Neighboring regions in group I form two, in group II - one, in group III - three areas. When comparing the results obtained for cattle breeding and rural areas, it was found that the composition of the regions in

the corresponding groups coincides by 67-78 %. When calculating the correlation coefficient between the final ranks of the regions, established when determining the heterogeneity of the development of livestock breeding and the heterogeneity of the development of rural areas, a high tightness of the correlation was revealed ($p = 0.7$). The hypothesis being tested was confirmed.

Keywords: rural development; rank; correlation; territorial heterogeneity; region; area; differentiation; Non-Black Earth Region

Acknowledgement: the work was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education in accordance with the plan of research work financed from the federal budget within the framework of the State assignment St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (theme No. 0668-2019-0009).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interest.

For citations: Kostyaev A. I., Nikonova G. N. Impact of livestock industries on rural development. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):608-619. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.608-619>

Received: 03.05.2021 Accepted for publication: 20.07.2021 Published online: 26.08.2021

Несмотря на то, что развитие сельских территорий в настоящее время как в теоретическом плане, так и на практике базируется на концепции многофункциональности, сельское хозяйство, выполняющее производственную функцию, продолжает играть в этом системообразующую роль. На примере Великобритании это убедительно показывают Т. Marsden и R. Sonnino [1]. Д. Байерли, А. де Жанрри и Э. Садулет считают, что сельское хозяйство имеет большое значение в любой стратегии сельского развития [2]. Роль сельского хозяйства в развитии российского села детально рассмотрела в своей статье Л. А. Овчинцева [3], но ею не была определена степень влияния отдельных отраслей на сельское развитие.

Однако не все отрасли сельского хозяйства вносят равный вклад в развитие сельских территорий. Большое значение при этом имеет животноводство, которое опирается на использование значительных площадей сельскохозяйственных угодий для производства кормов. Априори представляется, что отрасль скотоводства, имеющая повсеместное распространение, в наибольшей степени способствует позитивным процессам на сельских территориях, так ориентируется на потребление больших объемов грубых и сочных кормов местного производства.

Это, в свою очередь, требует поддержания в надлежащем порядке соответствующих площадей сельскохозяйственных угодий, что влечет за собой выполнение сельскими территориями и других общественно значимых функций: социального контроля над территорией, сохранения агроландшафтов.

Вместе с тем, данный вопрос до сих пор остается слабо исследованным. Среди научных изданий имеются публикации, в которых рассматривается роль животноводства в развитии сельских территорий [4, 5]. При этом

в работе португальских ученых [5], выполненной на примере сельских общин островного государства Тимора-Лешти, выявлено, что разведение крупного рогатого скота, с точки зрения дохода сельских жителей, занимает третье место вслед за свиньями и курами, а по распространенности среди хозяйств – четвертое место после овец, коз и кур.

В публикации российских ученых [4] животноводство рассматривается в целом, без выделения его отдельных отраслей. В фундаментальном исследовании [6] показано влияние на сельское развитие пастбищного скотоводства, экстенсивный характер которого авторами соотносится со странами с засушливым климатом (Африка, Аравийский полуостров, Центральная Азия, Ближний Восток и т.п.). В отношении отечественного мясного скотоводства Х. А. Амерханов, С. А. Миронников, Р. В. Костюк и другие считают, что оно создает условия для устойчивого развития сельских территорий [7], однако это они не подтверждают аргументами.

Приведенный анализ степени изученности заявленной темы исследования позволяет сделать вывод об отсутствии печатных работ, обосновывающих влияние отдельных отраслей животноводства и, прежде всего, скотоводства на развитие сельских территорий, что указывает на научную новизну данной публикации.

Основной отраслью животноводства в Нечерноземной зоне России (Нечерноземье) является скотоводство, на долю которой приходится 24,4 % поголовья КРС, 23,4 % поголовья коров, 24,7 % производства мяса КРС и 32 % производства молока в Российской Федерации.

Вместе с тем, уровень развития скотоводства здесь в территориальном плане сильно дифференцирован. При этом Нечерноземье отличается от других макрорегионов страны

наиболее острыми проблемами в развитии сельских территорий, вплоть до социального опустынивания отдельных районов [8].

Сочетание данных двух обстоятельств позволило определить Нечерноземье в составе 29 субъектов Федерации в качестве наиболее удачного объекта исследования по заявленной теме.

Цель исследований – на основе анализа отраслей животноводства проверить на примере Нечерноземья научную гипотезу о приоритетной роли скотоводства в развитии сельских территорий и определить степень территориальной неоднородности данного явления.

При этом мы исходили из того, что территориальная неоднородность (дифференциация) различных явлений традиционно выступает в качестве предмета исследований российских ученых [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Материал и методы. В исследовании использованы статистические данные Росстата. Исследование осуществлялось в несколько этапов.

Первый этап – рассматриваются все основные отрасли животноводства, и определяется их влияние на развитие сельских территорий. В качестве индикаторов, отражающих развитие отраслей животноводства, были приняты динамика поголовья и плотность скота, а для развития сельских территорий – динамика численности сельского населения и его плотность.

Динамика развития отраслей животноводства измерялась показателями темпов роста (%) поголовья крупного рогатого скота (КРС), коров, свиней, овец, птицы с 2000 г. по 2019 г., а динамика численности сельского населения – показателями темпов его роста (%) за тот же период.

Плотность поголовья КРС и овец рассчитывалась на 100 га сельскохозяйственных угодий, а свиней и птицы на 100 га пашни, плотность сельского населения – чел. на кв. км.

Проверка гипотезы осуществлялась в следующей последовательности:

1. Проводилось ранжирование регионов Нечерноземья по каждому из обозначенных выше показателей в направлении от *max* к *min*.

2. Рассчитывались коэффициенты ранговой корреляции по Спирмену между каждым из показателей порядковых шкал, отражающих динамику и состояние животноводства, с одной стороны, и соответствующими им показателями динамики численности и плотности сельского населения, с другой стороны, по формуле:

$$p = 1 - \frac{6 * \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

где d – разность рангов показателей, отражающих динамику или состояние развития отраслей животноводства, и соответствующих показателей для сельского населения; n – число регионов.

Выбор методики в пользу метода ранговой корреляции Спирмена был сделан исходя из следующих основных позиций, имеющих значение для цели нашего исследования.

Во-первых, рассматривается парная, а не множественная корреляция, во-вторых, в работе исследуется не выборка из генеральной совокупности объектов, а генеральная совокупность в целом, в-третьих, число объектов в генеральной совокупности равно 29, что удачно ложится в требуемый предел от 5 до 40 наблюдений, в-четвертых, коэффициент корреляции рангов используется для оценки устойчивости тенденции динамики [15].

3. Осуществлялось сравнение результатов расчетов и устанавливалась теснота корреляционной связи между показателями, отражающими развитие отраслей животноводства и показателями, характеризующими развитие сельских территорий.

Второй этап – исследование неоднородности в развитии скотоводства выполнялось методом ранжирования регионов Нечерноземья по интегральному показателю, определенному на основе индекса λ^r , учитывающего вариационные характеристики [16]:

$$\lambda^r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lambda_i^r)^2}{n}}, \lambda^r \in [0; 1] \quad (2)$$

где λ_i^r – частный рейтинг региона r по показателю i ,

$$\lambda_i^r = \frac{x_i^r - x_i^{min}}{x_i^{max} - x_i^{min}}, \lambda_i^r \in [0; 1];$$

λ_i^r – значение i -го показателя в регионе r ;

x_i^{max} , x_i^{min} – максимальное и минимальное значения i -го показателя в рассматриваемой совокупности регионов в соответствующий период; n – число регионов [16, с. 115-116].

При этом в качестве показателей, характеризующих развитие скотоводства, взятых для исследования территориальной неоднородности отрасли, были определены:

X_1 – поголовье КРС, тыс. голов;

X_2 – плотность КРС, тыс. гол. на 100 га сельхозугодий;

X_3 – поголовье коров, тыс. голов;

X_4 – плотность коров, тыс. гол. на 100 га сельхозугодий;

X_5 – производство молока, тыс. тонн;

X_6 – производство молока в расчете на 100 га сельхозугодий, тонн;

X_7 – производство КРС на убой¹, тыс. тонн;

X_8 – производство КРС на убой в расчете на 100 га сельхозугодий, тонн;

X_9 – среднегодовой надой молока на одну корову, кг.

Третий этап – проверка наличия связи неоднородности в развитии скотоводства с дифференциацией регионов Нечерноземья по показателям развития сельских территорий. Установление дифференциации в развитии сельских территорий выполнялось с использованием представленной выше формулы (2) и следующих показателей:

X_1 – коэффициент общего прироста сельского населения на 1000 жителей села;

X_2 – коэффициент пенсионной нагрузки в сельской местности на 1000 трудоспособных;

X_3 – удельный вес сельских населенных пунктов без населения к их общему количеству, %;

X_4 – удельный вес ЛПХ с заброшенными земельными участками (пустующими домами) к их общей численности, %.

Результаты и их обсуждение.

Этап I. Проверка гипотезы о приоритетной роли скотоводства в развитии сельских территорий.

Предварительное ранжирование субъектов Федерации Нечерноземья по отобранным для осуществления корреляционного анализа показателей позволило выявить, что Мурманскую область, а также республики Карелию и Коми необходимо исключить из расчетов. С одной стороны, низкая плотность сельского населения здесь предопределяется не столько процессом развития сельских территорий, сколько их огромным пространством, а с другой – показатели высокой плотности скота в этих регионах зависят от малой площади сельхозугодий и пашни, а не от результатов развития животноводства.

Включение данных регионов в расчеты коэффициентов корреляции вносило бы явный диссонанс, так как по одному показателю они занимали бы первые, а по другому – последние места в ранжированных рядах распределения, искажая полученные результаты.

Поэтому в расчеты были включены 26 из 29 регионов Нечерноземья.

Расчет показателей ранговой корреляции выявил, что заметная корреляционная связь существует между темпами роста поголовья КРС, поголовья коров, овец, с одной стороны, и темпами роста численности сельского населения, с другой. При этом наиболее высокий показатель отмечается для поголовья КРС.

Умеренная корреляционная связь обнаружена между темпами роста поголовья птицы и роста численности сельского населения, а между темпами роста поголовья свиней и роста численности сельского населения отмечается слабая отрицательная связь (табл. 1).

При расчете показателей ранговой корреляции по данным 2019 года выявлено (табл. 2), что результаты оказались весьма близкими тем, что были рассмотрены выше и отражены в таблице 1. В данном случае высокая теснота корреляционной связи отмечается между плотностью поголовья овец на 100 га сельхозугодий и плотностью сельского населения, заметная – между показателями плотности КРС и коров на 100 га сельхозугодий и плотностью сельского населения.

Так же, как и в предыдущем случае, была установлена слабая отрицательная связь относительно плотности поголовья свиней и умеренная – применительно к поголовью птицы.

Фактически подтверждалось высказанное ранее предположение о приоритетной значимости скотоводства для сельских территорий, что прослеживается через ключевые индикаторы их развития. Дело в том, что развитие свиноводства и птицеводства базируется на крупных мега-комплексах, функционирующих на привозных концентрататах или привозном сырье для их производства. Вследствие этого они не выступают драйверами в развитии растениеводства и расширении посевых площадей под кормовые культуры, и соответственно, не вносят существенного вклада в выполнение такой важной функции, как социальный контроль над территорией. Примером является крупномасштабное производство мяса свиней в ранее депрессивных регионах Нечерноземья: Псковской, Смоленской и Тверской областях, где плотность сельского населения составляет соответственно 3,3; 5,3 и 3,6 чел./км².

¹Здесь и далее производство КРС, свиней, птицы на убой исчисляется в убойной массе

Таблица 1 – Расчет коэффициентов ранговой корреляции Спирмена между показателями темпов роста поголовья скота и темпов изменения численности сельского населения с 2000 по 2019 г. /

Table 1 – Calculation of Spearman rank correlation coefficients between indicators of the growth rate of the livestock population and the rate of change in the rural population from 2000 to 2019

<i>Корреляция / Correlation</i>	$\sum d^2$	$6 * \sum d^2$	$p = 1 - \frac{6 * \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$	<i>p</i>	<i>Теснота корреляционной связи по шкале Чеддока / The tightness of the correlation on the Chaddock scale</i>
Между темпами роста поголовья КРС и роста численности сельского населения / Between the growth rate of the cattle population and the growth of the rural population	1788	10728	0,440	0,6	Заметная / Noticeable
Между темпами роста поголовья коров и роста численности сельского населения / Between the growth rate of the number of cows and the growth of the rural population	1903	11415	0,469	0,5	Заметная / Noticeable
Между темпами роста поголовья свиней и роста численности сельского населения / Between the growth rate of the pig population and the growth of the rural population	4470	26820	1,101	- 0,10	Слабая отрицательная / Weak negative
Между темпами роста поголовья овец и роста численности сельского населения / Between the growth rate of the sheep population and the growth of the rural population	2134	12801	0,525	0,5	Заметная / Noticeable
Между темпами роста поголовья птицы и роста численности сельского населения / Between the rate of growth of the poultry population and the growth of the rural population	2722	16332	0,670	0,3	Умеренная / Moderate

Источник: Расчеты авторов на основе данных Росстата / Source: Authors' calculations based on Rosstat data.

В каждом из названных регионов было построено несколько крупных свиноводческих комплексов. В результате в Псковской области практически всё производство оказалось локализованным в ООО «Великолукский свиноводческий комплекс», на долю которого приходится 68 % общего объема производства свиней на убой в Северо-Западном федеральном округе. В Смоленской области производство свиней на убой, главным образом, сконцентрировалось на нескольких комплексах московского агрохолдинга «Останкино», а в Тверской – ООО «Коралл». Однако рост поголовья свиней привел не к увеличению, а снижению посевных площадей (табл. 3) и, следовательно, лишь локально, в пределах землепользования своих организаций мог повлиять на развитие сельских территорий, рост занятости и доходов жителей села.

Высокий уровень концентрации и локализации производства свиней и птицы на убой, также как и производства яиц на нескольких комплексах приводит к тому, что более мелкие фермы не выдерживают конку-

ренции с крупными производителями и прекращают своё существование, что в целом отрицательно сказывается на развитии сельских территорий. Это, собственно, в определенной степени, подтверждено результатами корреляционного анализа.

В свою очередь, размещение поголовья КРС тесно связано с наличием грубых и сочных малотранспортабельных кормов, которые должны производиться на местах, способствуя более равномерному размещению скотоводства, чем других животноводческих отраслей. Вместе с тем, развитие специализированного мясного скотоводства и массового строительства молочных мега-ферм приводит к нарушению этой общей закономерности, что требует дополнительного изучения данного явления.

Этап II. Исследование территориальной неоднородности в развитии скотоводства. Предварительное ранжирование субъектов Федерации Нечерноземья по отобранным для этого показателям выявило, что Брянская и Мурманская области резко выделяются из общей совокупности регионов.

Таблица 2 – Расчет коэффициентов ранговой корреляции по Спирмену между показателями плотности скота на 100 га площади сельхозугодий (пашни) и плотности сельского населения по данным за 2019 г. (чел./км²)
Table 2 – Calculation of the Spearman rank correlation coefficients between the indicators of livestock density per 100 hectares of farmland (arable land) and the density of the rural population according to 2019 data (people/km²)

<i>Корреляция / Correlation</i>	$\sum d^2$	$6 * \sum d^2$	$p = 1 - \frac{6 * \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$	<i>p</i>	<i>Теснота корреляционной связи по шкале Чеддока / The tightness of the correlation on the Chaddock scale</i>
Между плотностью поголовья КРС на 100 га сельхозугодий и плотностью сельского населения / Between the density of cattle per 100 hectares of farmland and the density of the rural population	1191	7146	0,407	0,6	Заметная / Noticeable
Между плотностью поголовья коров на 100 га сельхозугодий и плотностью сельского населения / Between the density of cows per 100 hectares of farmland and the density of the rural population	1509	9054	0,516	0,5	Заметная / Noticeable
Между плотностью поголовья свиней на 100 га пашни и плотностью сельского населения / Between the density of pigs per 100 hectares of arable land and the density of the rural population	3159	18954	1,080	- 0,1	Слабая отрицательная / Weak negative
Между плотностью поголовья овец на 100 га сельхозугодий и плотностью сельского населения / Between the density of sheep per 100 hectares of farmland and the density of the rural population	856,5	5139	0,293	0,7	Высокая / High
Между плотностью поголовья птицы на 100 га пашни и плотностью сельского населения / Between the density of poultry per 100 hectares of arable land and the density of the rural population	2004	12024	0,685	0,3	Умеренная / Moderate

Источник: Расчеты авторов на основе данных Росстата / Source: Authors' calculations based on Rosstat data.

Таблица 3 – Динамика поголовья свиней и посевных площадей в Псковской, Смоленской и Тверской областях /
Table 3 – Dynamics of the number of pigs and sown areas in the Pskov, Smolensk and Tver regions

<i>Регион / Region</i>	<i>2010 г.</i>	<i>2015 г.</i>	<i>2019 г.</i>	<i>2019 / 2010, %</i>
Поголовье свиней, тыс. голов / Pig population, thousands of heads				
Псковская область / Pskov region	86	653	1295	1505,8
Смоленская область / Smolensk region	87	233	324	372,4
Тверская область / Tver region	175	416	683	390,3
Посевные площади, тыс. га / Acreage, thousand hectares				
Псковская область / Pskov region	274	243	220	80,3
Смоленская область / Smolensk region	452	392	397	87,8
Тверская область / Tver region	625	525	504	80,6

Источник: расчеты авторов по данным Росстата / Source: Authors' calculations based on Rosstat data.

Брянская область специализируется на мясном скотоводстве, уровень которого не со-
поставим ни с одним другим регионом. При

предварительном ранжировании выявлено,
что, занимая по интегральному рангу первую
позицию, Брянская область по показателям,

отражающим состояние молочного скотоводства, относится к группе регионов со средним и низким уровнем развития. Мурманская область, отличающаяся малыми площадями сельскохозяйственных угодий, по показателям плотности КРС и коров, производству молока и производству КРС на убой в расчете на 100 га сельхозугодий выходила на 1 и 2 позиции, а по объемам производства данных видов продукции находилась на последнем месте в соответствующих ранговых шкалах. Поэтому отрасль скотоводства в данных двух областях следует рассматривать отдельно.

Для оставшихся 27 регионов на основе формулы 2 были рассчитаны частные ранги λ_i^r по показателям $X_1 - X_9$ и интегральный ранг на основе индекса $\bar{\lambda}^r$. На основе интегральной ранговой шкалы все регионы были разбиты на три равные группы с относительно высоким, средним и относительно низким уровнями развития (табл. 4).

Анализ состава выделенных групп показывает наличие ряда его особенностей:

– в I группу вошли три области (Ленинградская, Московская и Свердловская), центрами которых являются города-миллионеры, представляющие собой крупнейших потребителей молока, особенно в связи с высокой долей детей;

– на северо-востоке Нечерноземья образовался ареал с высоким уровнем развития скотоводства в составе Удмуртской Республики и Кировской области (I группа);

– на юго-западе Нечерноземья Орловская и Калужская области (I группа) выделяются доминированием скотоводства мясного направления и, в связи с этим, могут быть, с учетом особенностей Брянской области, рассматриваться вместе с ней в качестве единого ареала;

– регионы II группы (за исключением Пермского края) образуют единый ареал от юга Нечерноземья (Республика Мордовия, Рязанская и Тульская области), через центральные регионы (Нижегородская, Владимирская и Ярославская области) до северных территорий (Вологодская область и Республика Карелия);

– в III-ей группе регионов выделяются три ареала: западный (Смоленская, Тверская, Псковская и Новгородская области), центральный (Ивановская и Костромская области) и северный (Архангельская область и Республика Коми).

Показатели в скотоводстве достаточно дифференцированы по группам регионов с разным уровнем развития отрасли (табл. 5). Почти половина объемов молока и более 55 % КРС на убой производится в регионах I группы, где показатели плотности скота и производства молока на 100 га сельхозугодий на 30-35 %, выше, чем в среднем по Нечерноземью.

Показатель производства КРС на убой на 100 га сельхозугодий в этой группе регионов превышает среднее значение по Нечерноземью в 1,5 раза. Данные группы регионов заметно отличаются друг от друга уровнем интенсивности ведения скотоводства, особенно заметны различия между I и III группами. В I группе показатели плотности КРС в 2,3, коров – 2,1, а производства молока и производство КРС на убой на 100 га соответственно в 2,6 и 3 раза выше, чем в III группе.

Выделенные группы регионов различаются структурой поголовья скота и производимой продукции скотоводства. Особенно выделяется III группа, где 11 % поголовья скота приходится на КФХ и индивидуальных предпринимателей, а их доля в производстве КРС на убой и молока в общих объемах по группе заметно ниже -7,5 %, чем в других группах. Третья группа регионов резко выделяется среди других групп производством в хозяйствах населения: молока – 20,1 % и, особенно, КРС на убой – почти 33 %. Все это косвенно указывает на менее интенсивный уровень ведения скотоводства, что, собственно, и предопределило попадание данных регионов именно в III группу.

В сельскохозяйственных организациях скотоводство (прежде всего, молочное) в большей степени представлено во II группе регионов, а в I группе – отмечается повышенная значимость хозяйств населения в численности поголовья скота и объемах производства молока.

Этап III. Установление наличия связи между неоднородностью в развитии скотоводства и неоднородностью в развитии сельских территорий. Расчеты, проведенные по формуле 2 с использованием показателей, обозначенных выше в разделе «Методы и материалы», показали, что состав I группы регионов с относительно высоким уровнем развития сельских территорий на 78 % (7 регионов из 9) совпадает с составом аналогичной группы, определенным для скотоводства (табл. 6).

Таблица 4 – Частные и интегральный ранг регионов по основным показателям развития скотоводства в Нечерноземье (без Брянской и Мурманской областей) /

Table 4 – Particular and integral rank of regions according to the main indicators of the development of cattle breeding in the Non-Black Earth Region (excluding the Bryansk and Murmansk regions)

Регион / Region	Частные ранги λ_i^r по показателям / Private ranks λ_i^r by indicators									Ранг λ^r / Rank λ^r
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	
I. Регионы с относительно высоким уровнем развития скотоводства / I. Regions with a relatively high level of development of animal husbandry										
Ленинградская область / Leningrad region	10	1	9	1	5	1	8	2	1	1
Удмуртская Республика / Udmurtia	1	3	1	4	1	2	2	3	16	2
Свердловская область / Sverdlovsk region	2	11	2	10	2	8	3	7	7	3
Чувашская Республика / Chuvash Republic	9	4	8	3	11	4	9	4	21	4
Московская область / Moscow region	6	7	6	7	4	5	5	6	9	5
Калининградская область / Kaliningrad region	14	2	13	2	18	12	20	12	2	6
Кировская область / Kirov region	4	18	5	18	3	14	4	15	3	7
Орловская область / Oryol region	13	16	19	25	20	25	1	1	23	8
Калужская область / Kaluga region	7	5	7	5	13	9	15	13	6	9
II. Регионы со средним уровнем развития скотоводства / II. Regions with an average level of development of cattle breeding										
Нижегородская область / Nizhny Novgorod region	3	15	3	15	6	15	6	19	19	10
Вологодская область / Vologda region	12	9	10	8	7	6	12	10	5	11
Владимирская область / Vladimir region	15	6	15	6	12	3	13	5	4	12
Пермский край / Perm region	5	14	4	14	8	17	7	17	20	13
Республика Мордовия / Republic of Mordovia	8	8	11	12	10	11	11	11	14	14
Рязанская область / Ryazan region	11	20	12	20	9	18	10	18	10	15
Ярославская область / Yaroslavl region	18	12	16	11	14	10	14	9	13	16
Республика Карелия / Republic of Karelia	27	10	27	9	26	7	27	14	8	17
Тульская область / Tula region	16	21	17	22	17	23	16	20	11	18
III. Регионы с относительно низким уровнем развития скотоводства / III. Regions with a relatively low level of livestock development										
Республика Марий Эл / Mari El Republic	20	13	21	13	19	13	18	8	17	19
Архангельская область / Arkhangelsk region	24	22	24	21	23	19	24	24	12	20
Смоленская область / Smolensk region	17	23	14	19	21	26	17	23	26	21
Ивановская область / Ivanovo region	22	17	22	16	22	16	21	16	15	22
Псковская область / Pskov region	21	25	20	23	16	21	22	25	18	23
Тверская область / Tver region	19	26	18	26	15	24	19	26	24	24
Республика Коми / Komi Republic	25	19	26	17	27	20	25	21	25	25
Костромская область / Kostroma region	23	24	23	24	24	22	23	22	22	26
Новгородская область / Novgorod region	26	27	25	27	25	27	26	27	27	27

Источник: расчеты авторов по данным Росстата /

Source: Authors' calculations based on Rosstat data.

Таблица 5 – Дифференциация производственных показателей по группам регионов с разным уровнем развития скотоводства, по данным 2019 года /

Table 5 – Differentiation of production indicators by groups of regions with different levels of development of animal husbandry, according to 2019 data

Показатель / Indicator	I группа / Group 1		II группа / Group 2		III группа / Group 3		Всего / Total
	показатель / indicator	в % от итога / in% of the total	показатель / indicator	в % от итога / in% of the total	показатель / indicator	в % от итога / in% of the total	
Поголовье КРС, тыс. гол. / Livestock of cattle, thousand heads	1937	49,2	1419,7	36,1	577,2	14,7	3933,9
Плотность КРС, тыс. гол. на 100 га сельхозугодий / Cattle density, thousand heads per 100 hectares of farmland	12,5	133,0	8,9	94,7	5,5	58,5	9,4
Поголовье коров, тыс. гол. / Number of cows, thousand heads	802,7	48,2	596,8	35,9	264,3	15,9	1663,8
Плотность коров, гол. на 100 га сельхозугодий / Density of cows, head. 100 hectares of farmland	5,2	130,0	3,8	95,0	2,5	62,5	4,0
Производство молока, тыс. т / Milk production, thousand tons	4803,3	49,6	3607,1	37,3	1265,7	13,1	9676,1
Производство молока, т на 100 га сельхозугодий / Milk production, tons per 100 hectares of farmland	31,1	134,6	22,7	98,3	12,0	51,9	23,1
Производство КРС на убой, тыс. т в уб. м / Production of cattle for slaughter, thousand tons per cubic meter	193,2	55,7	109,6	31,6	44,1	12,7	346,9
Производство КРС на убой, т в уб. м. на 100 га сельхозугодий / Production of cattle for slaughter, t. m per 100 hectares of farmland	1,2	150,0	0,7	87,5	0,4	50,0	0,8
Среднегодовой надои молока на одну корову, кг / Average annual milk yield per cow, kg	6872	105,7	6496	100,0	5371	82,6	6499

Источник: расчеты авторов по данным Росстата /
Source: Authors' calculations based on Rosstat data.

Составы регионов II и III групп, выделенные при оценке их неоднородности в развитии сельских территорий и отрасли скотоводства, совпадают на 67 % (6 регионов из 9), что подтверждает наличие связи между данными двумя явлениями.

Наибольший разрыв в результатах исследования неоднородности данных двух явлений характерен для Кировской, Вологодской областей и Республики Марий Эл. В Кировской и Вологодской областях в условиях неблагоприятной социально-демографической ситуации на сельских территориях ставка в развитии скотоводства была сделана на крупномасштабное интенсивное производство. В этих регионах 92 % поголовья коров и 94 % объемов производства молока в 2019 г. было сосредоточено в сельскохозяйственных организациях. Такой подход обеспечил высокий уровень развития данной отрасли, но, опять

же, в силу этого факта, не оказал заметного влияния на развитие сельских территорий. В Республике Марий Эл ситуация диаметрально противоположная: 42 % поголовья коров и 37 % объемов производства молока приходится на малые формы хозяйствования – хозяйства населений, крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальных предпринимателей.

В завершение данного этапа исследования был рассчитан коэффициент ранговой корреляции по Спирмену (r) между итоговыми рангами регионов, установленными на основе индексов \bar{A} при определении неоднородности развития скотоводства и неоднородности развития сельских территорий. Расчеты показали: $r = 0,7$ ($\sum d^2 = 1072$; $6 * \sum d^2 = 6432$; $-\frac{6 * \sum d^2}{n(n^2 - 1)} = 0,3272$), что указывает на высокую тесноту корреляционной связи по шкале Чедока.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ЭКОНОМИКА / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: ECONOMY

**Таблица 6 – Результаты ранжирования регионов Нечерноземье (без Брянской и Мурманской областей) по показателям сельского развития в сопоставлении с результатами ранжирования по показателям развития скотоводства /
Table 6 – The results of ranking the regions of the Non-Black Earth Region (excluding the Bryansk and Murmansk regions) by indicators of agriculture in comparison with the results of ranking by indicators of the development of cattle breeding**

Результаты ранжирования по показателям сельского развития / Ranking results by rural development indicators						Результаты ранжирования по основным показателям развития скотоводства (данные табл. 3) / The results of ranking according to the main indicators of the development of cattle breeding (data in table 3)	
регион / region	частные ранги λ_i^r по показателям / private ranks λ_i^r by indicators				Ранг $\bar{\lambda}^r$ / Rank $\bar{\lambda}^r$		
	X_1	X_2	X_3	X_4			
I. Регионы с относительно высоким уровнем развития / I. Regions with a relatively high level of development							
<i>Сельских территорий / Rural areas</i>						<i>Скотоводства / Cattle breeding</i>	
Калининградская область / Kalininograd region	3	1	2	3	1	1. Ленинградская область / Leningrad region	
Московская область / Moscow region	2	3	7	1	2	2. Удмуртская Республика / Udmurtia	
Ленинградская область / Leningrad region	1	2	6	5	3	3. Свердловская область / Sverdlovsk region	
Удмуртская Республика / Udmurtia	13	6	8	4	4	4. Чувашская Республика / Chuvash Republic	
Пермский край / Perm region	8	5	9	12	5	5. Московская область / Moscow region	
Чувашская Республика / Chuvash Republic	22	10	1	2	6	6. Калининградская область / Kalininograd region	
Свердловская область / Sverdlovsk region	7	12	10	8	7	7. Кировская область / Kirov region	
Калужская область / Kaluga region	4	7	16	10	8	8. Орловская область / Oryol Region	
Республика Марий Эл / Mari El Republic	21	4	3	11	9	9. Калужская область / Kaluga region	
II. Регионы со средним уровнем развития / II. Regions with an average level of development							
Республика Коми / Komi Republic	17	9	5	14	10	10. Нижегородская область / Nizhny Novgorod region	
Республика Мордовия / Republic of Mordovia	24	15	4	7	11	11. Вологодская область / Vologda region	
Владимирская область / Vladimir region	5	17	12	16	12	12. Владимирская область / Vladimir region	
Орловская область / Oryol region	12	13	11	17	13	13. Пермский край / Perm region	
Рязанская область / Ryazan region	10	22	14	9	14	14. Республика Мордовия / Republic of Mordovia	
Нижегородская область / Nizhny Novgorod region	16	14	13	13	15	15. Рязанская область / Ryazan region	
Тульская область / Tula region	15	11	17	15	16	16. Ярославская область / Yaroslavl region	
Смоленская область / Smolensk region	9	8	19	25	17	17. Республика Карелия / Republic of Karelia	
Ярославская область / Yaroslavl region	6	18	25	19	18	18. Тульская область / Tula region	
III. Регионы с относительно низким уровнем развития / Regions with a relatively low level of development							
Республика Карелия / Republic of Karelia	26	23	15	6	19	19. Республика Марий Эл / Mari El Republic	
Вологодская область / Vologda region	14	19	26	18	20	20. Архангельская область / Arkhangelsk region	
Ивановская область / Ivanovo region	19	16	20	26	21	21. Смоленская область / Smolensk region	
Новгородская область / Novgorod region	18	26	18	22	22	22. Ивановская область / Ivanovo region	
Псковская область / Pskov region	11	25	22	27	23	23. Псковская область / Pskov region	
Тверская область / Tver region	20	20	23	24	24	24. Тверская область / Tver region	
Архангельская область / Arkhangelsk region	25	24	21	20	25	25. Республика Коми / Komi Republic	
Костромская область / Kostroma region	23	21	27	23	26	26. Костромская область / Kostroma region	
Кировская область / Kirov region	27	27	24	21	27	27. Новгородская область / Novgorod region	

Источник: расчеты авторов по данным Росстата / Source: Authors' calculations based on Rosstat data.

Выводы. Проведенное исследование подтвердило научную гипотезу о важной роли скотоводства в развитии сельских территорий. Во-первых, при сравнительном корреляционном анализе данных, отражающих развитие отраслей животноводства, с одной стороны, и показателей развития сельских территорий, с другой, выявлено, что между последними и скотоводством, в отличие от свиноводства и птицеводства, отмечается заметная корреляционная связь. Во-вторых, при сопоставлении результатов исследования неоднородности регионов по показателям развития скотоводства и показателям развития сельских территорий было установлено, что состав регионов в соответствующих группах, выявленный на основе одной и той же методики, на 67-78 % совпадает. В-третьих, при расчете коэффициента корреляции между итоговыми рангами регионов, установленными при определении неоднород-

ности развития скотоводства и неоднородности развития сельских территорий, выявлена высокая теснота корреляционной связи.

Исследование показало наличие существенной неоднородности регионов по уровню развития скотоводства, что четко прослеживается между их группами. На долю группы регионов с относительно высоким уровнем развития скотоводства в Нечерноземье приходится около половины объемов молока и 56 % объемов КРС на убой при уровне интенсивности производства продукции отрасли, в 1,3-1,5 раза превышающем средние показатели.

Дополнительным результатом, полученным при проведении расчетов, является установление высокой тесноты корреляционной связи между показателями, отражающими развитие овцеводства и развитие сельских территорий, что должно учитываться при реализации мероприятий по сельскому развитию.

Список литературы

1. Marsden T., Sonnino R. Rural development and the regional state: Denying multifunctional agriculture in the UK. *Journal of Rural Studies*. 2008;24 (4):422-431. URL: http://www.academia.edu/2302653/Rural_development_and_theRegionalStateDenyingMultifunctionalAgricultureintheUK
2. Роль животноводства в устойчивом развитии сельского хозяйства в интересах продовольственной безопасности и питания. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания. Июль 2016 года. Рим. 165 с. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/mq860r/mq860r.pdf>
3. Овчинцева Л. А. Роль сельского хозяйства в развитии села. Никоновские чтения. 2009;(14):91-93. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16751268>
4. Артемова Е. И., Дементьева А. А. Роль животноводства в развитии сельских территорий. Естественно-гуманитарные исследования. 2020;29 (3):49-52. DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-4788-2020-10228>
5. Bettencourt E., Tilman M., Narciso V., Carvalho M., Henriques P. The Livestock Roles in the Wellbeing of Rural Communities of Timor-Leste. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2015;53 (1):S063-S080. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790053s01005>
6. Byerlee D., Janvry A., Sadoulet E. Agriculture for Development: Toward a New Paradigm. *Annual Review of Resource Economics*. 2009;1:15-31. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.050708.144239>
7. Амерханов Х. А., Мирошников С. А., Костюк Р. В., Дунин И. М., Легошин Г. П. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года. Вестник мясного скотоводства. 2017;(1 (97)):7-12. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28862794>
8. Петриков А. В. Политика сельского развития в России: направления и механизмы. Никоновские чтения. 2019;(24):1-10. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41471135>
9. Михеева Н. Н. Анализ дифференциации социально-экономического положения российских регионов. Проблемы прогнозирования. 1999;(5):91-102.
10. Костяев А. И. Территориальная дифференциация сельскохозяйственного производства: вопросы методологии и теории. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2006. 240 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21299450>
11. Зубаревич Н. В., Сафонов С. Г. Неравенство социально-экономического развития регионов и городов России 2000-х годов: рост или снижение? Общественные науки и современность. 2013;(6):15-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21008618>
12. Морошкина М. В. Дифференциация российских регионов по уровню экономического развития. Проблемы прогнозирования. 2016;(4):109-114.
13. Костяев А. И., Летунов С. Б. Дифференциация сельских территорий по структуре и динамике производства продукции сельского хозяйства. Научное обозрение: теория и практика. 2018;(9):166-183.
14. Серков А. Ф., Амосов А. И., Никонова Г. Н. Экономические институты аграрного рынка (состояние и оценка). М.: ВНИИЭСХ, 2003. 73 с.
15. Кошелева Н. Н. Корреляционный анализ и его применение для подсчета ранговой корреляции Спирмена. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012;(5):23-26. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17825841>
16. Буфетова А. Н. Межрегиональные различия в уровне жизни в России. Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. 2014;14 (3):113-123. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22648921>

References

1. Marsden T., Sonmino R. Rural development and the regional state: Denying multifunctional agriculture in the UK. *Journal of Rural Studies*. 2008;24 (4):422-431. URL: http://www.academia.edu/2302653/Rural_development_and_the Regional_state_Denying_multifunctional_agriculture_in_the_UK
2. *Rol' zhivotnovodstva v ustoychivom razvitiu sel'skogo khozyaystva v interesakh prodovol'stvennoy bezopasnosti i pitaniya. Doklad Gruppy ekspertov vysokogo urovnya po voprosam prodovol'stvennoy bezopasnosti i pitaniya. Iyul' 2016 goda.* [The role of animal husbandry in the sustainable development of agriculture in the interests of food security and nutrition. Report of the High-level Expert Group on Food Security and Nutrition. July 2016]. Rim. 165 p. URL: <http://www.fao.org/3/mq860r/mq860r.pdf>
3. Ovchintseva L. A. *Rol' sel'skogo khozyaystva v razvitiu sela.* [The role of agriculture in rural development]. *Nikonovskie chteniya*. 2009;(14):91-93. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16751268>
4. Artemova E. I., Dement'eva A. A. *Rol' zhivotnovodstva v razvitii sel'skikh territoriy.* [The role of livestock in rural development]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya = Natural humanitarian studies*. 2020;29 (3):49-52. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2309-4788-2020-10228>
5. Bettencourt E., Tilman M., Narciso V., Carvalho M., Henriques P. The Livestock Roles in the Wellbeing of Rural Communities of Timor-Leste. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2015;53 (1):S063-S080. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790053s01005>
6. Byerlee D., Janvry A., Sadoulet E. Agriculture for Development: Toward a New Paradigm. *Annual Review of Resource Economics*. 2009;1:15-31. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.050708.144239>
7. Amerkhanov Kh. A., Miroshnikov S. A., Kostyuk R. V., Dunin I. M., Legoshin G. P. *Proekt «Kontseptsii ustoychivogo razvitiya myasnogo skotovodstva v Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda.* [Draft concept for the sustainable development of beef cattle breeding in the Russian Federation for the period up to 2030]. *Vestnik myasnogo skotovodstva = The Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017;(1 (97)):7-12. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28862794>
8. Petrikov A. V. *Politika sel'skogo razvitiya v Rossii: napravleniya i mekhanizmy.* [Rural development policy in Russia: directions and mechanisms]. *Nikonovskie chteniya*. 2019;(24):1-10. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41471135>
9. Mikheeva N. N. *Analiz differentsiatsii sotsial'no-ekonomicheskogo polozheniya rossiskikh regionov.* [Analysis of the differentiation of the socio-economic situation of Russian regions]. *Problemy prognozirovaniya*. 1999;(5):91-102. (In Russ.).
10. Kostyaev A. I. *Territorial'naya differentsiatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: voprosy metodologii i teorii.* [Territorial differentiation of agricultural production: issues of methodology and theory]. Saint-Petersburg: Izd-vo SPbGUEF, 2006. 240 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21299450>
11. Zubarevich N. V., Safronov S. G. *Neravenstvo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov i gorodov Rossii 2000-kh godov: rost ili snizhenie?* [The inequality of social and economic development of regions and cities of Russia of the 2000s: growth or decline?]. *Obshchestvennye nauki i sovremennost' = Social sciences and contemporary world*. 2013;(6):15-26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21008618>
12. Moroshkina M. V. *Differentsiatsiya rossiyskikh regionov po urovnu ekonomicheskogo razvitiya.* [Differentiation of Russian regions by the level of economic development]. *Problemy prognozirovaniya*. 2016;(4):109-114. (In Russ.).
13. Kostyaev A. I., Letunov S. B. *Differentsiatsiya sel'skikh territoriy po strukture i dinamike proizvodstva produktov sel'skogo khozyaystva.* [Differentiation of rural areas according to the structure and dynamics of agricultural production]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika*. 2018;(9):166-183. (In Russ.).
14. Serkov A. F., Amosov A. I., Nikanova G. N. *Ekonomicheskie instituty agrarnogo rynka (sostoyanie i otsenka).* [Economic institutions of the agricultural market (state and assessment)]. Moscow: VNIESKh, 2003. 73 p.
15. Kosheleva N. N. *Korreljatsionnyy analiz i ego primenie dlya podscheta rangovoy korreljatsii Spirmena.* [Correlation analysis and its application for calculating Spearman's rank correlation]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2012;(5):23-26. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17825841>
16. Bufetova A. N. *Mezhregional'nye razlichiyia v urovne zhizni v Rossii.* [Interregional differences in level of living in Russia]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*. 2014;14 (3):113-123. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22648921>

Сведения об авторах

Костяев Александр Иванович, доктор экон. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник Института аграрной экономики и развития сельских территорий, ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), ш. Подбельского, д. 7, г. Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4041-6935>

✉ **Никонова Галина Николаевна**, доктор экон. наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Института аграрной экономики и развития сельских территорий, ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), ш. Подбельского, д. 7, г. Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7605-0237>, e-mail: galekos@yandex.ru

Information about the authors

Alexander I. Kostyaev, DSc in Economics, professor, academician of RAS, chief researcher, Institute of Agricultural Economics and Rural Development, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), Highway Podbelskogo, 7, St. Petersburg, Russian Federation, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4041-6935>

✉ **Galina N. Nikonova**, DSc in Economics, professor, corresponding member of RAS, chief researcher, Institute of Agricultural Economics and Rural Development, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), Highway Podbelskogo, 7, St. Petersburg, Russian Federation, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7605-0237>, e-mail: galekos@yandex.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author

ХРОНИКА/CHRONICLE

О присуждении премии имени Н. В. Рудницкого 2021 года

Постановлением Президиума РАН от 8 июня 2021 г. *премия имени Николая Васильевича Рудницкого* присуждена коллективу авторов из Чувашского НИИСХ (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока): **Любови Венедиктовне Воробьевой**, кандидатам сельскохозяйственных наук **Маргарите Филипповне Фадеевой и Андрею Анатольевичу Фадееву – за разработку модели, селекцию и семеноводство адаптивных сортов сои северного экотипа.**

Научная деятельность авторов направлена на создание сортов сои, адаптивных к условиям северного земледелия. Разработана модель нового сорта сои северного экотипа, определены направления селекционного процесса, разработаны приоритетные требования к технологичности сортов. По результатам агроэкологических испытаний образцов мировой коллекции впервые подобраны родительские пары с хозяйственно ценными признаками и свойствами для включения в селекционный процесс по созданию сортов сои северного экотипа. Определены основные методы селекции, основанные на внутривидовой гибридизации и предусматривающие скрещивание различных географически отдаленных форм методом индуцированного мутагенеза, не имеющего аналогов применения в условиях 56° с. ш. Усовершенствована схема первичного семеноводства сои.

В результате многолетней работы селекционеров Чувашского НИИСХ созданы сорта сои со сниженной чувствительностью к фотопериоду, с промежуточным и индетерминантным типами роста, компактной средневетвистой архитектоникой куста, с высокими показателями «масса семян» и «содержание белка в семенах» и обладающие технологичностью при уборке.

В Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, включены сорта сои северного экотипа: ультраскороспелые Чера 1 и Памяти Фадеева, скороспелый Люмария. Государственное сортиспытание проходят скороспелые сорта Цивиль, Мерчен и Луция, которые в северных широтах не уступают по урожайности и качеству сортам сои, возделываемым в южных регионах и средней полосе России. Выведение сортов сои северного экотипа позволило расширить ареал возделывания этой ценной, универсальной, высокобелковой культуры.