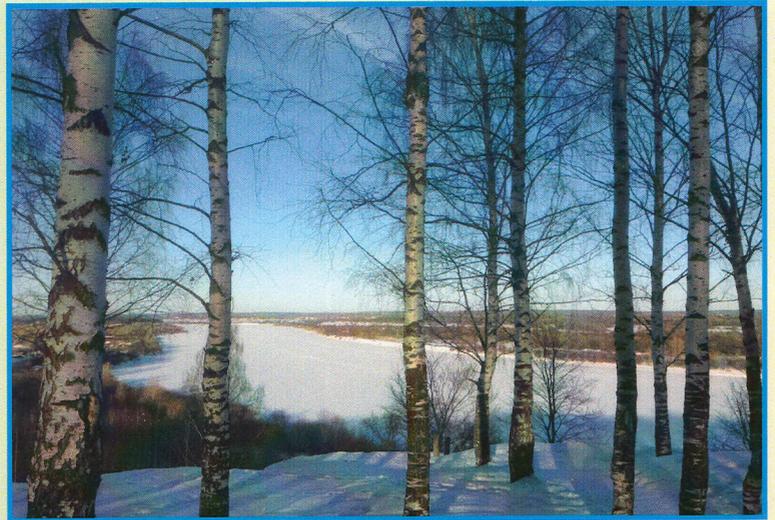


ISSN 2072-9081 (print)
ISSN 2500-1396 (online)

АГРАРНАЯ НАУКА ЕВРО-СЕВЕРО-ВОСТОКА

AGRICULTURAL SCIENCE EURO-NORTH-EAST

Научный журнал
Федерального аграрного
научного центра
Северо-Востока
имени Н. В. Рудницкого



Том 20
№ 6
2019

Vol. 20
No. 6
2019

© 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, 166а

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

Свидетельство
ПШ №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 хозяйств, при приоритетном освещении проблем рационального природопользования и адаптации агроэкосистем 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. 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 – Сысуюев 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., ученый секретарь научно-организационного отдела ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

Редакционный совет

- András Náhlik** профессор, ректор, Университет Шопрона, Институт охраны дикой природы и зоологии позвоночных, г. Шопрон, Венгрия
- Андреев Николай Руфеевич** д.т.н., чл.-корр. РАН, научный руководитель Всероссийского научно-исследовательского института крахмалопродуктов, г. Москва, Россия
- Andrzej Marczuk** д.т.н., профессор, декан факультета Люблинского природоведческого университета, г. Люблин, Польша
- 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
- Дётгева Светлана Владимировна** д.б.н., врио директора Института биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, 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
- 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
- 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, зав. отделом мониторинга состояния и использования осущаемых земель Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, г. Тверь, Россия
- Казакевич Пётр Петрович** д.т.н., профессор, чл.-корр. НАН Беларуси, зам. председателя Президиума НАН Беларуси, иностранный член РАН, г. Минск, Республика Беларусь
- Костяев Александр Иванович** д.э.н., профессор, академик РАН, главный научный сотрудник, руководитель отдела экономических и социальных проблем развития региональных АПК и сельских территорий Северо-Западного научно-исследовательского института экономики и организации сельского хозяйства, г. Санкт-Петербург, Россия
- Косолапов Владимир Михайлович** д.с.-х.н., профессор, академик РАН, директор Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса
- 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
- Li Yu** профессор, научный руководитель Цзилинского аграрного университета, иностранный член РАН, член Академии наук Китая, г. Чанчунь, Китай
- Никонова Галина Николаевна** д.э.н., профессор, чл.-корр. РАН, руководитель отдела прогнозирования трансформации экономических структур и земельных отношений Северо-Западного научно-исследовательского института экономики и организации сельского хозяйства, г. Санкт-Петербург, 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, AGRIS, Russian Science Citation Index (RSCI) на ведущей мировой платформе Web of Science, BASE, Dimensions, Ulrich's Periodicals Directory, DOAJ.

Полные тексты статей доступны на сайтах электронных научных библиотек: eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>; ЭНЦХБ: <http://www.cnshb.ru/elbib.shtm>; CYBERLENINKA: <https://cyberleninka.ru/>; журнала: <http://www.agronauka-sv.ru>

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.

Оформить подписку можно в любом почтовом отделении по каталогу «Пресса 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
13.12.2019 г.

Дата выхода в свет
26.12.2019 г.

Формат 60x84^{1/8}.

Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 13,95

Тираж 100 экз. Заказ 41.

Цена свободная

Отпечатано с оригинал-макета
Типография ФГБНУ ФАНЦ
Северо-Востока
610007, г. Киров, ул. Ленина, 166а

**Пашкина
Юлия Викторовна**

Kaisa Poutanen

Wazlaw Romaniuk

**Савченко
Иван Васильевич**

**Самodelкин
Александр
Геннадьевич**

**Сафонов Владимир
Георгиевич**

**Сисягин
Павел Николаевич**

**Титова
Вера Ивановна**

**Токарев
Антон Николаевич**

**Цой
Юрий Алексеевич
Ren Changzhong**

**Широких
Ирина Геннадьевна**

**Щенникова
Ирина Николаевна**

**Урбан
Эрома Петрович**

Semjons A. Ivanovs

**Алешкин Алексей
Владимирович**

**Брандорф
Анна Зиновьевна
Бурков Александр
Иванович**

**Егошина Татьяна
Леонидовна**

**Ивановский
Александр
Александрович**

**Козлова Людмила
Михайловна**

**Костенко Ольга
Владимировна**

**Рябова Ольга
Вениаминовна**

**Савельев Александр
Павлович**

**Шешегова
Татьяна Кузьмовна
Товстик Евгения
Владимировна**

**Филатов
Андрей Викторович
Баранов Александр
Васильевич**

**Юнусов Губейдулла
Сибяттулович**

д.в.н., Почетный работник ВПО РФ, профессор кафедры эпизоотологии, паразитологии и ветсанэкспертизы Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, г. Нижний Новгород, Россия

профессор VTT технического исследовательского центра Финляндии, г. Эспоо, Финляндия

д.т.н., профессор, Технологического-природоведческого института, г. Варшава, Польша

д.б.н., профессор, академик РАН, главный научный сотрудник отдела растительных ресурсов Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва, Россия

д.б.н., профессор, заслуженный ветеринарный врач РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия

д.б.н., профессор, чл.-корр. РАН, главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров, Россия

д.в.н., профессор, чл.-корр. РАН, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия

д.с.-х.н., профессор, заслуженный агрохимик РФ, зав. кафедрой агрохимии и агроэкологии Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, г. Нижний Новгород, Россия

д.в.н., доцент, зав. кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Россия

д.т.н., профессор, чл.-корр. РАН, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия

Президент Байченской академии сельскохозяйственных наук (КНР), иностранный член РАН, г. Байчен, Китай

д.б.н., ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией биотехнологии растений и микроорганизмов ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, профессор Вятского государственного университета, г. Киров, Россия

д.с.-х.н., доцент, чл.-корр. РАН, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

д.с.-х.н., профессор, чл.-корр. НАН Беларуси, заместитель генерального директора по научной работе Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию

д.т.н., Латвийский университет естественных наук и технологий, г. Елгава, Латвия

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор кафедры промышленной безопасности и инженерных систем Вятского государственного университета, г. Киров, Россия

д.с.-х.н., врио директора Федерального научного центра по пчеловодству, г. Рыбное, Россия

д.т.н., профессор, заслуженный изобретатель РФ, главный научный сотрудник, зав. лабораторией зерно- и семяочистительных машин ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

д.б.н., профессор, зав. отделом экологии и ресурсосведения Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров, Россия

д.в.н., ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией ветеринарной биотехнологии ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

д.с.-х.н., ведущий научный сотрудник, зав. отделом земледелия, агрохимии и мелиорации ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

к.э.н., доцент, врио проректора по экономике и инновациям Вятской государственной сельскохозяйственной академии, г. Киров, Россия

к.б.н., доцент кафедры микробиологии Пермской государственной фармацевтической академии, г. Пермь, Россия

д.б.н., старший научный сотрудник отдела экологии животных Всероссийского научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б. М. Житкова, г. Киров, Россия

д.б.н., старший научный сотрудник, зав. лабораторией иммунитета и защиты растений ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

к.б.н., доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии, с.н.с. центра компетенций и экологических технологий и систем, Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

д.в.н., профессор кафедры экологии и зоологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии, г. Киров, Россия

д.б.н., профессор, г. Кострома, Россия

д.т.н., профессор кафедры механизации производства и переработки с.-х. продукции Аграрно-технологического института Марийского государственного института, заслуженный работник сельского хозяйства Республики Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Россия

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

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

Certificate
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 agroecosystems 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

- REVIEW ARTICLE
- ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES
(Plant growing. Storage and processing of agricultural production. Fodder production. Agriculture, agrochemistry, land improvement. 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, the Honored worker of a science of the Russian Federation, academic advisor of the FARC North-East, Kirov, Russia

The deputy editor-in-chief – Natalya E. Rubtsova, Cand. of Sci. (Agricultural), the senior lecturer, head of scientific and organizational Department of the FARC North-East, Kirov, Russia

The responsible secretaries: Natalia N. Soboleva, the engineer of scientific and technical information of the FARC North-East, Kirov, Russia,

Natalya V. Veselova, Cand. of Sci. (Agricultural), the scientific secretary of the scientific and organizational Department of the FARC North-East, Kirov, Russia

Editorial council

- András Náhlik** The professor, rector, University of Sopron, Institute of Wildlife Management and Vertebrate Zoology, Sopron, Hungary
- 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
- Andrzej Marczuk** Dr. of Sci. (Engineering), professor, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland
- Vygar 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 education and science of Russia, 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), the professor, the director of Mordovian Agricultural Research Institute, 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
- 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
- Eduard D. Dzhavadov** Dr. of Sci. (Veterinary), professor, academician of RAS, Honored worker of science of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine", St. Petersburg, Russia
- Sergey P. Eremín** 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), the professor, corresponding member of RAS, the All-Russia scientific research institute of agricultural use of the reclaimed lands, Tver, 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
- Aleksandr I. Kostjaev** Dr. of Sci. (Economics), the professor, academician of RAS, main researcher, of North-West scientific research institute of economy and the organization of agriculture, St. Petersburg, Russia
- 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
- Ivan M. Kulikov** Dr. of Sci. (Economics), the professor, academician of RAS, the director of the All-Russia breeding-and-technology institute of gardening and plant rearing, 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
- Li Yu** The professor, the director of Institute of mycology of Jilin agrarian university, a foreign member of RAS, Changchun, China
- Galina N. Nikonova** Dr. of Sci. (Economics), the professor, corresponding member of RAS, North-West scientific research institute of economy and the organization of agriculture, St. Petersburg, Russia

The Journal 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

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 magazine: <http://www.agronauka-sv.ru>

Publisher and editorial address: 610007, Kirov, Lenina 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

Signed for printing
13.12.2019.

Date of exit to light
26.12.2019.

Format 60x84^{1/8}.

Offset paper.

Cond. peps. I. 13.95

Circulation 100 copies. Order 41.
Price available.

Printed from the layout Typography
FGBNU FANTS Northeast. 610007,
Kirov, Lenina str., 166a

- 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
- Kaisa Poutanen** Dr. of Sci. (Engineering), Academy Professor, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland
- Wazlaw Romanjuk** Dr. of Sci. (Engineering), the professor, Tehnological-and-naturalists' institute, Warsaw, Poland
- Ivan.V. Savchenko** Dr. of Sci. (Biology), the professor, academician of RAS, main researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia
- Aleksandr G. Samodelkin** Dr. of Sci. (Biology), the professor, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
- Vladimir G. Safonov** Dr. of Sci. (Biology), the professor, corresponding member of RAS, All-Russian Scientific Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russia
- Pavel N. Sisjagin** Dr. of Sci. (Veterinary), the professor, corresponding member of RAS, Nizhny 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), Head of the Department of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine", St. Petersburg, Russia
- Yu. A. Tsoy** Dr. of Sci. (Engineering), the professor, corresponding member of RAS, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia
- Changzhong Ren** President of the Baicheng Academy of Agricultural Sciences (China), a foreign member of RAS, Baicheng, China
- Irina G. Shirokikh** 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
- 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
- Semjons A. Ivanovs** Dr. of Sci. (Engineering), Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, Latvia

Editorial Board

- 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), Acting Director, Federal Research Center for Beekeeping, Rybnoc, Russia
- Aleksandr I. Burkov** Dr. of Sci. (Engineering), the professor, main researcher, the Honored inventor of the Russian Federation, the head of Laboratory of grain- and seed-cleaning machines of the 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
- Aleksandr A. Ivanovsky** Dr. of Sci. (Biology), the head of Laboratory of veterinary biotechnology of the FARC North-East, Kirov, Russia
- Lyudmila M. Kozlova** Dr. of Sci. (Agricultural), the head of Department of agriculture, agrochemistry and land improvement of the FARC North-East, Kirov, Russia
- Olga V. Kostenko** Cand. of Sci. (Economics), actina pro-ректор for Economy and Innovation of Vjatka State Agricultural Academy, Kirov, Russia
- Olga V. Ryabova** Cand. of Sci. (Biology), associate Professor of Microbiology, Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Perm state pharmaceutical Academy", Perm, Russia
- Aleksander P. Saveliev** Dr. of Sci. (Veterinary), senior researcher, the Department of Animal Ecology, Professor Zhitkov Federal State Budgetary Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov, Russia
- Tatyana K. Sheshegova** Dr. of Sci. (Biology), the head of Laboratory of immunity and plants protection of the FARC North-East, Kirov, Russia
- Yevgeniya 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, Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, Russia
- Aleksandr V. Baranov** Dr. of Sci. (Biology), the professor, Kostroma, Russia
- Gubeidulla S. Junusov** Dr. of Sci. (Engineering), the professor, Agrarian-and-technological institute of Mari State University, the Honored worker of agriculture of Republic of Mary El, Yoshkar-Ola, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ

- А. В. Баранов, Н. Ю. Парамонова, Н. С. Баранова, Т. Ю. Гусева, А. А. Королев, Д. С. Казаков*
Костромская порода крупного рогатого скота в новом столетии: состояние и перспективы. 533

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- А. С. Попов*
Нормы высева семян озимой пшеницы Лазурит в зависимости от предшественников и сроков посева в условиях Ростовской области..... 548
- А. В. Алабушев, Т. С. Макарова, Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, О. А. Дубинина*
Параметры пластичности и стабильности сортов озимой твердой пшеницы по различным предшественникам в условиях Ростовской области..... 557
- И. Ю. Иванова, Л. В. Волкова*
Изменчивость хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности..... 567
- О. Н. Башлакова, Н.Ф. Синцова*
Оценка селекционных номеров картофеля по комплексу признаков в условиях Кировской области..... 575
- М. Н. Грипась, Е. Г. Арзамасова, Е. В. Попова*
Результаты изучения перспективных сортов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании..... 585

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ

- С. А. Замятин, А. Ю. Ефимова, С. А. Максуткин*
Влияние полевых севооборотов на накопление пожнивно-корневых остатков в пахотном слое дерново-подзолистой почвы..... 594
- А. М. Асатурова, Н. А. Жевнова, А. А. Цыгичко, В. В. Аллахвердян, А. И. Хомяк, Е. Ю. Бондарчук, К. Ю. Саенко, М. М. Астахов, Е. А. Гырнец, М. В. Штерниис*
Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и их смесей с органоминеральными удобрениями на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника..... 602
- А. К. Свечников*
Накопление пожнивно-корневых остатков и питательных элементов в кормовых севооборотах..... 613
- Д. А. Кузнецов, Г. Н. Ибрагимова, А. Д. Калинина*
Влияние способов применения азотных удобрений на развитие листовой поверхности растений овса..... 623

ЭКОНОМИКА

- А. И. Костяев, Е. А. Шепелева*
Продовольственные цепочки с короткими поставками в развитии сельских территорий..... 632

- ХРОНИКА**..... 645

CONTENTS

REVIEWS

- Aleksander V. Baranov, Natalya Yu. Paramonova, Nadezhda S. Baranova, Natalya Yu. Guseva, Anton A. Korolev, Dmitry S. Kazakov*
Kostroma cattle breed in the new century: the state and the prospects (review)..... 533

PLANT GROWING

- Aleksey S. Popov*
Lazurit winter wheat seeding rates in dependence to the predecessors and time of sowing in the Rostov region. 548
- Andrey V. Alabushev, Tatyana S. Makarova, Nina E. Samofalova, Nina P. Ilichkina, Olga A. Dubinina*
Parameters of adaptability and stability of winter durum wheat varieties according to various forecrops in the Rostov region..... 557
- Inga Yu. Ivanova, Lyudmila V. Volkova*
Variability of economically valuable traits of spring wheat and their contribution to productivity stabilization..... 567
- Olga N. Bashlakova, Nina F. Sintsova*
The assessment of selection numbers of potato according to the combination of traits in the conditions of Kirov region..... 575
- Maria N. Gripas, Ekaterina G. Arzamasova, Eugenia V. Popova*
The results of study of red clover promising varieties in competitive varietal trial..... 585

AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY, LAND IMPROVEMENT

- Sergei A. Zamyatin, Aleksandra Yu. Efimova, Sergey A. Maksutkin*
The influence of field crop rotations on the accumulation of crop-root residues in the arable layer of sod-podzolic soil..... 594
- Anzhela M. Asaturova, Natalya A. Zhevnova, Aleksandra A. Tsygichko, Valeria V. Allahverdyan, Anna I. Khomyak, Elena Yu. Bondarchuk, Ksenia Yu. Saenko, Mikhail M. Astakhov, Evgeny A. Gyrnets, Margarita V. Shternshis*
The effect of laboratory samples of new biological products and their mixtures with organomineral fertilizers on growth and development of winter wheat and sunflower plants..... 602
- Alexander K. Svechnikov*
Accumulation of root-stubble residues and nutrients in feed crop rotations..... 613
- Dmitri A. Kuznetsov, Galina N. Ibragimova, Antonina D. Kalinina*
The effect of nitrogen fertilizer application methods on the development of leaf surface of oat plants..... 623

ECONOMICS

- Alexander I. Kostyaev , Evgenia A. Shepeleva*
Short supply food chains in rural development..... 632

- CHRONICLE**..... 645

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.533-547>
УДК 636.082.13: 636.2



Костромская порода крупного рогатого скота в новом столетии: состояние и перспективы (обзор)

© 2019. А. В. Баранов, Н. Ю. Парамонова, Н. С. Баранова ,
Т. Ю. Гусева, А. А. Королев, Д. С. Казаков

ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Кострома, Российская Федерация

В статье отражено современное состояние и определены перспективы развития костромской породы крупного рогатого скота. Создание и совершенствование породы дало предпосылки к формированию и дальнейшему развитию породообразования в отечественной и мировой зоотехнической науке. В последние годы численность скота костромской породы, несмотря на ценные хозяйственно полезные качества, необоснованно сокращается. В то же время, в Костромской области имеются перспективы для сохранения ценного генофонда одной из лучших отечественных пород молочно-мясного направления продуктивности. В результате целенаправленной селекционно-племенной работы при использовании бурых швицких быков создан заводской молочный тип «Караваевский КК-1». В настоящее время от коров-рекордисток костромской породы получают до 12000 кг молока за лактацию. Молоко коров костромской породы имеет высокое содержание белка и жира. Животные обладают хорошими мясными качествами, высокой резистентностью к ряду заболеваний, крепким копытным рогом, легко адаптируются к интенсивным технологиям, имеют хорошую плодовитость и высокое продуктивное долголетие. Для сохранения костромской породы необходимо ежегодно ставить на проверку и накопление спермы 8-10 быков 8 плановых линий и родственных групп. Следует предусмотреть восстановление ранее созданных линий с высоким генетическим потенциалом. Важно выявлять и активно использовать производителей-улучшателей, выведенных в собственных племенных хозяйствах; проводить линейную оценку быков и дочерей-первотёлок по типу телосложения с целью более грамотного подбора. Кроме общепринятых форм и методов селекции, необходимо продолжать иммуногенетический контроль достоверности происхождения племенных животных и внедрять современные методы ДНК-технологий по оценке племенных и продуктивных качеств скота, что позволит выявить ценные генетические комплексы у лучших племенных животных, и, тем самым, в 1,5-2 раза ускорить селекционные процессы.

Ключевые слова: создание породы, хозяйственно полезные качества, уникальность, селекция

Благодарности: работа выполнена в рамках темы научно-исследовательской работы факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО Костромской ГСХА.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Баранов А. В., Парамонова Н. Ю., Баранова Н. С., Гусева Т. Ю., Королев А. А., Казаков Д. С. Костромская порода крупного рогатого скота в новом столетии: состояние и перспективы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):533-547. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.533-547>

Поступила: 14.08.2019

Принята к публикации: 06.12.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

Kostroma cattle breed in the new century: the state and the prospects (review)

© 2019. Aleksander V. Baranov, Natalya Yu. Paramonova, Nadezhda S. Baranova ,
Natalya Yu. Guseva, Anton A. Korolev, Dmitry S. Kazakov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», Kostroma, Russian Federation

The article reflects the current state and the prospects of the Kostroma cattle breed development. The creation and improvement of the breed anticipated the formation and further breed development in the domestic and world zoo technical science. In recent years, the number of Kostroma cattle breed has been unreasonably reducing despite its economic valuable traits. At the same time in the Kostroma region there are prospects for preserving the valuable gene pool of one of the best domestic dairy and meat cattle breeds. As a result of directed selection and breeding work with the use of Brown Swiss bulls, a stud milk breed "Karavaevsky KK-1" has been developed. At present cow-champions of the Kostroma breed give up to 12,000 kg of milk per lactation. The milk of the Kostroma breed cows has a high content of protein and fat. The animals of Kostroma breed have good meat qualities, high resistance to a number of diseases, strong ungulate horn, easy adaptability to intensive technologies, good fertility and high productive longevity. To save the Kostroma breed it is important to put on 8-10 bulls of 8 planned lines and related groups for the validation and accumulation of sperm every year. The restoration of

previously created lines with high genetic potential should be foreseen. It is necessary to identify and actively use the stud bulls bred in their own breeding farms; to conduct a linear assessment of bulls and daughter heifers by body type for more competent selection. In addition to the generally accepted forms and methods of selection, it is necessary to continue immunogenetic control of the authenticity of the origin of breeding animals and introduce modern methods of DNA technology to assess the breeding and productive qualities of cattle, which will reveal valuable genetic complexes in the best breeding animals and thus 1.5-2 times accelerate the selection processes.

Key words: *breed development, economic valuable traits, uniqueness, selection*

Acknowledgement: the work was carried out within the theme of the research work of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy.

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

For citations: Baranov A. V., Paramonova N. Yu., Baranova N. S., Guseva N. Yu., Korolev A. A., Kazakov D. S. Kostroma cattle breed in the new century: the state and the prospects. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):533-547. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.533-547>

Received: 14.08.2019

Accepted for publication: 06.12.2019

Published online: 16.12.2019

Одной из лучших отечественных пород молочно-мясного направления продуктивности – костромская, созданная трудом животноводов за рекордно короткое время, в 2019 году исполняется 75 лет. До 60-х годов прошлого века основным методом совершенствования породы было разведение по линиям, что привело к сокращению ее генетического разнообразия. Селекционерами было принято решение по прилитию крови родственной бурой швицкой породы американской селекции. Это позволило обогатить генофонд костромской породы и сохранить высокое качество молока. Результатом 20-летней целенаправленной селекционной работы ученых, специалистов и животноводов стало создание нового заводского молочного типа «Караваяевский КК-1». К сожалению, поголовье скота костромской породы в настоящее время необоснованно сокращается. В то же время, важно максимально сохранить генетические ресурсы имеющихся местных пород животных, что связано с культурными традициями, продовольственной безопасностью и устойчивым развитием сельского хозяйства. В связи с этим необходимы радикальные меры по оценке и сохранению малочисленных пород [1, 2].

Цель работы – показать племенную и хозяйственную ценность костромской породы крупного рогатого скота, отразить историю создания породы, состояние и перспективы дальнейшей работы по совершенствованию ее племенных и продуктивных качеств.

Материал и методы. Материалом для исследований послужили исторические сведения и данные многолетних исследований ученых и селекционеров, принимавших участие в работе с костромской породой крупного рогатого скота. В процессе работы использованы общенаучные и зоотехнические методы.

Результаты и их обсуждение. Костромская порода крупного рогатого скота выведена методом сложного воспроизводительного скрещивания.

Согласно историческим данным, основная часть работы по созданию новой породы проводилась в период с 1934 по 1944 год. Созданию костромской породы благоприятствовали природно-климатические условия и социально-экономические предпосылки. В зоне улучшения местного скота по берегам реки Волги, где постепенно накапливался племенной материал, послуживший основой для создания новой породы, имелись богатые пойменные луга, строилась железная дорога и промышленные предприятия, происходил рост городов и городского населения. Последнее вызвало увеличение спроса на продукцию животноводства [3].

Можно выделить несколько этапов выведения породы [3]. В начале XIX века для улучшения местного скота использовали быков холмогорской породы. В результате было создано костромское отродье холмогорского скота. Позднее, в 70-е годы XIX столетия, в Костромскую губернию с целью повышения молочной продуктивности завозили производителей айрширской, вильстермаршской, симментальской пород, швицкого и альгаузского отродий бурого швицкого скота. Итогом стало формирование двух помесных групп: мисковского и бабаевского скота.

Мисковский скот формировался под влиянием айрширской и вильстермаршской пород в верховьях реки Костромы (зона маслodelия). Этот скот, представленный преимущественно животными красно-пестрой масти, имел тип молочно-мясного скота и отличался хорошей жирномолочностью при невысокой продуктивности [4].

Бабаевский скот образовался при использовании альгаузского отродья бурого швицкого скота и незначительного числа швицких производителей, получил название по Николо-Бабаевскому монастырю. Завозимый в Костромской уезд альгаузский скот был светло-серой и светло-бурой масти с более выраженными признаками молочности [5].

С 1899 по 1910 год из Швейцарии и стада Петровско-Разумовской сельскохозяйственной академии поступили быки швицкой породы. В результате был создан большой массив помесных животных [5]. В 1911-1912 гг. повторно завезли швицких быков для поглотительного скрещивания с помесями первого поколения. Позднее на бабаевской группе животных (1912-1918 гг.) продолжили использование швицких производителей.

В 1920 году был организован совхоз «Караваяево», в котором началась углубленная племенная работа по созданию высокопродуктивного стада. поголовье первоначально было представлено помесным швицизированным скотом неизвестного происхождения. Завоз быков швицкой породы продолжался [6]. В 1928 г. из стада Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева был завезен бык швицкой породы Артист ИШ-55, с которым связана генеалогическая «революция» в породе. От Артиста и коровы Симпатия в 1932 г. получили корову-рекордистку Схема, давшую за 305 дней 5-й лактации 10534 кг молока с содержанием жира 4,67%. Ее пожизненный удой за 12 лактаций составил 100061 кг молока. Мужские потомки быка Артиста стали родоначальниками линий костромской породы: Сим, Суровый, Силач, Салата, Ник, Оград [7].

Работа по созданию новой породы продолжалась. Совхоз «Караваяево» в 1932 г. преобразовали в племенное хозяйство, провели оценку коров, организовали учет их происхождения и продуктивности. В 1934 г. был организован Костромской госплемрассадник (ГПР) швицкого скота на базе племенных ферм. Работа госплемрассадника началась с организации ежемесячного контроля удоя и содержания жира в молоке, присвоения индивидуальных номеров животным, налаживалось ведение записей в заводских книгах. Выявление происхождения животных и их продуктивных качеств позволило перейти к племенной оценке коров и быков, к отбору и подбору в пары лучших животных [8].

Многочисленные исследования ученых показали, что использование только швицких быков привело к снижению у потомков содержания жира в молоке. Поэтому селекционеры приняли решение использовать помесных быков (метод разведения «в себе»). Таким путем формировался общий массив новой породы скота [5, 9, 10, 11].

Центральным местом по улучшению местного скота и созданию новой отечественной породы крупного рогатого скота стал племенной совхоз «Караваяево» Костромской области, в котором скот отличался растянутостью средней трети туловища, большим объемом вымени и хорошей выраженностью всех экстерьерных признаков молочности, а также сочетанием высоких удоев с повышенным содержанием жира в молоке. Становилось очевидным, что, хотя «Караваяево» продолжало считаться племсовхозом швицкого скота, в нем фактически сформировалась новая порода. Одновременно с племенной работой принимались меры для улучшения кормовой базы: распахивались неудобья и вырубался кустарник под посевы кормовых культур, увеличилась доля концентратов. В 1940 г. удой на фуражную корову достиг 6310 кг молока. Росла продуктивность скота и на колхозных фермах Костромского госплемрассадника.

В последующие годы происходило формирование генеалогической структуры породы на основе потомков, полученных от высокоценных производителей, используемых в лучших племенных стадах. Работа была начата с размножения потомства четырех высокопродуктивных коров: Беляны, Послушницы II, Кометы и Симпатии. Животные от первых двух коров имели большую живую массу и высокие удои, а от третьей и четвертой сочетали высокие удои и содержание жира в молоке [6].

Организация интенсивного раздоя коров показала, что животные стада способны давать рекордные удои при улучшении их кормления и содержания. От коровы Послушница II (мировой рекордистки) за 300 дней 6-й лактации надоили 14115 кг молока. Многие коровы стали рекордистками по долголетней продуктивности: в возрасте 22-23 года они сохраняли высокие удои – до 5000 кг молока в год. Пожизненный удой коров Опытница, Краса, Катя и других достигал 100-120 тыс. кг молока, содержание жира в молоке ряда коров доходило до 5,0%, а суточный удой коров-рекордисток достигал 65 кг молока. Для

сохранения и развития ценных качеств выдающихся коров разводили только «в себе», используя для этого быков от своих рекордисток [6, 12].

Работа по созданию новой молочно-мясной породы крупного рогатого скота завершилась в 1944 г. В приказе № 1121 по Народному Комиссариату земледелия Союза СССР за подписью Наркома земледелия СССР А. Андреева говорилось о присвоении выведенной породе крупного рогатого скота наименования «Костромская». Ведущим селекционным стадом стал племенной совхоз «Караваяево», а основными племенными стадами – колхозы «12 Октябрь» и им. Молотова Саметского сельского совета Костромского района Костромской области [9, 13].

Авторами породы признаны старший зоотехник племсовхоза «Караваяево» С. И. Штейман, директор племсовхоза «Караваяево» В. А. Шаумян, директор-селекционер Костромского госплемрассадника Н. А. Горский, селекционер племсовхоза «Караваяево» А. Д. Митропольская и заведующая МТФ колхоза «12 Октябрь» П. А. Малинина [9, 13].

До настоящего времени актуальны все нововведения, которые были разработаны и внедрены специалистами в племенном совхозе «Караваяево»: метод «холодного» выращивания телят; подготовка коров и нетелей к отелу и раздой коров; улучшение кормовой базы; установление сроков осеменения коров после отела; работа с кадрами и другие.

Значительные успехи племенных хозяйств, где разводилась костромская порода скота, и особенно рекордные показатели продуктивности коров племсовхоза «Караваяево», вызвали большой интерес к породе. Костромская порода стала быстро распространяться: скот вывозился в Ивановскую, Смоленскую, Тульскую и Владимирскую области РСФСР, в Витебскую и Могилевскую области Белоруссии, в Татарскую АССР и Марийскую АССР и др. В 1944 г. при утверждении костромской породы численность скота составляла 18 тыс. голов, а в 1974 г. уже 865,6 тыс., т. е. увеличилась более чем в 48 раз [9].

Основным методом совершенствования породы было чистопородное разведение по линиям. В то же время, в середине прошлого века в ряде стад использовались быки джерсейской и швицкой пород (венгерской и авст-

рийской селекции), с 1972 г. – бурой швицкой породы американской селекции [9, 14].

Первые опыты по использованию бурых швицких быков американской селекции для повышения молочной продуктивности и улучшения экстерьерных показателей коров костромской породы стали проводиться с 1972 г. под руководством доктора с.-х. наук, профессора А. А. Ильинского и начались с завоза спермы быков Гамблер 160083 и Султан 157737. При использовании этих быков получили дочерей с продуктивностью больше, чем у сверстниц, по удою на 29,5%, а по продукции молочного жира – на 37,7%. Было принято решение о продолжении работы в этом направлении, поставлена цель – создать молочный тип скота костромской породы [9].

В результате дальнейшей целенаправленной селекционной работы 25 мая 1994 года был зарегистрирован заводской молочный тип скота костромской породы с присвоением названия «Караваяевский КК-1». Продуктивность коров по наивысшей лактации составила 6008 кг молока, с содержанием жира и белка 4,03 и 3,69% соответственно [11].

В настоящее время костромскую породу крупного рогатого скота разводят в Костромской, Ивановской, Московской и Владимирской областях. По итогам бонитировки 2018 г. поголовье крупного рогатого скота костромской породы во всех хозяйствах Российской Федерации составило 9317 гол., в том числе коров – 5841 гол. Средний удой был 5920 кг молока; МДЖ – 4,07%; МДБ – 3,21%; живая масса – 528 кг. В племенных хозяйствах насчитывалось 4982 гол. данной породы, в том числе 3044 коровы с показателями продуктивности в племенных заводах: 6964 кг, 4,24%, 3,30%, 543 кг и в племенных репродукторах: 6192 кг, 4,03%, 3,24%, 553 кг соответственно¹.

Сегодня рынок внес свою лепту в конкурентоспособность костромской породы без учета ее ценных признаков и адаптационных возможностей. Быстрое распространение чёрно-пёстрой породы скота и голштинизация практически всех пород в нашей стране привели к сокращению генофонда скота костромской породы. Если в советские времена в РФ на долю костромской породы приходилось 1,4% от поголовья крупного рогатого скота, то в новом тысячелетии около 0,35% [11].

¹Амерханов Х. А., Шичкин Г. И., Чернов В. В. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2018 год). М., 2019. С. 18.

Численность скота костромской породы среди разводимых пород в Костромской области в 2000 г. составляла 91,7%, а к 2018 г. – 63% [15]. В настоящее время в области, кроме костромской породы, разводят черно-пеструю, ярославскую, голштинскую и айрширскую.

По итогам бонитировки 2018 г., в племенных хозяйствах Костромского региона оценено 3393 гол., в т. ч. 1968 коров. В племенных заводах удой на корову составил 6729 кг с массовой долей жира 4,29% и белка 3,34%, с живой массой 546 кг, в племенном репродукторе: 6047 кг, 3,90%, 3,21%, 563 кг соответственно².

В Костромской области сосредоточен ценный генофонд костромской породы. Ежегодно проводится корректировка и разработка новых планов селекционно-племенной работы для племенных хозяйств области. За основу работы с породой принят «План селекционно-племенной работы с костромской породой крупного рогатого скота в Костромской области на 2015-2024 годы», разработанный коллективом авторов³.

Данные по молочной продуктивности коров за 2018 год в племенных хозяйствах Костромской области представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров костромской породы в племенных хозяйствах Костромской области за 2018 г.⁴

Table 1 – Milk productivity of Kostroma breed cows in the breeding farms of Kostroma region in 2018⁴

Племенное хозяйство / Breeding farm	Число коров, гол. / The number of cows, heads	Удой, кг/ Milk yield, kg	Содержание жира / Fat content		Содержание белка / Protein content	
			%	кг	%	кг
Племенные заводы / Pedigree farms						
ОАО «Племзавод «Каравaeво» / ОАО «Plemzavod «Karavaevo»	800	7529	4,26	320,7	3,37	253,7
СПК «Колхоз «Родина» / SPK Collective farm «Rodina»	450	6008	3,96	237,9	3,23	194,1
СПК «Гридино» / Agricultural production cooperative «Gridino»	425	6311	4,70	296,6	3,40	214,6
Племенной репродуктор / Breeding multiplication farm						
ООО «Агрофирма «Планета» / ООО «Agrofirma «Planeta»	293	6047	3,90	235,8	3,21	194,1

В 2019 году статус племенного репродуктора по костромской породе получило ООО «Минское» Костромского района Костромской области.

Генеалогическая структура породы представлена костромскими линиями (Ладка КТКС-253, Курса ИКС-161, Пика КТКС-419, Салата КТКС-83, Каро КТКС-101, Ограда ВДКС-24, Силача КТКС-84, Бархата ВДКС-6, Банана КТКС-383) и родственными группами, полученными на основе использования швицких быков импортной селекции (группы Мастера 106902, Меридиана 90927, Концентрата 106157, Леирда 71151, Батлера 107206, Хилла 76059) [15].

По Центральному федеральному округу костромская порода крупного рогатого скота занимает первое место по пожизненной продуктивности и третье место по качеству молока и продукции на 100 кг живой массы. В современных условиях от коров-рекордисток костромской породы получают до 12000 кг молока и больше за лактацию. Более 100 коров в племенных заводах Костромской области имеют удои свыше 9000 кг молока за лактацию. В ведущем племзаводе «Каравaeво» только за последние годы были выращены и раздоены десятки коров до рекордных показателей продуктивности (табл. 2) [16].

²Там же. С. 53.

³План селекционно-племенной работы с костромской породой крупного рогатого скота в Костромской области на 2015-2024 годы / Шалугин Б. В. [и др.]. Кострома, 2014. 188 с.

⁴Амерханов Х.А., Шичкин Г.И., Чернов В.В. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2018 год). М., 2019. С. 53.

Таблица 2 – Коровы-рекордистки костромской породы стада ОАО «Племзавод «Каравaeво» /
Table 2 – Kostroma breed cow-champions of ОАО «Plemzavod «Karavaevo» herd

Кличка и индивидуальный номер коровы / Cow name and individual number	Номер лактации / Lactation number	Молочная продуктивность за наивысшую лактацию / Milk production for the highest lactation		
		удой, кг / milk yield, kg	содержание жира, % / fat content, %	содержание белка, кг / protein content, kg
Лу́жа 2484 / Luzha 2484	1	11827	3,96	3,36
Тюль 1235 / Tyul' 1235	1	11283	3,77	3,39
Лаванда 2682 / Lavanda 2682	1	11013	3,99	3,20
Лава 1320 / Lava 1320	1	10103	3,79	3,52
Креница 9812 / Krinitsa 9812	2	10475	4,00	3,23
Догадка 1128 / Dogadka 1128	2	10115	4,26	3,59
Королева 442 / Koroleva 442	3	10302	4,07	3,36
Имбирка 847 / Imbirka 847	3	10057	4,06	3,28
Селитра 9904 / Selitra 9904	3	9012	5,34	3,32
Барменша 8597 / Barmensha 8597	4	12326	3,61	3,36
Ледышка 535 / Ledyshka 535	5	12010	4,14	3,72
Клеенка 928 / Kleenka 928	5	10175	4,00	3,42

Одна из них, корова Тюль 1235, была представлена в г. Москве на ВДНХ (рис. 1).



Рис.1. Корова Тюль 1235 /
Fig. 1. Cow Tyul 1235

От коровы Лу́жа 2484 за 305 дней 1 лактации получили 11827 кг молока с содержанием жира 3,96% и белка 3,36%, от коровы Догадка 1128 по 2 лактации удой составил 10115 кг молока с жирностью 4,26% и белкомолочностью 3,59%, от коровы Барменша 8597 по 4 лактации удой был 12326 кг молока, жирностью 3,61% и белкомолочностью 3,36% [16]. Эти данные свидетельствуют о высоком генетическом потенциале молочной продуктивности коров костромской породы. Много коров-рекордисток костромской породы по пожизненной молочной продуктивности, которые являются «золотым» фондом племенных хозяйств и породы (табл. 3) [16].

Сегодня лучшей по пожизненному удою является корова Доставка 6922 из племенного завода «Каравaeво», от которой за 10 лактаций получили 102427 кг молока с содержанием жира 3,95% и 4016 кг молочного жира.

Селекционеры при работе с костромской породой обращают внимание не только на величину удою, но и на состав молока. Оценка качественного состава молока осуществляется в лаборатории на базе Регионального информационно-селекционного центра (РИСЦ) при Костромской ГСХА. Пищевая ценность молока во многом определяется наличием в нем разных типов белков. Из молока коров, которое характеризуется хорошим соотношением вариантов каппа-казеина, можно приготовить на 6% больше сыра. Исследования ДНК животных костромской породы показали, что частота встречаемости В-аллеля составляет более 60%, в то время как у животных отдельных пород не превышает 10-20% [17, 18, 19].

Молоко коров, несущих в генотипе В-аллель каппа-казеина, является более предпочтительным для производства твердых сыров по сравнению с А-аллельным вариантом [20, 21, 22]. Если каппа-казеин достаточно хорошо изучен и известен, то бета-казеин и его аллельные варианты (А1 и А2) привлекают все большее внимание как со стороны производителей, так и потребителей. Среди быков-производителей бурых пород, к которой относится и костромская, частота встречаемости носителей генотипа А2А2 составляет 41%, А1А1 – 6%,

Таблица 3 – Рекордистки костромской породы по пожизненной молочной продуктивности /
Table 3 – Kostroma breed cow-champions according to life time milk production

Кличка и индивидуальный номер коровы / Cow name and individual number	Число лактаций / The number of lactations	Удой, кг / Milk yield, kg	Содержание жира / Fat content	
			%	кг
Доставка 6922 / Dostavka 6922	10	102427	3,95	4016
Клеопатра 6981 / Kleopatra 6981	11	99395	4,10	4092
Ступа 4475 / Stupa 4475	10	93523	3,92	3666
Карина 2222 / Karina 2222	12	93158	3,78	3521
Аленка 6744 / Alenka 6744	11	90202	4,02	3636
Догадка 4567 / Dogadka 4567	11	76505	4,26	3275
Смола 4831 / Smola 4831	11	72364	4,04	2924
Шанель 6372 / Shanel' 6372	7	71100	4,28	3062
Шпилечка 8029 / Shpilechka 8029	8	70742	4,31	3049
Сотка 4605 / Sotka 4605	9	70359	4,22	3021
Сопка 448 / Sopka 448	8	70344	4,11	2893

а среди быков-производителей черно-пестрой группы пород соответственно 33 и 16% [19]. Поскольку в Костромской области отсутствует племпредприятие, молодых быков для накопления семени поставляют на проверку в ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», ОАО «Ярославское по племенной работе» и АО «Ивановское по племенной работе». В 2018 г. в ОАО «Ярославское по племенной работе» был поставлен бык Залив 9220 линии Меридиана 90827, который является носителем генотипа A2A2⁵ (рис. 2).



Рис.2. Бык Залив 9220 костромской породы/
Fig. 2. Kostroma breed bull Zaliv 9220

По мнению специалистов в области молочного животноводства, более предпочтительным является молоко от коров с генотипом A2A2, ценность которого заключается в меньшем риске аллергических реакций у людей

Поэтому отдельные товаропроизводители приступили к маркировке продукции как молоко A2 [23].

Животные костромской породы благодаря крепкой конституции и прочному копытно-рогу легко адаптируются к интенсивным технологиям [24, 25, 26]. Положительная корреляция между экстерьером и удоем может быть с успехом использована в селекции. Коэффициент корреляции между удоем за 305 дней лактации и высотой в холке у коров-первотелок ОПХ «Минское» Костромской области составил $r = 0,208$, удоем и косой длиной туловища – $r = 0,175$, удоем и шириной в седалищных буграх $r = 0,283$ [25]. Установлена положительная и достоверная взаимосвязь величины удоя коров костромской породы в ОПХ «Ленинское» Костромской области с основными промерами: между величиной удоя за 305 дней лактации и косой длиной туловища, обхватом груди за лопатками и высотой в крестце (от $r = 0,26$ до $r = 0,33$). Желательный тип скота в современных условиях обусловлен требованиями промышленной технологии его использования в том или ином хозяйстве [26].

По данным профессора К. В. Петровой [27, 28], костромская порода по мясным качествам приближается к специализированным мясным породам: живая масса бычков в 18 месяцев составляет 500 кг, среднесуточные приросты на откорме – 1000-1200 г, расход кормов на 1 кг прироста живой массы – до 6,1 корм. ед., отмечен хороший сортовой состав туши.

⁵Быки-производители. Электронная база данных Плиноур. URL: <https://быки.рф/плек/стат> (дата обращения: 02.12.2019)

Рост численности мясного скота при ресурсосберегающей технологии происходит путем скрещивания коров и сверхремонтных телок молочных и комбинированных местных пород с быками мясного направления продуктивности. На этой основе создаются массивы мясного скота, хорошо приспособленного к зональным условиям кормления и содержания. При контрольном убое 18-месячных бычков-кастратов костромской породы и помесей с абердин-ангусской масса парной туши у помесных бычков-кастратов по сравнению с чистопородными была больше на 24,2 кг ($P < 0,001$), масса внутреннего жира – на 2,5 кг ($P < 0,001$), убойный выход – на 3,9% ($P < 0,05$). Также у помесей выявлена тенденция к более раннему отложению жира по сравнению с чистопородными бычками-кастраатами костромской породы [29, 30].

О хороших мясных качествах скота костромской породы свидетельствуют данные о высокой частоте генотипа AA гена C – рецептора ретиноевой кислоты (RORC). Данный рецептор гормона роста щитовидной железы ассоциирован с мраморностью мяса и накоплением внутримышечного жира у крупного рогатого скота. Встречаемость L-аллеля гена гормона роста bGH была выше у чистопородных животных костромской породы и составила 95% [19].

Животные отличались резистентностью к серьезным заболеваниям: туберкулезу, бруцеллезу и лейкозу, а также высокой плодовитостью [17, 19]. Выход телят в племенных хозяйствах составил 85-88%. При анализе более 30 тыс. отелов выявлено 2,4% многоплодных. Использование коров с двойневыми отелами и их потомства позволило повысить выход телят на 3-4% и удой на 397 кг. Более 30% многоплодных коров рекордную продуктивность показывало в год отела двойней. К 6-10-месячному возрасту телята, рожденные в числе двоен, за счет более высокой энергии роста догоняли по живой массе своих одиночных сверстников [31, 32].

В условиях промышленной технологии продолжительность продуктивного использования коров костромской породы значительно выше, чем у других пород, разводимых в Костромской области [33, 34]. Средняя продолжительность хозяйственного использования коров в Российской Федерации составила 3,48 отела. В Костромской области средний возраст выбывших коров был на уровне 3,83 отела, в том числе по основным породам,

разводимым в регионе: костромская – 4,26 отела, айрширская – 2,20, черно-пестрая – 3,0; ярославская – 4,40 отела. Чистопородные костромские коровы отличались высокой пожизненной продуктивностью и длительным сроком использования (5,88 лактации) и превосходили животных импортной селекции по продуктивному долголетию на 0,05-1,62 лактации ($P < 0,05-0,001$), по пожизненному удою на 422-9422 кг молока ($P < 0,05-0,001$). При этом дочери быка Барон 5099, помесные с бурой швицкой породой американской селекции, использовали 8,60 лактации, быка Драп 7020 американо-австрийской селекции – 4,71 лактаций, быка Георг 211233 австрийской селекции – 9,33 лактации [34].

Продолжительность сервис-периода, как производственного показателя, дает общее представление о воспроизводительной функции как стада в целом, так и каждой коровы. В ОАО «Племзавод «Караваево» животные, сервис-период которых был 61-90 дней, имели наивысшее продуктивное долголетие – 4,70 лактации и пожизненный удой 33757 кг молока, что выше сверстниц из других групп на 1,16 лактации ($P < 0,01$) и 7492 кг молока ($P < 0,01$) соответственно. Также животные этой группы достоверно превосходили своих сверстниц по лактационному показателю на 820 кг ($P < 0,05$), по удою на один день жизни – на 1,84 кг молока ($td = 1,84$). Коэффициент использования воспроизводительной способности телок и коров составил 84 и 93% соответственно [34].

Коровы-первотелки СПК «Гридино» с продолжительностью сервис-периода 61-90 дней отличались наивысшим продуктивным долголетием 6,05 лактации, что выше, чем у сверстниц на 0,89-1,75 лактации ($P < 0,05-0,001$). Они превосходили коров-первотелок из других групп по пожизненному удою на 10860 кг молока ($P < 0,001$), по лактационному показателю – на 834 кг ($P < 0,001$), по удою на один день лактации и жизни – на 1,43 ($P < 0,01$) и 2,34 кг молока ($P < 0,05$) соответственно. Таким образом, в обоих хозяйствах наивысшим продуктивным долголетием обладали коровы-первотелки, у которых продолжительность сервис-периода составила 61-90 дней [34].

В 70-80-е годы прошлого столетия во Всесоюзном научно-исследовательском институте животноводства в лаборатории иммуногенетики под руководством кандидата ветеринарных наук, старшего научного сотрудника П. Ф. Сорокового были начаты интенсивные

исследования по изучению групп крови у отечественных пород крупного рогатого скота и использованию генетических маркеров в теоретической и практической селекции⁶. Такие исследования проводятся и с костромской породой крупного рогатого скота во вновь созданном Селекционном центре (ныне Региональном информационно-селекционном центре (РИСЦ)). Опыт работы специалистов лаборатории иммуногенетики РИСЦ показывает большие возможности использования метода генетического маркирования при совершенствовании скота костромской породы. Это аттестация животных: по группам крови; оценка генофонда; экспертиза происхождения племенных животных; генетическое маркирование заводских линий, родственных групп, заводских маточных семейств и отдельных животных;

использование генетических маркеров при селекции быков-производителей; генетическая оценка естественной резистентности и устойчивости к заболеванию маститами; генетическое обоснование создания заводского молочного типа скота «Караваемский КК-1»; совершенствование системы разведения путем отбора и подбора для получения животных желательного генотипа [10].

Данные по частоте основных аллелей EAB-локуса групп крови у быков-производителей ведущих линий и родственных групп костромской породы приведены в таблице 4 [10]. Из 17 EAB-аллелей, присущих швицким быкам американской селекции, 12 были новыми для породы и использованы в качестве генетических маркеров при выведении заводского типа скота «Караваемский КК-1».

Таблица 4 – Частота основных аллелей EAB-локуса групп крови у быков-производителей ведущих линий и родственных групп костромской породы [10] /

Table 4 – Frequency of the main alleles of the EAB locus of blood groups in bulls of Kostroma breed leading lines and related groups [10]

EAB-аллели/ EAB alleles	Линии и родственные группы/ Lines and related groups					
	Капо / Karo	Ладок / Ladok	Салат / Salat	Мастер / Master	Меридиан / Meridian	Концентрат / Kontsentrat
«b»	0,1078	0,2917	0,0882	0,0426	0,0167	-
Q	0,0392	0,1500	-	-	0,1166	0,0185
O'	0,0784	0,8330	0,1176	0,0319	0,0500	-
O ₁	-	-	0,0882	-	-	0,0815
P ₁ I'	0,0196	-	0,0882	-	-	-
G ₂ D'	0,0784	-	-	-	-	-
E' ₃ G''	-	-	-	-	0,0500	-
I ₁ G'G''	0,0686	0,1083	0,2647	0,0319	0,0500	0,1296
Y ₂ G'Y'G''	0,0784	-	0,2940	-	-	-
B ₁ P ₁ Y ₂ G'Y'	-	-	-	0,0639	0,0500	-
G ₃ O ₁ T ₁ Y ₂ E' ₃ F' ₂	0,0196	0,0500	-	0,4255	0,2000	0,2408
B ₂ G ₃ QT ₁ A' ₁ P'	0,1274	0,1083	0,0588	0,0532	0,0167	0,0185
B ₁ O ₃ Y ₂ A'E'G'P'Q'Y'	0,0098	0,0333	0,2128	0,2128	0,3500	0,1296
Y ₂ A' ₂ D'E' ₁	-	-	-	-	-	0,0926

В процессе селекции были получены животные разных генотипов. Так, ³/₄-кровные первотелки, унаследовавшие в EAB-локусе оба швицких аллеля, достоверно превосходили своих сверстниц с одним швицким аллелем на 378 кг молока при одинаковой жирномолочности [10].

Быки-производители с разным индексом племенной ценности (ИПЦ) различались как

по специфике, так и по частоте маркерных аллелей. Подтверждена правильность выбранного направления в селекции быков для получения животных новых генераций [10]. Использование маркерных аллелей других систем групп крови позволяет выявлять новые группы сцепления и определять их влияние на проявление продуктивных признаков у потомства.

⁶Сороковой П. Ф. Методические рекомендации по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. Дубровицы, 1974. 40 с.

Важным методом селекции молочного скота является племенной подбор. При составлении планов племенного подбора необходимо знать сочетаемость отдельных производителей с маточным поголовьем, то есть специфическую комбинационную способность (СКС) того или иного быка.

От дочерей быка Страйк с генотипом $Y_2A_2D'E_3/V_1O_3Y_2A_2E_3G'P'Q'Y'$ получили 5750 кг молока с высоким содержанием жира (4,35%) и белка (3,63%). В то же время дочери этого производителя с генотипом $Y_2A_2D'E_3/Y_2G'Y'G''$ имели удой 4027 кг молока с содержанием жира 4,04% и белка 3,62% [14].

Использование семени быков определенного генотипа в племенных стадах и подбор к ним маточного поголовья позволят получить быков-производителей с маркерами, определенными для каждой линии или родственной группы, сохранить их генетическую дифференциацию, сохранить генофонд стада и породы с поддержанием его на определенном уровне, избежать негативного влияния инбридинга на большинство хозяйственно полезных признаков, повысить генетический потенциал стада и, соответственно, молочную продуктивность.

Костромская порода создавалась на основе маточных семейств. Анализ заводских семейств по EAB-локусу групп крови в ОАО «Племзавод «Караваево» и ОАО «Минское» свидетельствует о высоком генетическом потенциале животных как по молочной продуктивности и срокам их хозяйственного использования, так и по высокой пожизненной продуктивности. Так, у высокопродуктивных животных ОАО Племзавод «Караваево» выявлен 21 аллель по EAB-локусу групп крови, из которых высокую частоту встречаемости имеют аллели $V_1O_3Y_2A_2E_3'G'P'Q'Y'$ и $G_3O_1T_1Y_2E_3'F_2'$, характерные для бурого швицкого скота американского происхождения, селекционируемого на высокую молочную продуктивность. Их частота составляет 0,1969 и 0,2875 соответственно [16].

Аллель $E_3'G''$ маркирует генотип 80% высокопродуктивных коров. Он выявлен в семействах Армы 1790 и Крутки 8350. При расчетном родительском индексе дочерей (РИД) – 8161 кг молока и 4,10% жира их фактический удой составил 8653 кг молока и 4,50% жира, т. е. на 492 кг молока и 0,40% жира ($P < 0,001$) выше ожидаемого. В связи с этим, аллель $E_3'G''$ следует отнести к маркерам генотипа коров с

высоким уровнем молочной продуктивности. Ряд аллелей не имеют широкого распространения, но являются ценными и требуют сохранения в породе [10, 16, 35].

По мнению ученых, генетические маркеры также с успехом можно использовать при оценке воспроизводительной способности коров [33, 34]. Лучшей оплодотворяемостью характеризовались спариваемые особи, когда оба аллеля в генотипе разные на 50,2%, а самой низкой – на 28,5% одинаковые [10].

У многоплодных коров при подборе быка, имеющего в генотипе оба аллеля, отличных от аллелей генотипа коровы, многоплодные отелы составили 18,5%, если один аллель был сходным – 15,9%, а оба аллеля одинаковые – 9,2% [31, 32].

Дополнительным маркером по оценке молочной продуктивности крупного рогатого скота являются особенности носогубного зеркала, что связано с явлениями сцепленного наследования в полигенных комплексах и общей направленностью эпигенетической регуляции экспрессии генома. Изучена частота встречаемости дерматотипов, тип и морфологические характеристики носогубного зеркала. В качестве «наиболее желательных» в ОАО «Племзавод «Караваево» были взяты дерматотипы «ветка» и «крона» [36]. У животных, которые обладали «желательным» генотипом, присутствовали аллели I_1Y_2Y' , $V_1P_1Y_2G'Y'$, $V_1I_1T_1A'_1$, $I_1Y_2E_3Y'G''$, $Y_2A_2D'E'_1$ и $G_2E_3F'_2O'$, а удои коров с «наиболее желательным» дерматотипом и «желательным» генотипом по первой лактации был выше удои животных с «менее желательным» дерматотипом и «менее желательным» генотипом на 1732 кг ($P < 0,001$). Таким образом, можно получить животных с высокой молочной продуктивностью, использование которых позволит значительно повысить экономику скотоводства.

Приведенные сведения подтверждают, что животные костромской породы обладают высоким потенциалом продуктивности, хорошей воспроизводительной способностью, резистентностью к заболеваниям и продуктивным долголетием.

В перспективе племенная работа с костромской породой должна быть направлена как на сохранение генофонда уникальной отечественной породы, так и на совершенствование продуктивных качеств, распространение селекционных достижений по выведению коров-долгожительниц с рекордной молочной про-

дуктивностью. Необходимо выделить генофондные стада в породе с целью сохранения ценных генетических ресурсов в соответствии с генеалогической структурой породы. В систему оценки быков-производителей по качеству потомства следует включать показатели линейной оценки экстерьера дочерей.

Первостепенное значение при совершенствовании племенных и продуктивных качеств скота костромской породы имеет внедрение эффективных селекционных приемов. Необходима активизация работы Совета с целью координации всей селекционной работы с костромской породой скота. В последние годы проводится работа по развитию племенной базы породы с определением хозяйств, удовлетворяющих требованиям статуса племенного завода или репродуктора.

В 2019 году поставлено на проверку и накопление спермы 10 быков-производителей перспективных линий и родственных групп с продуктивностью матерей не ниже 9000-10000 кг молока: Ладка 2537 КТКС-253, Каро 1494 КТКС-101, Силача 393 КТКС-84, Салата 1216 КТКС-83, Концентра 106157, Мастера 106902, Мериана 90827, Хилла 76059. Выявляются и активно используются производители-улучшатели, полученные в собственных племенных хозяйствах [37, 38]. Иммуногенетические исследования проводятся для определения достоверности происхождения

животных и выявления желательных аллелей, воспроизводство которых в поколениях будет способствовать повышению уровня молочной продуктивности коров. У коров всей активной части популяции проводится определение качества молока на высокопроизводительном аппарате Bentley Dairy Spec FT. На базе РИСЦ при ФГБОУ ВО Костромской ГСХА в 2019 году создана лаборатория молекулярно-генетической экспертизы, что позволяет использовать современные ДНК-технологии при работе с костромской породой скота.

Выводы. Создание костромской породы скота является всенародным достоянием. Она считается одной из лучших отечественных пород молочно-мясного направления продуктивности, выведенная методом сложного воспроизводительного скрещивания. Животные костромской породы обладают ценными хозяйственно-полезными качествами. Для ее совершенствования используются как традиционные зоотехнические, так и современные методы селекции, которые направлены на увеличение молочной продуктивности и улучшение экстерьерно-конституциональных особенностей. Костромская область является основным центром совершенствования костромской породы крупного рогатого скота и потенциальным источником племенного материала для сельхозтоваропроизводителей.

Список литературы

1. Дунин И., Данкверт А., Кочетков А. Перспективы развития молочного скотоводства и конкурентоспособность молочного скота, разводимого в Российской Федерации. Молочное и мясное скотоводство. 2013;(3):1-5. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18982961>
2. Баранов А. В., Шалугин Б. В. Оценка и рациональное использование генофонда костромской породы крупного рогатого скота. Достижения науки и техники АПК. 2011;(9):48-51. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16911152>
3. Ружевский А. Б., Рубан Ю. Д., Бердник П. П. Породы крупного рогатого скота. М.: Колос, 1980. 246 с.
4. Власов П. Г. Мисковский скот. Труды Московского зоотехнического института имени В. М. Молотова. М.: Сельхозгиз, 1933. С. 23-34.
5. Штейман С. И. Как создано рекордное караваевское стадо. М.: Сельхозгиз, 1948. 109 с.
6. Митропольская А. Д. Из истории караваевского стада. Молочное и мясное скотоводство. 1969;(10):21-23.
7. Эйсер Ф. Ф. Племенная работа с молочным скотом. М.: Агропромиздат, 1986. 184 с.
8. Горский Н. А. Костромская порода скота в колхозах. М.: Сельхозгиз, 1952. 172 с.
9. Ильинский А. А. Костромская порода скота и ее совершенствование. Л.: Агропромиздат. 1985. 128 с.
10. Баранов А. В., Баранова Н. С., Егоров О. С., Подречнева И. Ю. Эффективность генетического маркирования при селекции скота костромской породы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(4):70-75. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23857056>
11. Шалугин Б. В. Формирование и реализация продуктивного потенциала скота костромской породы. Кострома: Изд. Костромской ГСХА, 2011. 199 с.
12. Шаумян В. А. Основы совершенствования молочного скота. Кострома: Костромское областное государственное издательство, 1951. 281 с.
13. Лискун Е. Ф. Отечественные породы крупного рогатого скота. М., 1949. 80 с.
14. Гусева Т. Ю., Баранов А. В. Совершенствование оценки быков-производителей в условиях интенсификации молочного скотоводства. Актуальные проблемы зоотехнической науки и практики : тезисы докл. обл. науч.-практ. конференции. Харьков, 1990. Ч. I. С. 16.

15. Королев А. А., Баранова Н. С., Баранов А. В. Оценка и совершенствование основных линий и родственных групп скота костромской породы. Известия Международной академии аграрного образования. 2018;(39): 192-198. Режим доступа: <https://maoarus.ru/vypuski-zhurnala-izvestiya-maao/>
16. Баранова Н. С., Баранов А. В., Глущенко М. А., Подречнева И. Ю., Сиротина М. В. Оценка и совершенствование заводских семейств в молочном скотоводстве. Монография. Кострома - Караваево: Костромская ГСХА, 2018. 161 с.
17. Перчун А. В., Белокуров С. Г., Сулимова Г. Е. Ассоциация аллелей генов каппа-казеина, гормона роста и пролактина с показателями молочной продуктивности коров костромской породы. Актуальные проблемы науки в АПК: материалы 64-й Междунар. научно-практ. конф. Т. 2. Кострома: КГСХА, 2013. С. 194-198.
18. Перчун А. В., Сулимова Г. Е., Белокуров С. Г. Генотипирование молочных белков крупного рогатого скота костромской породы. Актуальные проблемы науки в АПК: материалы 63-й Междунар. научно-практ. конф. Т. 1. Кострома: КГСХА, 2012. С. 116.
19. Сулимова Г. Е., Лазебная И. В., Перчун А. В., Воронкова В. Н., Рузина М. Н., Бадин Г. А. Уникальность костромской породы крупного рогатого скота с позиции молекулярной генетики. Достижения науки и техники АПК. 2011;(9):52-54. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16911153>
20. Bonfatti V., Di Martino G., Cecchinato A., Degano L., Carnier P. Effects of beta-kappa-casein (*CSN2- CSN3*) haplotypes, beta-lactoglobulin (*BLG*) genotypes, and detailed protein composition on coagulation properties of individual milk of Simmental cows. *J. DairySci.* 2010;93(8):3809-3817. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2779>
21. Akers R. M., Bauman D. E., Capuco A. V., Goodman G. T., Tucker H. A. Prolactin regulation of milk secretion and biochemical differentiation of mammary epithelial cells in periparturient cows. *Endocrinology.* 1981;109: 23-30. DOI: <https://doi.org/10.1210/endo-109-1-23>
22. Le Provost F., Leroux C., Martin P., Gafe P., Dijane J. Prolactin gene expression in ovine and caprine mammary gland. *Neuroendocrinology.* 1994;60(3):305-313. URL: https://www.researchgate.net/publication/15229029_Prolactin_Gene_Expression_in_Ovine_and_Caprine_Mammary_Gland
23. Гуськова С. В. А2-молоко – продукт для детского питания. Молочная промышленность. 2018;(5):48-49. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35325699>
24. Богданова Т. В., Мошихина Т. А. Наследуемость признаков линейной оценки экстерьера костромских коров. Актуальные проблемы науки в АПК: материалы 56-й Междун. научно-практ. конф. Т. 2. Кострома: КГСХА, 2005. С. 85-87.
25. Глущенко М. А., Тараканова Г. Н., Семкина Н. И. Особенности экстерьера коров костромской породы. Актуальные проблемы науки в АПК: материалы 57-й научно-практ. конференции. Т.3. Кострома: КГСХА, 2005. С. 32-34.
26. Давыдова А. С., Баранова Н. С., Гусева Т. Ю. Оценка экстерьера коров-дочерей разных быков-производителей. Актуальные проблемы науки в АПК: материалы 58-й научно-практ. конф. Т. 2. Кострома: КГСХА, 2007. С. 103-105.
27. Петрова К. В. Убойные качества молодняка костромской породы. Достижения науки и передового опыта – резервы интенсификации животноводства. Кострома, 1988. С. 23-25.
28. Петрова К. В. Особенности формирования мясной продуктивности скота костромской породы. Проблемы развития и научное обеспечение животноводства Евро-Северо-Востока России: сб. материалов научно-практ. конф. Кострома, 2005. С. 272-277.
29. Позднякова В. Ф. Повышение мясной продуктивности в скотоводстве. Кострома: Костромская ГСХА, 2003. 129 с.
30. Позднякова В. Ф. Мясная продуктивность крупного рогатого скота костромской породы. 70 лет костромской породе скота: сб. статей. Кострома - Караваево: Костромская ГСХА, 2014. С. 113-118.
31. Баранова Н. С., Баранов А. В. Повышение плодовитости как метод сохранения генофонда скота костромской породы. 70 лет костромской породе скота: сб. статей. Кострома - Караваево: Костромская ГСХА, 2014. С. 72-82.
32. Баранова Н. С., Баранов А. В. Генетическая оценка плодовитости молочного скота. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2008;(11):170-172. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11917505>
33. Саморуков Ю., Бычков А., Чернов В., Андрианов В., Потепалова В. О породах в молочном скотоводстве. Молочное и мясное скотоводство. 2013;(1):21-23. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18760487>
34. Казаков Д. С., Белокуров С. Г. Влияние быков-производителей разной селекции на продуктивное долголетие коров костромской породы. Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. статей 69-й междунар. научно-практ. конф. Кострома - Караваево: Костромская ГСХА, 2018. Т. 1. С. 174-181.
35. Букаров Н., Силкина С. Генетический мониторинг в молочном скотоводстве с использованием маркерных групп крови. Молочное и мясное скотоводство. 2011;(7):14-16. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17213761>
36. Сиротина М. В. Фенетика носогубного зеркала костромской породы крупного рогатого скота. 70 лет костромской породе скота: сб. статей. Кострома - Караваево: Костромская ГСХА, 2014. С. 118-128.
37. Королев А. А., Баранова Н. С. Продуктивность коров ОАО «Племзавод «Караваево» в зависимости от сочетаемости линий и родственных групп. Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. статей 69-й Междунар. научно-практ. конф. Караваево: Костромская ГСХА. 2018. Т. 1. С. 187-193.
38. Королев А. А., Баранова Н. С. Влияние метода получения быков-производителей на реализацию генетического потенциала молочной продуктивности дочерей. Актуальные вопросы развития науки и технологий: сб. статей заочной Междунар. научно-практ. конф. Караваево: Костромская ГСХА. 2018. С. 94-99.

References

1. Dunin I., Dankvert A., Kochetkov A. *Perspektivy razvitiya molochnogo skotovodstva i konkurentosposobnost' molochnogo skota, razvodimogo v Rossiyskoy Federatsii*. [Prospects of development of dairy cattle breeding and competitiveness of dairy cattle bred in the Russian Federation]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2013;(3):1-5. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18982961>
2. Baranov A. V., Shalugin B. V. *Otsenka i ratsional'noe ispol'zovanie genofonda kostromskoy porody krupnogo rogatogo skota*. [Assessment and rational use of the gene pool of the Kostroma breed of cattle]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2011;(9):48-51. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16911152>
3. Ruzhevskiy A. B., Ruban Yu. D., Berdnik P. P. *Porody krupnogo rogatogo skota*. [Breeds of cattle]. Moscow: Kolos, 1980. 246 p.
4. Vlasov P. G. *Miskovskiy skot*. [Miskovsky cattle]. *Trudy Moskovskogo zootekhnicheskogo instituta imeni V. M. Molotova*. [Proceedings of the Moscow zootechnical Institute named after V. M. Molotov]. Moscow: Sel'khozgiz, 1933. pp. 23-34.
5. Shteyman S. I. *Kak sozdano rekordnoe karavaevskoe stado*. [How a record Karavaev herd has been created]. Moscow: Sel'khozgiz. 1948. 109 p.
6. Mitropol'skaya A. D. *Iz istorii karavaevskogo stada*. [From the history of Karavaev herd]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 1969;(10):21-23. (In Russ.).
7. Eysner F. F. *Plemennaya rabota s molochnym skotom*. [Breeding work with dairy cattle]. Moscow: Agropromizdat. 1986. 184 p.
8. Gorskiy N. A. *Kostromskaya poroda skota v kolkhozakh*. [Kostroma breed of cattle in collective farms]. Moscow: Sel'khozgiz. 1952. 172 p.
9. Il'inskiy A. A. *Kostromskaya poroda skota i ee sovershenstvovanie*. [Kostroma breed of cattle and its improvement]. Leningrad: Agropromizdat. 1985. 128 p.
10. Baranov A. V., Baranova N. S., Egorov O. S., Podrechneva I. Yu. *Effektivnost' geneticheskogo markirovaniya pri seleksii skota kostromskoy porody*. [Efficiency of genetic marking in breeding of cattle of Kostroma breed]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;(4):70-75. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23857056>
11. Shalugin B. V. *Formirovanie i realizatsiya produktivnogo potentsiala skota kostromskoy porody*. [Formation and realization of productive potential of cattle of Kostroma breed]. Kostroma: *Izd. Kostromskoy GSKhA*, 2011. 199 p.
12. Shaumyan V. A. *Osnovy sovershenstvovaniya molochnogo skota*. [Fundamentals of improvement of dairy cattle]. Kostroma: *Kostromskoe oblastnoe gosudarstvennoe izdatel'stvo*, 1951. 281 p.
13. Liskun E. F. *Otechestvennye porody krupnogo rogatogo skota*. [Domestic breeds of cattle]. Moscow, 1949. 80 p.
14. Guseva T. Yu., Baranov A. V. *Sovershenstvovanie otsenki bykov-proizvoditeley v usloviyakh intensivatsii molochnogo skotovodstva*. [Improvement of evaluation of bulls-producers in the conditions of intensification of dairy cattle breeding]. *Aktual'nye problemy zootekhnicheskoy nauki i praktiki : tezisy dokl. obl. nauch.-prakt. konferentsii*. [Actual problems of zootechnical science and practice: Theses of the region scientific and practical Conference]. Khar'kov, 1990. Part. I. pp. 16.
15. Korolev A. A., Baranova N. S., Baranov A. V. *Otsenka i sovershenstvovanie osnovnykh liniy i rodstvennykh grupp skota kostromskoy porody*. [Evaluation and improvement of the main lines and related groups of Kostroma breed cattle]. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2018;(39): 192-198. (In Russ.). URL: <https://maorus.ru/vypuski-zhurnala-izvestiya-maao/>
16. Baranova N. S., Baranov A. V., Glushchenko M. A., Podrechneva I. Yu., Sirotina M. V. *Otsenka i sovershenstvovanie zavodskikh semeystv v molochnom skotovodstve. Monografiya*. [Evaluation and improvement of stud families in dairy cattle breeding. Monograph]. Kostroma - Karavaevo: *Kostromskaya GSKhA*, 2018. 161 p.
17. Perchun A. V., Belokurov S. G., Sulimova G. E. *Assotsiatsiya alleley genov kappa-kazeina, gormona rosta i prolaktina s pokazatelyami molochnoy produktivnosti korov kostromskoy porody*. [Association of alleles of Kappa-casein, growth hormone and prolactin genes with indicators of dairy productivity of Kostroma cows]. *Aktual'nye problemy nauki v APK: materialy 64-y Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* [Actual problems of science in agriculture: proceedings of the 64th international conference. scientific-practical. Conf]. Vol. 2. Kostroma: *KGSKhA*, 2013. pp. 194-198.
18. Perchun A. V., Sulimova G. E., Belokurov S. G. *Genotipirovanie molochnykh belkov krupnogo rogatogo skota kostromskoy porody*. [Genotyping of milk proteins of Kostroma breed cattle]. *Aktual'nye problemy nauki v APK: materialy 63-y Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* [Actual problems of science in agriculture: Proceedings of the 63rd International scientific and practical Conference.]. Vol. 1. Kostroma: *KGSKhA*, 2012. pp. 116.
19. Sulimova G. E., Lazebnaya I. V., Perchun A. V., Voronkova V. N., Ruzina M. N., Badin G. A. *Unikal'nost' kostromskoy porody krupnogo rogatogo skota s pozitsii molekulyarnoy genetiki*. [Uniqueness of Kostroma breed of cattle from the position of molecular genetics]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2011;(9):52-54. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16911153>
20. Bonfatti V., Di Martino G., Cecchinato A., Degano L., Carnier P. Effects of beta-kappa-casein (CSN2- CSN3) haplotypes, beta-lactoglobulin (BLG) genotypes, and detailed protein composition on coagulation properties of individual milk of Simmental cows. *J. DairySci*. 2010;93(8):3809-3817. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2779>
21. Akers R. M., Bauman D. E., Capuco A. V., Goodman G. T., Tucker H. A. Prolactin regulation of milk secretion and biochemical differentiation of mammary epithelial cells in periparturient cows. *Endocrinology*. 1981;109: 23-30. DOI: <https://doi.org/10.1210/endo-109-1-23>

22. Le Provost F., Leroux C., Martin P., Gafe P., Dijane J. Prolactin gene expression in ovine and caprine mammary gland. *Neuroendocrinology*. 1994;60(3):305-313. URL: https://www.researchgate.net/publication/15229029_Prolactin_Gene_Expression_in_Ovine_and_Caprine_Mammary_Gland
23. Gus'kova S. V. *A2-moloko – produkt dlya detskogo pitaniya*. [A2-milk-product for baby food]. *Molochnaya promyshlennost'* = Dairy Industry. 2018;(5):48-49. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35325699>
24. Bogdanova T. V., Moshikhina T. A. *Nasleduemost' priznakov lineynoy otsenki ekster'era kostromskikh korov*. [The heritability of the characteristics of linear evaluation of Kostroma cow exterior]. *Aktual'nye problemy nauki v APK: materialy 56-y Mezhdun. nauchno-prakt. konferentsii*. [Actual problems of science in agriculture: Proceedings of the 56th International scientific and practical Conference]. Vol.2. Kostroma: *KGSKhA*, 2005. pp. 85-87.
25. Glushchenko M. A., Tarakanova G. N., Semkina N. I. *Osobennosti ekster'era korov kostromskoy porody*. [Features of exterior of Kostroma breed cows]. *Aktual'nye problemy nauki v APK: materialy 57-y nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Actual problems of science in agriculture: Proceedings of the 57th scientific and practical Conference]. Vol.3. Kostroma: *KGSKhA*, 2005. pp. 32-34.
26. Davydova A. S., Baranova N. S., Guseva T. Yu. *Otsenka ekster'era korov-docherey raznykh bykov-proizvoditeley*. [Assessment of the exterior of cows-daughters of different bulls-producers]. *Aktual'nye problemy nauki v APK: materialy 58-y nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Actual problems of science in agriculture: Proceedings of the 58th scientific and practical Conference]. Vol.2. Kostroma: *KGSKhA*, 2007. pp. 103-105.
27. Petrova K. V. *Uboynye kachestva molodnyaka kostromskoy porody*. [Slaughter qualities of young cattle of Kostroma breed]. *Dostizheniya nauki i peredovogo opyta – rezervy intensivifikatsii zhivotnovodstva*. [Achievements of science and best practices-reserves of intensification of animal husbandry]. Kostroma, 1988. pp. 23-25.
28. Petrova K. V. *Osobennosti formirovaniya myasnoy produktivnosti skota kostromskoy porody*. [Features of formation of meat productivity of cattle of the Kostroma breed]. *Problemy razvitiya i nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Evro-Severo-Vostoka Rossii: sb. materialov nauchno-prakt. konferentsii*. [Problems of development and scientific support of animal husbandry of Euro-North-East of Russia: collection of materials of scientific and practical Conference]. Kostroma, 2005. pp. 272-277.
29. Pozdnyakova V. F. *Povyshenie myasnoy produktivnosti v skotovodstve*. [Increase of meat productivity in cattle breeding]. Kostroma: *Kostromskaya GSKhA*, 2003. 129 p.
30. Pozdnyakova V. F. *Myasnaya produktivnost' krupnogo rogatogo skota kostromskoy porody*. [Meat productivity of Kostroma breed cattle]. *70 let kostromskoy porode skota: sb. statey*. [70 years of Kostroma cattle breed: collection of articles]. Kostroma - Karavaevo: *Kostromskaya GSKhA*, 2014. pp. 113-118.
31. Baranova N. S., Baranov A. V. *Povyshenie plodovitosti kak metod sokhraneniya genofonda skota kostromskoy porody*. [Increasing fertility as a method of preserving the gene pool of Kostroma breed cattle]. *70 let kostromskoy porode skota: sb. statey*. [70 years of Kostroma cattle breed: collection of articles]. Kostroma - Karavaevo: *Kostromskaya GSKhA*, 2014. pp. 72-82.
32. Baranova N. S., Baranov A. V. *Geneticheskaya otsenka plodovitosti molochnogo skota*. [Genetic evaluation of milk cattle fertility]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2008;(11):170-172. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35325699>
33. Samorukov Yu., Bychkov A., Chernov V., Andrianov V., Potepalova V. *O porodakh v molochnom skotovodstve*. [About breeds in dairy cattle breeding]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2013;(1):21-23. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11917505>
34. Kazakov D. S., Belokurov S. G. *Vliyaniye bykov-proizvoditeley raznoy selektsii na produktivnoe dolgoletie korov kostromskoy porody*. [Influence of bulls-producers of different selection on productive longevity of cows of Kostroma breed]. *Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: sb. statey 69-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf.* [Actual problems of science in the agro-industrial complex: collection of articles of the 69th International scientific and practical Conference]. Kostroma - Karavaevo: *Kostromskaya GSKhA*, 2018. Vol. 1. pp. 174-181.
35. Bukarov N., Silkina S. *Geneticheskii monitoring v molochnom skotovodstve s ispol'zovaniem markernykh grupp krovi*. [Genetic monitoring in dairy cattle breeding using marker blood groups]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2011;(7):14-16. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17213761>
36. Sirotina M. V. *Fenetika nosogubnogo zerkala kostromskoy porody krupnogo rogatogo skota*. [Phenetics of nasolabial mirror of Kostroma cattle]. *70 let kostromskoy porode skota: sb. statey*. [70 years of Kostroma cattle breed: collection of articles]. Kostroma - Karavaevo: *Kostromskaya GSKhA*, 2014. pp. 118-128.
37. Korolev A. A., Baranova N. S. *Produktivnost' korov OAO «Plemzavod «Karavaevo» v zavisimosti ot sochetnosti liniy i rodstvennykh grupp*. [Productivity of cows of JSC "Karavaevo breeding plant" depending on the compatibility of lines and pedigree groups]. *Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: sb. statey 69-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii*. [Actual problems of science in the agro-industrial complex: collection of articles of the 69th International scientific and practical Conference]. Karavaevo: *Kostromskaya GSKhA*. 2018. Vol. 1. pp. 187-193.
38. Korolev A. A., Baranova N. S. *Vliyaniye metoda polucheniya bykov-proizvoditeley na realizatsiyu geneticheskogo potentsiala molochnoy produktivnosti docherey*. [Influence of the method of producing bulls on the realization of the genetic potential of milk productivity of daughters]. *Aktual'nye voprosy razvitiya nauki i tekhnologii: sb. statey zaachnoy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Actual issues of science and technology development: collection of articles of correspondence International. scientific and practical Conference.]. Karavaevo: *Kostromskaya GSKhA*. 2018. pp. 94-99.

Сведения об авторах

Баранов Александр Васильевич, доктор биол. наук, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Учебный городок, д. 34, пос. Каравaeво, Костромской р-н, Костромская обл., Российская Федерация, 156530, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4341-6378>**, e-mail: van@ksaa.edu.ru

Парамонова Наталья Юрьевна, кандидат вет. наук, декан факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Учебный городок, д. 34, пос. Каравaeво, Костромской р-н, Костромская обл., Российская Федерация 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2070-3304>**, e-mail: natparamonova@yandex.ru

✉ **Баранова Надежда Сергеевна**, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой частной зоотехнии, разведения и генетики ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Учебный городок, д. 34, пос. Каравaeво, Костромской р-н, Костромская обл., Российская Федерация, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5123-848X>**, e-mail: baranova-ns2@yandex.ru

Гусева Татьяна Юрьевна, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Учебный городок, д. 34, пос. Каравaeво, Костромской р-н, Костромская обл., Российская Федерация 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8852-210X>**, e-mail: tatyana.guseva16@gmail.com

Королев Антон Александрович, аспирант ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Учебный городок, д. 34, пос. Каравaeво, Костромской р-н, Костромская обл., Российская Федерация, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1561-5449>**, e-mail: toscha.koroliow@yandex.ru

Казakov Дмитрий Сергеевич, аспирант ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», Учебный городок, д. 34, пос. Каравaeво, Костромской р-н, Костромская обл., Российская Федерация, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6050-5690>**, e-mail: rammfak@mail.ru

Information about the authors

Alexander V. Baranov, DSc in Biological Science, Laureate of the RF Government Prize in the field of science and technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», 34, Uchebny Gorodok, Karavaevo, Kostroma region, Russian Federation, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4341-6378>**

Natalya Yu. Paramonova, PhD in Veterinary Science, Dean of the Department of Veterinary Medicine and Zootechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», 34, Uchebny Gorodok, Karavaevo, Kostroma region, Russian Federation, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2070-3304>**, e-mail: natparamonova@yandex.ru

✉ **Nadezhda S. Baranova**, DSc in Agricultural Science, professor, Head of the Department of Private Zootechnics, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», 34, Uchebny Gorodok, Karavaevo, Kostroma region, Russian Federation, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5123-848X>**, e-mail: baranova-ns2@yandex.ru

Tatyana Yu. Guseva, PhD in Agricultural Science, associate professor of the Department of Private Zootechnics, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», 34, Uchebny Gorodok, Karavaevo, Kostroma region, Russian Federation, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8852-210X>**, e-mail: tatyana.guseva16@gmail.com

Anton A. Korolev, postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», 34, Uchebny Gorodok, Karavaevo, Kostroma region, Russian Federation, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1561-5449>**, e-mail: toscha.koroliow@yandex.ru

Dmitry S. Kazakov, postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», 34, Uchebny Gorodok, Karavaevo, Kostroma region, Russian Federation, 156530, e-mail: van@ksaa.edu.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6050-5690>**, e-mail: rammfak@mail.ru

✉ - Для контактов / Corresponding author

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.548-556>
УДК 633.112.1: 631.5



Нормы высева семян озимой пшеницы Лазурит в зависимости от предшественников и сроков посева в условиях Ростовской области

© 2019. А. С. Попов ✉

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Ростовская обл., г. Зерноград, Российская Федерация

Цель исследований – установить оптимальные нормы высева для твердой озимой пшеницы сорта Лазурит при различных сроках посева, обеспечивающие наибольшую урожайность зерна в условиях Ростовской области. Исследования проводили в 2016-2018 гг. на черноземе обыкновенном по различным предшественникам озимой пшеницы (черный пар и подсолнечник). Изучали нормы высева (3, 4, 5 млн всхожих семян/га по предшественнику «черный пар»; 5, 6, 7 млн всхожих семян/га по предшественнику «подсолнечник») и сроки посева (10, 20, 30 сентября, 10 октября). Установлено, что по предшественнику «черный пар» норма высева для сорта твердой озимой пшеницы Лазурит может быть снижена до 3 млн всхожих семян/га при посеве в ранний (10 сентября) и оптимальный (20 сентября) сроки. При посеве в конце оптимальных (30 сентября) и допустимых (10 октября) сроков норма высева должна составлять 5 млн всхожих семян/га. По предшественнику «подсолнечник» при раннем (10 сентября) и в оптимальные сроки посева (20 и 30 сентября) твердой озимой пшеницы необходимо использовать норму высева 5 млн всхожих семян/га, а в конце допустимых сроков (10 октября) норма высева должна быть увеличена до 6 млн всхожих семян/га. По предшественнику «черный пар» сформирована наибольшая урожайность твердой озимой пшеницы – от 4,61 до 6,06 т/га в зависимости от нормы высева и срока посева, а по предшественнику «подсолнечник» она составила от 3,43 до 4,28 т/га. Установлен оптимальный срок посева твердой озимой пшеницы сорта Лазурит в южной зоне Ростовской области – с 10 по 30 сентября. Посев в данный срок обеспечивал наибольшее количество продуктивных стеблей (по предшественнику «черный пар» – 476-568 шт./м², по предшественнику «подсолнечник» – 420-512 шт./м²), массу зерна с колоса (1,21-1,36 г и 0,91-1,08 г), высоту растений (95-100 см и 92-100 см), длину колоса (6 см и 4-5 см соответственно по предшественнику).

Ключевые слова: урожайность, структура урожая, пшеница, продуктивные стебли, масса зерна, высота растений, длина колоса

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «АНЦ «Донской» (тема № 0706-2018-0027).

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Попов А. С. Нормы высева семян озимой пшеницы Лазурит в зависимости от предшественников и сроков посева в условиях Ростовской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):548-556. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.548-556>

Поступила: 10.10.2019

Принята к публикации: 11.11.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

Lazurit winter wheat seeding rates in dependence to the predecessors and time of sowing in the Rostov region

© 2019. Aleksey S. Popov ✉

Federal State Budgetary Scientific Institution «Agricultural Research Center «Donskoy», Rostov region, Zernograd, Russian Federation

The study is aimed at determining the optimal seeding rates for durum winter wheat Lazurit variety by various seeding dates that would provide the highest grain yield in the conditions of Rostov region. The research was carried out in 2016-2018 on ordinary chernozem after different predecessors for winter wheat (black fallow and sunflower). Studied were: the seeding rates (3 mln, 4 mln, 5 mln viable seeds per hectare after the black fallow predecessor; 5 mln, 6 mln, 7 mln viable seeds per hectare after the sunflower predecessor), and the sowing date (the 10th, 20th, 30th of September, the 10th of October). It has been established that after the black fallow predecessor the seeding rate for durum winter wheat Lazurit variety can be reduced to 3 million viable seeds/ha on the early sowing date (September, 10) and optimal sowing date (September, 20). When sowing at the end of optimal (September, 30) and acceptable (October, 10) periods, the sowing rate must be 5 million viable seeds/ha. After the sunflower predecessor, on the early sowing date (September, 10) and optimal sowing dates (September, 20 and 30) the sowing rate of 5 million viable seeds/ha should be used. At the end of acceptable periods (October, 10) the sowing rate should be increased to 6 million viable seeds/ha. After the black fallow predecessor, the highest yield of durum winter wheat has been

formed – from 4.61 to 6.06 t/ha depending on the sowing rate and time of sowing. After the sunflower predecessor the yield level ranged from 3.43 to 4.28 t/ha. The optimal sowing time for durum winter wheat Lazurit variety in the south of Rostov region has been established - from the 10th to the 30th of September. Sowing in this period provided the largest number of productive stems (after the black fallow predecessor – 476-568 pcs/m², after the sunflower predecessor – 420-512 pcs/m²), the grain mass per ear (1.21-1.36g and 0.91-1.08g), the plant height (95-100 cm and 92-100 cm), the ear length (6 cm and 4-5 cm, respectively).

Key words: yield, crop structure, wheat, productive stems, grain mass, plant height, ear length

Acknowledgement: The research was carried out within the state assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Agricultural Research Center «Donskoy» (theme No. 0706-2018-0027).

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

For citation: Popov A. S. Lazurit winter wheat seeding rates in dependence to the predecessors and time of sowing in the Rostov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):548-556. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.548-556>

Received: 10.10.2019

Accepted for publication: 11.11.2019

Published online: 16.12.2019

Для получения максимального урожая пшеницы необходимо учитывать один из основных элементов технологии – норму высева семян. Данный элемент формирует густоту стояния растений, их площадь питания, что создает условия для роста и развития растений и, в конечном итоге, определяет урожайность [1, 2].

Твердая озимая пшеница (*Triticum durum* Desf.) – важная продовольственная культура, формирующая урожайность на уровне мягкой озимой пшеницы, а по качеству не уступающая яровой твердой пшенице. Для твердой озимой пшеницы в разных регионах России норма высева изменяется от 3 до 5 млн всхожих семян/га [3, 4, 5, 6]. В Ростовской области для новых сортов твердой озимой пшеницы в условиях меняющегося климата и на фоне различных предшественников вопрос о нормах высева семян недостаточно изучен. По предшественнику «подсолнечник» твердая озимая пшеница ранее в регионе не возделывалась. Это определило новизну и актуальность исследований.

Цель исследований – установить оптимальную норму высева для твердой озимой пшеницы сорта Лазурит при различных сроках посева по предшественникам – «черный пар» и «подсолнечник», обеспечивающую наибольшую урожайность зерна.

Материал и методы. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в полевом севообороте лаборатории технологии возделывания зерновых культур в 2016-2018 гг. Сорт твердой озимой пшеницы Лазурит. Изучали четыре срока посева: 10 сентября, 20 сентября, 30 сентября и 10 октября. Нормы высева по предшественнику «черный пар» – 3, 4 и 5 млн всхожих семян/га, по предшественнику «подсолнечник» – 5, 6 и 7 млн всхожих семян/га.

Общая площадь делянки в опытах – 55 м², учетная – 41,25 м². Повторность – четырехкратная. Расположение вариантов в повторениях – систематическое последовательное. Опыт заложен, проведен и проанализирован по методике полевого опыта¹.

Наблюдения за погодными условиями осуществляла метеостанция в г. «Зерноград». В 2016-2017 сельскохозяйственном году среднесуточная температура воздуха составила 10,0 °С (норма – 9,6 °С), сумма осадков была на уровне среднегодовых показателей – 585,9 мм (норма – 582,4 мм). В осенний период 2016 года среднесуточная температура воздуха составила 9,0 °С (9,7 °С), а количество выпавших осадков – 106,9 мм (131,5 мм). За осенне-зимний период выпало 263,4 мм осадков, что составило 95% от среднегодового количества (277,2 мм). Невысокие температуры весеннего периода вегетации способствовали продолжительному кущению озимых культур. Весенне-летний период вегетации характеризовался большим количеством осадков (234,8 мм) по сравнению со среднегодовыми данными (202,9 мм).

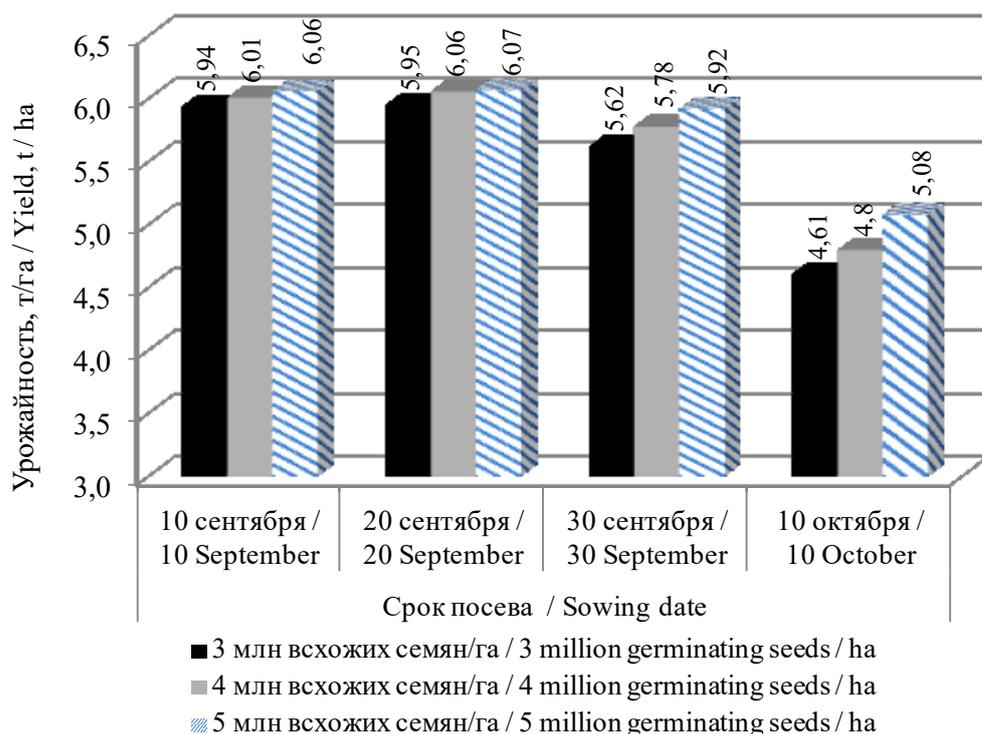
В осенний период 2017 года среднесуточная температура воздуха составила 11,3 °С (норма – 9,7 °С), а количество выпавших осадков – 119,7 мм (норма – 131,5 мм). За осенне-зимний период выпало 307,4 мм осадков, что на 30,2 мм превысило сумму осадков по сравнению со среднегодовым показателем (277,2 мм). В зимний период как 2017 года, так и 2018 года, когда температура воздуха имела положительные значения, растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию. Весной выпало 65,5 мм осадков (норма – 131,0 мм), а в июне 4,2 мм (норма – 71,3 мм).

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным тяжелосуглинистым с мощным (до 140 см) гумусовым слоем, низким содержанием подвижного фосфора (20-25 мг/кг) и повышенным – обменного калия (350-400 мг/кг почвы).

Результаты и их обсуждение. По предшественнику «черный пар» при посеве 10 и 20 сентября урожайность твердой озимой пшеницы Лазурит была на уровне от 5,94 до 6,07 т/га и существенной разницы в количестве получен-

ной урожайности между изучаемыми нормами и сроками сева не установлено (рис. 1). Посев в эти сроки (10 и 20 сентября) с нормой высева 3 млн всхожих семян/га формировал хорошее кушение растений и урожайность на уровне нормы 4 и 5 млн всхожих семян/га. Установлена тенденция увеличения урожайности при повышении нормы высева от 3 до 5 млн всхожих семян/га как при посеве 10 сентября (от 5,94 до 6,06 т/га), так и при посеве 20 сентября (от 5,95 до 6,07 т/га).



НСР₀₅ по фактору А (норма высева) = 0,22 / LSD₀₅ according to factor A (sowing rate) = 0.22
 НСР₀₅ по фактору В (срок посева) = 0,29 / LSD₀₅ according to factor B (sowing date) = 0.29
 НСР₀₅ (АВ) = 0,23 / LSD₀₅ (АВ) = 0.23

Рис. 1. Урожайность твердой озимой пшеницы сорта Лазурит в зависимости от норм и сроков посева по предшественнику «чёрный пар», т/га

Fig. 1. Yield of durum winter wheat Lazurit variety depending on the rates and date of sowing after the black fallow predecessor, t/ha

Посев твердой озимой пшеницы 30 сентября с нормой высева 5 млн всхожих семян/га формировал урожайность (5,92 т/га) на уровне сроков посева 10 и 20 сентября (НСР₀₅ = 0,23). Посевы с нормами высева 3 и 4 млн всхожих семян/га 30 сентября снижали урожайность по сравнению с посевом 20 сентября на 0,33 и 0,28 т/га соответственно. Урожайность при посеве 30 сентября с нормой высева 3 млн всхожих семян/га (5,62 т/га) была на уровне 4 млн всхожих семян/га (5,78 т/га), но сущест-

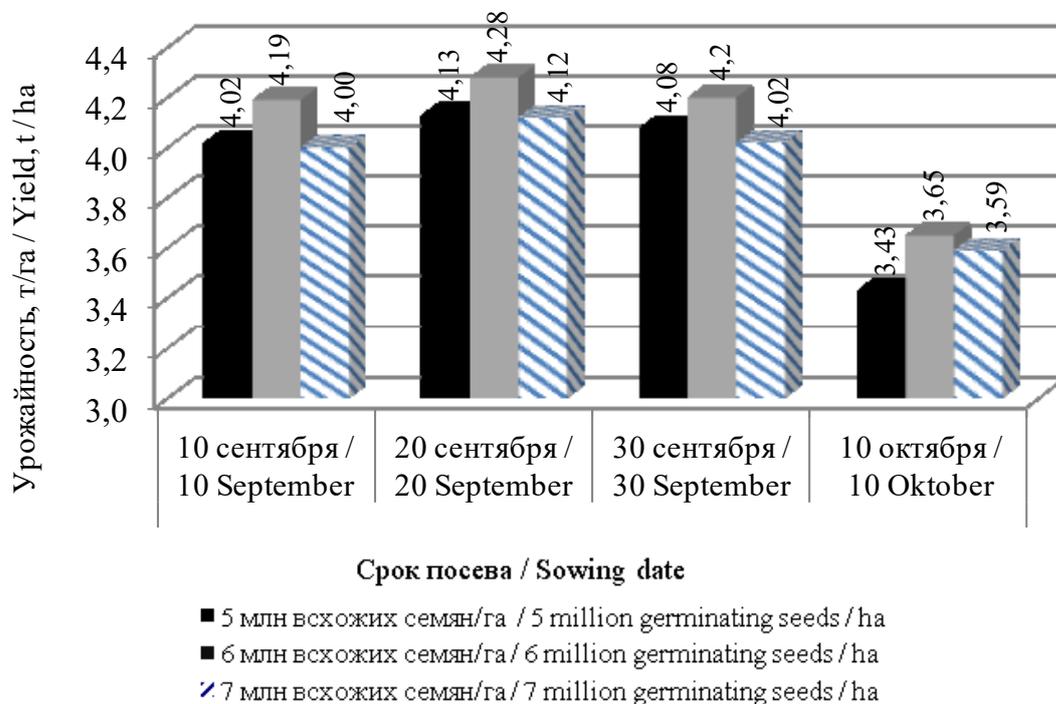
венно меньше, чем при посеве 5 млн всхожих семян/га (5,92 т/га). Между урожайностью с нормами высева 4 и 5 млн всхожих семян/га существенной разницы не установлено.

При посеве 10 октября наблюдалось снижение урожайности по всем нормам высева по сравнению с другими сроками от 13,2 до 22,5%. Разницы между урожайностью при нормах высева 3 и 4 млн всхожих семян/га (4,61 и 4,80 т/га соответственно) не установлено. В данный срок посева максимальная

урожайность получена при высева 5 млн всхожих семян/га – 5,08 т/га.

Изучение норм высева 5, 6 и 7 млн всхожих семян/га по предшественнику «подсол-

нечник» при различных сроках посева позволило установить, что при посева 10, 20 и 30 сентября между изучаемыми нормами высева существенных различий не было (рис. 2).



НСР₀₅ по фактору А (норма высева) = 0,19 / LSD₀₅ according to factor A (sowing rate) = 0.19
 НСР₀₅ по фактору В (срок посева) = 0,21 / LSD₀₅ according to factor B (sowing date) = 0.21
 НСР₀₅(АВ) = 0,23 / LSD₀₅(АВ) = 0.23

Рис. 2. Урожайность твердой озимой пшеницы сорта Лазурит в зависимости от норм высева и сроков посева по предшественнику «подсолнечник», т/га

Fig. 2. Yield of durum winter wheat Lazurit variety depending on seeding rates and sowing dates after the sunflower predecessor, t / ha

Посев 10 октября с нормой высева 5 млн всхожих семян/га снижал урожайность твердой озимой пшеницы до 3,43 т/га (на 17,2...20,4% по сравнению с другими сроками посева). Наибольшая урожайность (3,65 т/га) при данном сроке посева формировалась при норме высева 6 млн всхожих семян/га (на одном уровне с нормой высева 7 млн всх. семян/га – 3,59 т/га), но существенно больше урожайности при норме высева 5 млн всхожих семян/га (НСР₀₅ = 0,23).

По всем изучаемым срокам посева по предшественнику «подсолнечник» у твердой озимой пшеницы отмечена тенденция формирования наибольшей урожайности при норме высева 6 млн всхожих семян/га (от 3,65 до 4,28 т/га) и снижение ее при норме 5 млн всхожих семян/га (от 3,43 до 4,13 т/га) и 7 млн

всхожих семян/га (от 3,59 до 4,12 т/га). Существенных различий между сроками 10, 20 и 30 сентября не установлено.

Использование разных сроков посева и норм высева оказывало существенное влияние на рост и развитие озимой пшеницы в период вегетации и, в конечном итоге, определяло структуру и величину урожая. Основными элементами структуры урожая, определяющими урожайность озимой пшеницы, являются число продуктивных стеблей и масса зерна с колоса.

Исследования сроков посева с различными нормами высева по предшественникам «черный пар» и «подсолнечник» показали, что каждый изучаемый элемент оказывал влияние на формирование продуктивного стеблестоя (табл. 1).

*Таблица 1 – Число продуктивных стеблей твердой озимой пшеницы сорта Лазурит в зависимости от сроков посева и норм высева по различным предшественникам, шт./м² /
Table 1 – Number of productive stems of durum winter wheat Lazurit variety depending on sowing dates and seeding rates after different predecessors, pcs/m²*

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор B) / Seeding rate, million germinating seeds/ha (factor B)	Сроки посева (фактор A) / Sowing date (factor A)				HCP ₀₅ (A) / LSD ₀₅ (A)
	10 сентября / September 10	20 сентября / September 20	30 сентября / September 30	10 октября / October 10	
Предшественник – черный пар / Black fallow – predecessor					
3	498,6	484,0	476,2	421,1	22,3
4	536,0	518,9	514,6	450,6	23,6
5	568,2	560,2	546,3	491,7	23,0
HCP ₀₅ (B) / LSD ₀₅ (B)	24,0	23,2	23,1	24,2	-
Предшественник – подсолнечник / Sunflower – predecessor					
5	428,2	424,6	420,0	374,8	15,6
6	486,2	478,6	470,5	426,6	17,2
7	512,0	510,2	489,0	439,6	23,1
HCP ₀₅ (B) / LSD ₀₅ (B)	30,3	33,2	26,9	24,3	

Количество продуктивных стеблей существенно не менялось при посеве 10, 20 и 30 сентября как по предшественнику «черный пар», так и по «подсолнечнику». При данных сроках посева с нормой высева 3 млн всхожих семян/га по предшественнику «черный пар» количество продуктивных стеблей составило от 476,2 до 498,6 шт./м², при посеве с нормой высева 4 млн всхожих семян/га – от 514,6 до 536,0 шт./м², а при 5 млн всхожих семян/га – от 546,3 до 568,2 шт./м². Изучаемые сроки посева 10, 20 и 30 сентября позволили установить тенденцию формирования наибольшего стеблестоя при раннем сроке посева (10 сентября) и всех изучаемых нормах высева.

При позднем сроке посева (10 октября) как по предшественнику «черный пар», так и по предшественнику «подсолнечник» по всем изучаемым нормам высева наблюдалось существенное снижение продуктивного стеблестоя по сравнению с другими сроками посева. По предшественнику «черный пар» при посеве 10 октября уменьшение числа продуктивных стеблей по сравнению с другими изучаемыми сроками посева составило при норме высева 3 млн всхожих семян/га – от 11,6 до 15,5%, 4 млн всхожих семян/га – от 12,6 до 15,9%, 5 млн всхожих семян/га – от 10,0 до 13,5%.

По предшественнику «подсолнечник» уменьшение продуктивных стеблей при посеве 10 октября по сравнению с другими сроками посева составило при норме высева 5 млн всхожих семян/га – от 10,8 до 12,5%, 6 млн всхожих

семян/га – от 9,3 до 12,3%, 7 млн всхожих семян/га – от 10,1 до 14,1%.

Проведенный анализ показал, что нормы высева существенно влияют на продуктивность стеблестоя твердой озимой пшеницы, особенно по предшественнику «черный пар», где значимые различия установлены по всем срокам посева.

По предшественнику «подсолнечник» наименьшее количество продуктивных стеблей по всем срокам посева зафиксировано при норме высева 5 млн всхожих семян/га (от 374,8 шт./м² при посеве 10 октября до 428,2 шт./м² при посеве 10 сентября).

Наибольшее количество продуктивных стеблей твердой озимой пшеницы по предшественнику «подсолнечник» было установлено при норме высева 6 и 7 млн всхожих семян/га. Различий в количестве продуктивных стеблей между данными нормами не установлено.

Увеличение количества продуктивных стеблей при ранних сроках посева объясняется большей продолжительностью вегетационного периода и лучшим кушением растений озимой пшеницы. Увеличение нормы высева, а также смещение сроков посева от раннего (10 сентября) к позднему (10 октября) приводило к уменьшению продуктивной кустистости растений.

По предшественнику «черный пар» количество продуктивных стеблей на одно растение при посеве 10 сентября с нормой высева 3 млн всхожих семян/га составило 2,1 шт./расте-

ние, с нормой высева 4 млн всхожих семян/га – 1,7 шт/растение и 5 млн всхожих семян/га – 1,4 шт/растение, а при посеве 10 октября – 1,8, 1,4 и 1,2 шт/растение соответственно.

По предшественнику «подсолнечник» растения твердой озимой пшеницы по всем срокам посева при норме высева 5 млн всхожих семян/га формировали от 1,1 до 1,2 стеблей шт/растение, при норме высева 6 млн всхожих семян/га – от 1,0 до 1,1 стебля шт/растение и при норме 7 млн всхожих семян/га образовывался только 1 стебель.

**Таблица 2 – Масса зерна с колоса твердой озимой пшеницы сорта Лазурит в зависимости от сроков посева и норм высева по предшественникам «черный пар» и «подсолнечник», г /
Table 2 – Grain mass per ear of durum winter wheat Lazurit variety depending on the sowing time and rates of sowing after the «black fallow» and «sunflower» predecessors, g**

Норма высева, млн всхожих семян/га (фактор B) / Seeding rate, million germinating seeds/ha (factor B)	Сроки посева (фактор A) / Sowing date (factor A)				HCP ₀₅ (A) / LSD ₀₅ (A)
	10 сентября / September 10	20 сентября / September 20	30 сентября / September 30	10 октября / October 10	
Предшественник – черный пар / Black fallow – predecessor					
3	1,33	1,36	1,32	1,20	0,07
4	1,25	1,28	1,26	1,18	0,06
5	1,20	1,23	1,21	1,15	0,04
HCP ₀₅ (B) / LSD ₀₅ (B)	0,04	0,04	0,04	0,03	-
Предшественник – подсолнечник / Sunflower – predecessor					
5	1,08	1,08	1,07	1,00	0,05
6	1,00	1,00	1,00	0,94	0,04
7	0,91	0,92	0,91	0,89	0,03
HCP ₀₅ (B) / LSD ₀₅ (B)	0,03	0,04	0,03	0,03	-

По предшественнику «черный пар» при сроках посева 10, 20 и 30 сентября масса зерна с колоса с увеличением нормы высева от 3 до 4 млн всхожих семян/га уменьшалась от 4,5 до 6,0%. При посеве с нормами высева 4 до 5 млн всхожих семян/га снижение составило от 3,9 до 4,0%, а с увеличением нормы от 3 до 5 млн всхожих семян/га уменьшение составило от 8,3 до 10,0%. При посеве 10 октября масса зерна с колоса снижалась на 4,2% с увеличением нормы высева от 3 до 5 млн всхожих семян/га.

По предшественнику «подсолнечник» также, как и по предшественнику «черный пар» установлено уменьшение массы зерна с колоса при увеличении нормы высева. При всех изучаемых сроках посева с повышением нормы высева от 5 до 7 млн всхожих семян/га наблюдалось уменьшение массы зерна с колоса от 11,0 до 15,7%.

Увеличение стеблестоя растений привело к уменьшению площади питания, приходящей-

Уровень биологической урожайности озимой пшеницы определяется путем произведения количества продуктивного стеблестоя на массу зерна с колоса [7], т. е. масса зерна с колоса является одним из наиболее важных показателей при формировании урожая. В результате структурного анализа полученного урожая твердой озимой пшеницы было установлено, что масса зерна с колоса уменьшалась с увеличением нормы высева как по предшественнику «черный пар», так и по предшественнику «подсолнечник» (табл. 2).

ся на одно растение, что в результате достоверно снизило массу сформировавшихся зерен. Наибольшая масса зерна с колоса была получена при сроках посева 10, 20 и 30 сентября как по предшественнику «черный пар», так и по предшественнику «подсолнечник». Различий между данными сроками посева не установлено. Максимальная масса зерна с колоса (от 1,23 до 1,36 г) получена по предшественнику «черный пар» при посеве твердой озимой пшеницы 20 сентября по всем нормам высева.

Посев 10 сентября по предшественнику «черный пар» формировал более ранние всходы, чем по другим срокам посева, что создавало условия к лучшему кущению и получению большего количества продуктивных стеблей на единицу площади, но в то же время это приводило к большему расходу питательных веществ в осенний период.

Важным показателем для оценки развития сельскохозяйственных растений является

учет их высоты. Существует прямая зависимость между высотой растений озимой пшеницы и урожайностью [8]. Это объясняется тем, что чем выше растение пшеницы, тем больше возможность использовать солнечную энергию для формирования сухого вещества и, в конечном итоге, величины урожая [9].

Высота растений может изменяться в зависимости от условий возделывания. Высокий

агрофон положительно влияет на высоту растений и урожайность озимой пшеницы. Чем выше формируется высота растений, тем более высокий уровень урожайности может быть на таком агрофоне [10]. Высота растений изучаемого сорта твердой озимой пшеницы Лазурит по предшественнику «черный пар» увеличивалась с повышением нормы высева по всем срокам посева (табл. 3).

Таблица 3 – Высота растений и длина колоса твердой озимой пшеницы сорта Лазурит в фазу полной спелости в зависимости от нормы высева и срока посева по предшественнику «черный пар» и «подсолнечник», см /

Table 3 – Height of plants and ear length of durum winter wheat Lazurit variety in the phase of full ripeness depending on the seeding rate and sowing date after the black fallow and sunflower predecessors, cm

Норма высева, млн всхожих семян/га / Seeding rate, million germinat- ing seeds/ha	Высота растений, см / Plant height, cm				Длина колоса, см / Ear length, cm			
	Сроки посева / Sowing date							
	10 сентября / September 10	20 сентября / September 20	30 сентября / September 30	10 октября / October 10	10 сентября / September 10	20 сентября / September 20	30 сентября / September 30	10 октября / October 10
Предшественник – черный пар / Black fallow – predecessor								
3	96	98	95	91	6	6	6	5
4	97	99	96	92	6	6	6	5
5	98	100	97	92	6	6	6	5
Предшественник – подсолнечник / Sunflower – predecessor								
5	95	95	94	91	5	5	5	4
6	94	94	93	89	5	5	5	4
7	93	93	92	88	4	4	4	3

По предшественнику «черный пар» наибольшая высота растений твердой озимой пшеницы установлена при посеве 20 сентября и в зависимости от нормы высева составила от 98 до 100 см. По данному сроку посева получена наибольшая урожайность зерна. Учитывая, что высота растений является признаком хороших условий для вегетации [8, 10], можно сделать вывод, что при данном сроке посева складываются оптимальные условия для роста и развития твердой озимой пшеницы.

Ранний срок посева 10 сентября по предшественнику «черный пар» снижал высоту растений из-за большего расхода питательных веществ осенью. По данному сроку посева всходы появлялись раньше других изучаемых сроков, что увеличило период вегетации, потребление питательных веществ и отразилось на высоте растений.

Ранние и особенно поздние (позже 20 сентября) сроки посева ухудшали условия ве-

гетации, приводили к снижению биометрических показателей и урожайности. При посеве 30 сентября высота растений твердой озимой пшеницы составила от 95 до 97 см, меньше на 3 см, чем при посеве 20 сентября по всем нормам высева, а при посеве 10 октября растения имели наименьшую высоту – от 91 до 92 см.

По предшественнику «подсолнечник» растения твердой озимой пшеницы сохраняли тенденцию формирования наибольшей высоты растений (от 91 до 95 см) при оптимально складывающихся условиях и норме высева 5 млн всхожих семян/га. С увеличением нормы высева и соответственно увеличением густоты растений и стеблестоя происходило существенное уменьшение площади питания и снижение высоты растений. При норме высева 6 млн всхожих семян/га высота растений твердой озимой пшеницы относительно нормы 5 млн всхожих семян/га уменьшалась на 1-2 см, а при норме высева 7 млн всхожих семян/га – на 2-3 см.

Наибольшая высота растений отмечена при посеве 10 и 20 сентября (93-95 см). Посев 30 сентября способствовал уменьшению высоты растений относительно посева 10 и 20 сентября на 1 см, а при посеве 10 октября – на 4-5 см.

Величина колоса указывает на оптимальность складывающихся условий [11]. По предшественнику «черный пар» при посеве 10, 20, 30 сентября длина колоса сорта твердой озимой пшеницы Лазурит составила 6 см, а при посеве 10 октября – 5 см. По предшественнику «подсолнечник» длина колоса изменялась в зависимости от нормы высева и срока посева. Наибольшая длина колоса (5 см) сформировалась при посеве 10, 20 и 30 сентября с нормой высева 5 и 6 млн всхожих семян/га. Посев с нормой высева 7 млн всхожих семян/га по данным срокам посева снижал эту величину на 1 см. Наи-

меньшая длина колоса формировалась при посеве 10 октября (3-4 см).

Заключение. Для получения максимального урожая сорта твердой озимой пшеницы Лазурит в южной зоне Ростовской области на черноземе обыкновенном необходимо использовать предшественник «черный пар». Оптимальный срок посева с 10 по 30 сентября. Норма высева по предшественнику «черный пар» при посеве 10 и 20 сентября может быть снижена до 3 млн всхожих семян/га, а при посеве 30 сентября и 10 октября норма должна составлять 5 млн всхожих семян/га. По предшественнику «подсолнечник» при посеве 10, 20 и 30 сентября норма высева должна быть 5 млн всхожих семян/га, а в конце допустимых сроков посева норма должна быть увеличена до 6 млн всхожих семян/га.

Список литературы

1. Сатарова Р. М., Багманов Р. Т., Гарифуллин А. Р. Урожайность зерна новых сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Южного Урала. Достижения науки и техники АПК. 2014;(2):30-32. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21339467>
2. Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В., Скрипка О. В., Кравченко М. Е., Сухарев А. А., Гричанникова Т. А., Дерова Т. Г. Возделывание мягкой озимой пшеницы в Ростовской области: рекомендации. Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2011. 64 с.
3. Балашов В. В., Левкин В. Н. Озимая тургидная (твердая) пшеница в Волгоградской области. Аграрный вестник Урала. 2007;(5 (41)):41-42. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9926178>
4. Романенко А. А., Беспалова Л. А., Мудрова А. А., Кудряшов И. Н., Аблова И. Б., Самофалова Н. Е., Попов А. С. Ресурсосберегающая технология производства озимой твердой пшеницы: рекомендации. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 52 с. Режим доступа: <https://rosinformagrotech.ru/data/itpk/zernovye-kultury-i-kukuruza/send/17-zernovye-kultury-i-kukuruza/457-resursosbergayushchaya-tekhnologiya-proizvodstva-ozimoy-tverdoj-pshenitsy>
5. Грициенко В. Г., Гольдварг Б. А. Озимая твердая пшеница в засушливых условиях юга России. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015;(41):17-20. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25915529>
6. Магомедов Н. Р., Магомедов Н. Н., Халидова Г. Я. Эффективность выращивания озимой твердой пшеницы на лугово-каштановых почвах юга России. Горное сельское хозяйство. 2015;(3):72-75. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25133293>
7. Алабушев В. А., Алабушев А. В., Сорокин Б. Н. Теоретические основы растениеводства. Ростов н/Д: ПТ «Придонье», 1998. 192 с.
8. Акимова О. И. Формирование биометрических показателей и урожайность зерна озимой пшеницы при внесении минеральных удобрений. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009;(11):15-20. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12888644>
9. Василенко И. И., Москвина А. К. Особенности фотосинтетической продуктивности и формирования урожая озимой пшеницы сортов интенсивного типа. Вестник сельскохозяйственной науки. 1978;(7):18-26.
10. Беспалова Л. А., Кудряшов И. Н., Колесников Ф. А., Набоков Г. Д., Аблова И. Б. Мозаика сортов – решающий фактор стабильных урожаев. Защита растений в Краснодарском крае. ООО «Издательство Агрорус». Краснодарская краевая СтаЗР. Региональное приложение. 2008;(1):1-5. Режим доступа: <https://docplayer.ru/28388281-V-krasnodarskom-kraye-ooo-izdatelstvo-agrorus-krasnodarskaya-kravaya-stazr.html>
11. Ходаницкий В., Ходаницкая О. Формирование продуктивности колоса у зерновых. Пропозиция. 2017;(4):78-80. Режим доступа: <https://propozitsiya.com/formirovanie-proizvoditelnosti-kolosa-zernovyh-kultur>

References

1. Satarova R. M., Bagmanov R. T., Garifullin A. R. *Urozhaynost' zerna novykh sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Yuzhnogo Urala*. [Grain yield of new varieties of spring soft wheat in the conditions of the southern Urals]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2014;(2):30-32. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21339467>
2. Alabushev A. V., Yankovskiy N. G., Ovsyannikova G. V., Skripka O. V., Kravchenko M. E., Sukharev A. A., Grichannikova T. A., Derova T. G. *Vozdelyvanie myagkoy ozimoy pshenitsy v Rostovskoy oblasti: rekomendatsii*. [Cultivation of soft winter wheat in the Rostov region: recommendations]. Rostov n/D: ZAO «Kniga», 2011. 64 p.
3. Balashov V. V., Levkin V. N. *Ozimaya turgidnaya (tverdaya) pshenitsa v Volgogradskoy oblasti*. [Winter turgid (durum) wheat in the Volgograd region]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2007;(5 (41)):41-42. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9926178>
4. Romanenko A. A., Bepalova L. A., Mudrova A. A., Kudryashov I. N., Ablova I. B., Samofalova N. E., Popov A. S. *Resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva ozimoy tverdoy pshenitsy: rekomendatsii*. [Resource-saving technology of winter durum wheat production: recommendations]. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2013. 52 p. URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/itpk/zernovye-kultury-i-kukuruza/send/17-zernovye-kultury-i-kukuruza/457-resursosberegayushchaya-tekhnologiya-proizvodstva-ozimoy-tverdoy-pshenitsy>
5. Gritsienko V. G., Gol'dvarg B. A. *Ozimaya tverdaya pshenitsa v za-sushlivykh usloviyakh yuga Rossii*. [Durum winter wheat in arid conditions of southern Russia]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2015;(41):17-20. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25915529>
6. Magomedov N. R., Magomedov N. N., Khalidova G. Ya. *Effektivnost' vyrashchivaniya ozimoy tverdoy pshenitsy na lugovo – kashtanovykh pochvakh yuga Rossii*. [Efficiency of cultivation of winter durum wheat on meadow-chestnut soils of the South of Russia]. *Gornoe sel'skoe khozyaystvo*. 2015;(3):72-75. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25133293>
7. Alabushev V. A., Alabushev A. V., Sorokin B. N. *Teoreticheskie osnovy rasteniyevodstva*. [Theoretical foundations of crop production]. Rostov n/D: PT «Pridon'e», 1998. 192 p.
8. Akimova O. I. *Formirovaniye biometricheskikh pokazateley i urozhaynost' zerna ozimoy pshenitsy pri vnosenii mineral'nykh udobreniy*. [Formation of biometric indicators and yield of winter wheat grain when applying mineral fertilizers]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2009;(11):15-20. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12888644>
9. Vasilenko I. I., Moskvina A. K. *Osobennosti fotosinteticheskoy produktivnosti i formirovaniya urozhaya ozimoy pshenitsy sortov intensivnogo tipa*. [Features of the photosynthetic productivity and yield formation of winter wheat varieties of the intensive type]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 1978;(7):18-26.
10. Bepalova L. A., Kudryashov I. N., Kolesnikov F. A., Nabokov G. D., Ablova I. B. *Mozaika sortov – reshayushchiy faktor stabil'nykh urozhayev. Zashchita rasteniy v Krasnodarskom krae*. [Mosaic varieties - the decisive factor of stable yields. Plant protection in the Krasnodar region]. *OOO «Izdatel'stvo Agrorus». Krasnodarskaya kraevaya StaZR. Regional'noe prilozhenie*. 2008;(1):1-5. (In Russ.). URL: <https://docplayer.ru/28388281-V-krasnodarskom-krae-ooo-izdatelstvo-agrorus-krasnodarskaya-kraevaya-stazr.html>
11. Khodanitskiy V., Khodanitskaya O. *Formirovaniye produktivnosti kolosa u zernovykh*. [The formation of ear productivity for cereal crops]. *Propozitsiya*. 2017;(4):78-80. (In Russ.). URL: <https://propozitsiya.com/formirovaniye-proizvoditelnosti-kolosa-zernovykh-kultur>

Сведения об авторе

✉ **Попов Алексей Сергеевич**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Зерноградский район, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0001-6593-1138>, e-mail: popowaleksey@mail.ru

Information about the author

✉ **Aleksey S. Popov**, PhD in Agricultural science, leading researcher, the Laboratory of Cultivation Technology of Grain Crops, Federal State Budgetary Scientific Institution «Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd, Zernogradsky district, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0001-6593-1138>, e-mail: popowaleksey@mail.ru

✉ - Для контактов / Corresponding author

Параметры пластичности и стабильности сортов озимой твердой пшеницы по различным предшественникам в условиях Ростовской области

© 2019. А. В. Алабушев, Т. С. Макарова ✉, Н. Е. Самофалова, Н. П. Иличкина, О. А. Дубинина

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Российская Федерация

В статье обобщены результаты по изучению параметров адаптивности озимой твердой пшеницы в зависимости от предшественника. Исследования проводили в 2015-2017 гг. в условиях Ростовской области. В качестве объекта исследований использовали 8 сортов озимой твердой пшеницы – Дончанка, Амазонка, Агат донской, Кристелла, Лазурит, Ониск, Диона и Эйрена. За стандарт был принят сорт Дончанка. В полевых условиях сорта высевали по следующим предшественникам – черный пар, сидеральный пар, горох, подсолнечник и кукуруза на силос. Полученные данные показали, что наиболее благоприятным предшественником для озимой твердой пшеницы является сидеральный пар, средняя урожайность по которому составила 7,69 т/га. Все сорта при размещении их по различным предшественникам имели разные показатели параметров адаптивности. Лучшими предшественниками оказались черный пар (Кристелла – 7,78 т/га, Лазурит – 7,74 т/га), сидеральный пар (Агат донской – 8,30 т/га, Лазурит – 8,46 т/га) и горох (Ониск – 7,41 т/га, Диона – 8,11 т/га). Среди всего набора сортов наиболее высокоотзывчивым показал себя сорт Агат донской ($b_i > 1$), сохраняя при этом в большинстве случаев высокие стабильные урожаи ($s_i^2 < 1$), урожайность по всем предшественникам, за исключением подсолнечника, составила 6,93-8,30 т/га. С повышением уровня урожайности на 1 т/га он увеличивал свой показатель (b_j) на 1,16-5,15 т/га. Сорт Эйрена рекомендуется возделывать на экстенсивном фоне, так как за годы исследований он оказался наименее отзывчивым – при повышении уровня урожайности на 1 т/га он увеличивал свой показатель (b_j) на 0,01-0,55 т/га по предшественникам горох, подсолнечник и кукуруза на силос.

Ключевые слова: твердая пшеница, озимая пшеница, сорт, урожайность, индекс условий среды, сидеральный пар, черный пар, горох, подсолнечник, кукуруза на силос.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (тема № 0706-2019-0002).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Алабушев А. В., Макарова Т. С., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А. Параметры пластичности и стабильности сортов озимой твердой пшеницы по различным предшественникам в условиях Ростовской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):557-566. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.557-566>

Поступила: 24.10.2019

Принята к публикации: 03.12.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

Parameters of adaptability and stability of winter durum wheat varieties according to various forecrops in the Rostov region

© 2019. Andrey V. Alabushev, Tatyana S. Makarova ✉, Nina E. Samofalova, Nina P. Ilichkina, Olga A. Dubinina

Federal State Budgetary Scientific Institution «Agricultural Research Center «Donskoy», Zernograd, Russian Federation

The article summarizes the study results of adaptability parameters of winter durum wheat depending on its forecrop. The study was carried out in the Rostov region in 2015-2017. As the objects of the study there have been used 8 winter durum wheat varieties 'Donchanka', 'Amazonka', 'Agat Donskoy', 'Kristella', 'Lazurit', 'Oniks', 'Diona' and 'Eyrena'. The variety 'Donchanka' was taken as a standard variety. In the field trials the varieties were sown after weedfree and green fallows, and after such forecrops as peas, sunflower and maize for grain. The obtained data showed that green fallow was the most favorable forecrop for winter durum wheat, an average yield of which was 7.69 t/ha. When sown after various forecrops, all varieties had different adaptability parameters. The best forecrops were weedfree fallow ('Kristella' with 7.78 t/ha, 'Lazurite' with 7.74 t/ha), green fallow ('Agat Donskoy' with 8.30 t/ha, 'Lazurit' with 8.46 t/ha) and peas ('Oniks' with 7.41 t/ha, 'Diona' with 8.11 t/ha). Among the whole set of the varieties, the variety 'Agat Donskoy' ($b_i > 1$) proved to be the most highly responsive, while maintaining in most cases high stable yields ($s_i^2 < 1$), productivity of the varieties sown after all forecrops, except sunflower, was 6.93-8.30 t/ha. With productivity increase of 1 t/ha, it improved its indicator (b_j) by 1.16-5.15 t/ha. The variety 'Eyrena' is recommended for cultivation on an extensive background, since through the years of study it turned out to be the least responsive - with productivity increase by 1 t/ha, it improved its indicator (b_j) by 0.01-0.55 t/ha after such forecrops as peas, sunflower and maize for silage.

Key words: durum wheat, winter wheat, variety, productivity, index of environment conditions, green fallow, weedfree fallow, peas, sunflower, maize for silage

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of the State Scientific Establishment «Agricultural research center «Donskoy» (No. 0706-2019-0002).

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

For citation: Alabushev A. V., Makarova T. S., Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Dubinina O. A. Parameters of adaptability and stability of winter durum wheat varieties according to various forecrops in the Rostov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):557-566. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.557-566>

Received: 24.10.2019

Accepted for publication: 03.12.2019

Published online: 16.12.2019

Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) играет огромную роль во всем мире. Благодаря качественным характеристикам зерна, она является единственным сырьем в макаронной и крупяной промышленности для изготовления высококачественных макаронных изделий и круп, мука же из твердой пшеницы обладает диетическими и питательными свойствами [1, 2].

Для получения наиболее высоких и сохраняющих стабильность урожаев, а также реализации всего генетического потенциала продуктивности зерна твердой пшеницы высокого качества сельхозпроизводители должны учитывать не только биологические и хозяйственные характеристики этой культуры, особенности ведения семеноводства, сортовой состав, но и соблюдать место этой культуры в севообороте, в первую очередь, выбор предшественника, так как она очень требовательна к наличию влаги в почве как в начальный период произрастания семян, так и в дальнейшие периоды роста и развития растений [3].

В связи с этим встает вопрос о необходимости создания сортов озимой твердой пшеницы с комплексом морфологических и биологических признаков, способных повышать устойчивость к засухе не только в осенний период, но и в период активной вегетации растений без снижения их потенциальной продуктивности [4, 5].

Для получения высоких и в большей степени сохраняющих стабильность урожаев важная роль также отводится созданию и использованию в растениеводстве наиболее продуктивных и адаптивных форм, которые способны реализовать свой генетический потенциал продуктивности при других негативных условиях произрастания (перезимовке, поражении болезнями и вредителями, при полегании) [6, 7]. Сельхозтоваропроизводителям нужны именно такие сорта, которые в меньшей степени снижают урожайность и качество при изменении условий выращивания, в частности меняющихся погодных условиях [8, 9].

В процессе создания сортов одним из важных требований является устойчивость их к экологическим факторам среды, которые лимитируют формирование потенциально возможной урожайности. Эта проблема актуальна в тех областях Российской Федерации, где особо резко проявляются неблагоприятные для растений элементы климата. Поэтому изучение экологической пластичности и адаптивности сортов в реальных природно-климатических условиях произрастания на последних этапах селекционного процесса является наиболее актуальным вопросом производства и внедрения сельскохозяйственной продукции [10, 11, 12].

Климат в Ростовской области резко континентальный и в большей степени подвержен влиянию различных неблагоприятных метеорологических явлений, оказывающих негативное действие на развитие сельскохозяйственных культур. Это засухи и суховеи, пыльные бури, заморозки, особенно ранние осенние и весенние возвратные в период роста и развития растений, притертые ледяные корки. Температура воздуха имеет резко выраженный годовой ход (летом +37...43 °С, зимой иногда до -20...-30 °С) и колеблется в течение суток. Большая часть территории области расположена в засушливой зоне, где общее годовое количество осадков варьирует от 290 до 580 мм в различных зонах области, основное количество которых выпадает зимой и весной, меньше осенью.

В связи с нестабильными погодными условиями южной зоны Ростовской области, создание и внедрение в производство сортов, которые способны давать наибольшую урожайность и сохранять высокое качество зерна при резко изменяющихся метеоусловиях, является важной задачей сельскохозяйственной науки [13].

Цель исследования – изучить параметры пластичности и стабильности сортов твердой озимой пшеницы в зависимости от предшественника в условиях Ростовской области.

Материал и методы. Исследования проводили в 2015-2017 гг. Материалом для исследований послужили 8 сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Все изучаемые сорта внесены в Государственный реестр селекционных достижений. В качестве стандарта использовали сорт Дончанка.

Подготовка почвы, посев и уход за посевами осуществляли согласно рекомендациям [14]. Посев конкурсного сортоиспытания проводили сеялкой WintersteigerPlotseed S, повторность опыта 6-кратная, расположение делянок – систематическое, учетная площадь – 10 м². Предшественники – черный пар, сидеральный пар, горох, кукуруза на силос и подсолнечник. Уборку урожая проводили

комбайном Wintersteiger Classic.

Оценка по показателям экологической пластичности и стабильности проведена по методу S. A. Eberchart и W. A. Russel в изложении В. А. Зыкина¹. Данные результатов исследований обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову².

Метеорологические данные за 2015-2017 гг. предоставлены Черноградской метеостанцией.

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия в годы проведения исследований имели контрастные показатели в период вегетации озимой твердой пшеницы, как по количеству осадков (рис. 1), так и по термическому режиму (рис. 2), которые отличались от среднеголетних данных.

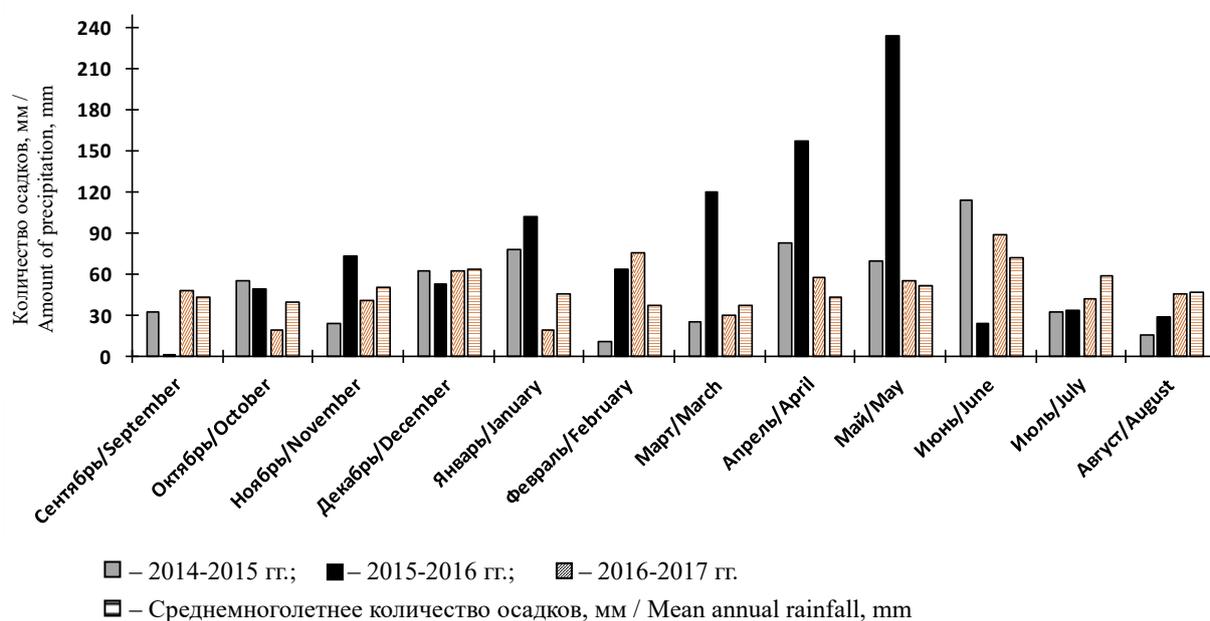


Рис. 1. Количество осадков за годы проведения исследований, мм (2015-2017 гг.) / Fig. 1. Precipitation amount over the years of the research, mm (2015-2017)

По количеству осадков и температурному режиму 2014-2015 сельскохозяйственный год оказался благоприятным для роста и развития растений озимой твердой пшеницы – в осенний период наблюдалось повышенное количество осадков (110,6 мм) и благоприятная среднемесячная температура, что способствовало формированию высокого урожая, в особенности по предшественникам сидеральный пар – до 9,16 т/га (индекс условий среды (I_j) = 0,56), подсолнечник – 7,21–7,32 т/га

(I_j = 0,64) и черный пар – до 6,66 т/га (I_j = 0,16).

По количеству осадков, их распределению по сезонам и температурному режиму 2015-2016 сельскохозяйственный год оказался нетипичным для нашей зоны и не совсем благоприятным для роста и развития озимой твердой пшеницы – это засушливый (0,4 мм) и жаркий (21,9 °C) сентябрь, влажный зимний (218,3 мм) и весенний (510,4 мм) периоды. Индексы условий среды имели отрицательные значения по всем предшественникам.

¹Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа, 2005. 100 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). 5 издание, перераб. и допол. Стереотип изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.

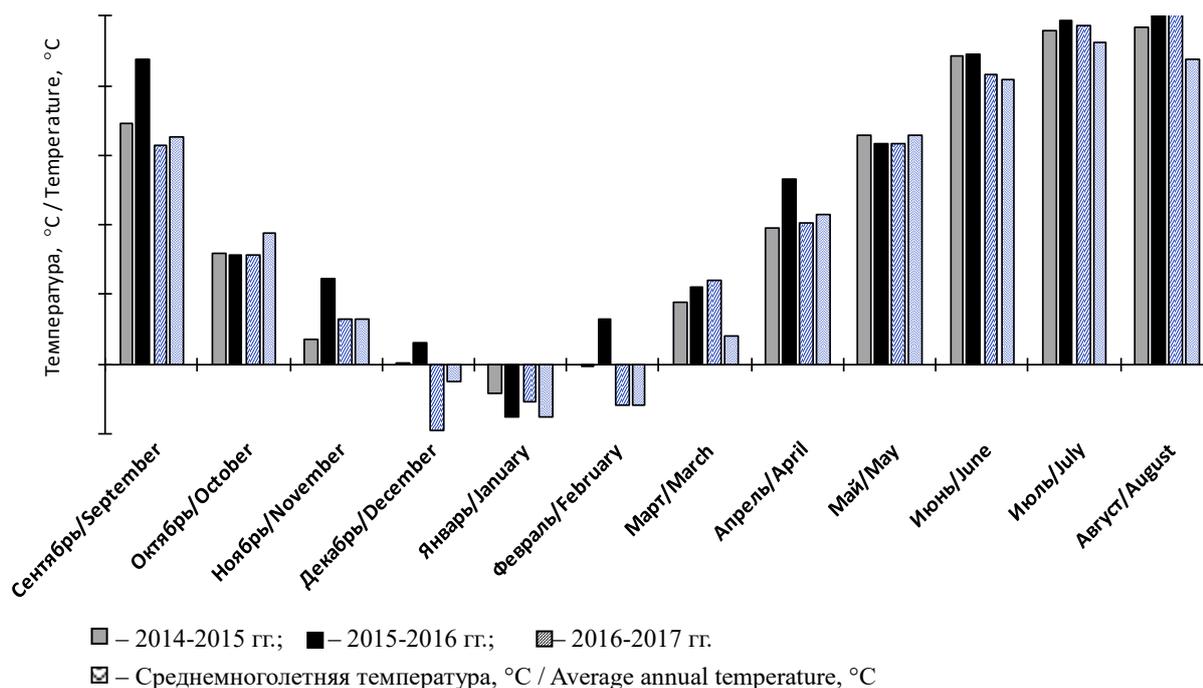


Рис. 2. Температура воздуха за годы проведения исследований, °C (2015-2017 гг.) /
Fig. 2. Air temperature over the years of the research, °C (2015-2017)

Самым благоприятным по погодным условиям для роста и развития растений озимой твердой пшеницы, а также формирования высокого урожая оказался 2016-2017 сельскохозяйственный год, особенно по предшественнику горох, получена максимальная урожайность по сорту Диона – 11,9 т/га ($I_j = 1,56$) и сидеральному пару – 6,87-8,80 т/га ($I_j = 0,45$), где в момент сева наблюдалось достаточное количество влаги (106,9 мм) и оптимальное в зимний период (156,5 мм) в сочетании с температурой воздуха, близкой к среднегодовой.

В исследованиях рассматривалась урожайность каждого сорта по разным предшественникам и давалась оценка по параметрам пластичности и стабильности в зависимости от предшественника.

В наших исследованиях за годы испытаний (среднее 2015-2017 гг.) урожайность стандартного сорта Дончанка по предшественнику «черный пар» составила 6,15 т/га. Все изучаемые сорта по этому предшественнику превышали по урожайности стандарт на 0,92-1,63 т/га ($НСР_{05} = 0,73$). Наиболее высокая урожайность отмечена у сортов Эйрена, Лазурит

и Кристелла – 7,58, 7,74 и 7,78 т/га соответственно (табл. 1).

Одним из важных показателей при оценке сортов является коэффициент регрессии – b_i , который показывает их реакцию на изменение условий выращивания, т. к. при создании новых адаптивных сортов необходимо знать конкретную величину индивидуальной реакции разных генотипов на био- и абиотические факторы среды [15].

Следуя модели расчёта S. A. Eberhart, W. A. Russel, наиболее ценны те сорта, у которых $b_i > 1$, а s_i^2 (коэффициент стабильности) стремится к нулю. Такие сорта отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью. Сорта с высокими показателями b_i и s_i^2 менее ценны, так как их высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью урожая. Те генотипы, у которых $b_i < 1$ и близкий к нулю показатель s_i^2 , слабо реагируют на улучшение внешних условий и имеют достаточно высокую стабильность урожайности.

Для определения коэффициента стабильности s_i рассчитывали теоретическую урожайность и отклонения ее от фактической³.

³Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. 2005. С. 34-35.

Таблица 1 – Влияние условий выращивания на урожайность сортов озимой твердой пшеницы по предшественнику «черный пар» (2015-2017 гг.) / Table 1 – The effect of growing conditions on productivity of the winter durum wheat varieties sown after weedfree fallow (2015-2017)

Сорт / Variety	Средняя урожайность, т/га / Average productivity, t/ha	Теоретическая урожайность, т/га / Theoretical productivity, t/ha			b_i	s_i^2
		2015 г.	2016 г.	2017 г.		
Дончанка (ст.) / Donchanka (st.)	6,15	7,15	5,38	6,28	5,36	0,02
Амазонка / Amazonka	7,28	7,57	7,14	7,36	1,30	0,01
Агат донской / Agat donskoy	7,11	6,83	7,04	6,93	-0,64	0,03
Кристелла / Kristella	7,78	7,87	7,08	7,49	2,39	0,09
Лазурит / Lazurit	7,74	6,82	6,84	6,83	-0,09	0,82
Оникс / Oniks	7,07	7,43	7,39	7,41	0,12	0,12
Диона / Diona	7,16	8,21	8,01	8,11	0,61	0,90
Эйрена / Eirena	7,58	6,29	6,64	6,46	-1,06	1,25
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,73	-			F _φ < F ₀₅	

Примечание: индекс условий среды по годам (I_j): 2015 – 0,16; 2016 – -0,17; 2017 – 0,01 / index of environment conditions through years (I_j): 2015 – 0.16; 2016 – -0.17; 2017 – 0.01

В результате оценки по параметрам пластичности сорта Дончанка, Амазонка и Кристелла характеризовались высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания (коэффициент пластичности $b_i = 5,36; 1,30$ и $2,39$), а также высокой стабильностью урожая ($s_i^2 = 0,02; 0,01$ и $0,09$ соответственно), такие сорта можно отнести к высокоинтенсивным [11]. Менее отзывчивыми, но более стабильными по урожайности показали себя сорта Оникс и Диона ($b_i = 0,12-0,61; s_i^2 = 0,12-0,90$). Такие сорта относятся к полунинтенсивным, они слабо реагируют на улучшение условий произрастания, но сохраняют стабильно высокие урожаи [11].

По предшественнику «сидеральный пар» урожайность стандартного сорта Дончанка составила 6,76 т/га. Сорта Агат донской, Лазурит и Диона превысили стандарт на 1,0-1,7 т/га (HCP₀₅ = 0,85), урожайность остальных сортов находилась на уровне стандарта (табл. 2). По данному предшественнику наиболее высокоотзывчивыми сортами были Амазонка, Агат донской, Лазурит, Диона и Эйрена ($b_i = 1,22; 1,16; 1,09; 2,00$ и $1,16$ соответственно), но сохраняли при этом низкую стабильность урожая, показатели s_i^2 варьировали от 1,51 до 5,14. По сидеральному пару эти сорта являются малоценными, так как их высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью урожая. Сорта Кристелла, Оникс и Дончанка

слабо реагировали на условия произрастания, сохраняя при этом стабильно высокие показатели урожая ($b_i < 1$ и $s_i^2 < 1$).

За годы испытаний по предшественнику «горох» выделились следующие сорта – Амазонка, Кристелла, Оникс и Диона, превысив стандарт на 1,08-1,83 т/га (HCP₀₅ = 0,91) (табл. 3). Эти сорта по оценке экологической пластичности являлись наиболее отзывчивыми (высокоинтенсивными) на улучшение условий возделывания, коэффициент регрессии b_i находился в пределах 1,15-2,39. Менее отзывчивыми (полунинтенсивными) были сорта Дончанка, Лазурит и Эйрена ($b_i = 0,49; 0,14$ и $0,01$ соответственно). По данному предшественнику все сорта имели достаточно высокую стабильность урожая, коэффициент стабильности s_i^2 находился в пределах 0,002-0,100.

Посев по предшественнику «подсолнечник» способствовал увеличению урожайности у сортов Диона и Эйрена на 1,23-1,78 т/га (табл. 4) по сравнению со стандартным сортом Дончанка, урожайность которого составила 5,19 т/га. На уровне стандарта отмечалась урожайность сортов Амазонка, Агат донской, Кристелла, Лазурит и Оникс (6,06; 5,62; 5,44; 5,45 и 5,76 т/га соответственно).

Высокой отзывчивостью на изменение условий среды характеризовались сорта Дончанка, Амазонка и Агат донской, где $b_i = 1,75; 1,80$ и $1,95$, сохраняя при этом достаточно не-

высокую стабильность урожая. Сорт Эйрена имел высокую стабильность урожая, слабо реагируя на изменение условий произрастания ($b_i = 0,55$; $s_i^2 = 0,26$). Сорта Кристелла, Лазурит,

Оникс и Диона по данному предшественнику слабо реагировали на изменение внешних условий произрастания и имели нестабильную урожайность ($b_i < 1$; $s_i^2 > 1$).

Таблица 2 – Влияние условий выращивания на урожайность сортов озимой твердой пшеницы по предшественнику «сидеральный пар» (2015-2017 гг.) /

Table 2 – The effect of growing conditions on productivity of the winter durum wheat varieties sown after green fallow (2015-2017)

Сорт / Variety	Средняя урожайность, т/га / Average productivity, t/ha	Теоретическая урожайность, т/га / Theoretical productivity, t/ha			b_i	s_i^2
		2015 г.	2016 г.	2017 г.		
Дончанка (ст.) / Donchanka (st.)	6,76	6,88	6,98	6,86	0,22	0,08
Амазонка / Amazonka	7,71	8,39	8,94	8,26	1,22	2,05
Агат донской / Agat donskoy	8,30	8,95	9,47	8,82	1,16	1,70
Кристелла / Kristella	7,56	7,56	8,30	7,89	0,73	0,61
Лазурит / Lazurit	8,46	9,07	9,56	8,95	1,09	1,51
Оникс / Oniks	7,58	7,81	7,99	7,76	0,41	0,70
Диона / Diona	7,76	8,88	9,78	8,66	2,00	5,14
Эйрена / Eyrena	7,36	8,01	8,53	7,88	1,16	2,35
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,85	-			F _φ <F ₀₅	

Примечание: индекс условий среды по годам (I_j): 2015 – 0,56; 2016 – -1,01; 2017 – 0,45 / index of environment conditions through years (I_j): 2015 – 0.56; 2016 – -1.01; 2017 – 0.45

Таблица 3 – Влияние условий выращивания на урожайность сортов озимой твердой пшеницы по предшественнику «горох» (2015-2017 гг.) /

Table 3 – The effect of growing conditions on productivity of the winter durum wheat varieties sown after peas (2015-2017)

Сорт / Variety	Средняя урожайность, т/га / Average productivity, t/ha	Теоретическая урожайность, т/га / Theoretical productivity, t/ha			b_i	s_i^2
		2015 г.	2016 г.	2017 г.		
Дончанка (ст.) / Donchanka (st.)	6,28	5,83	5,98	7,00	0,49	0,002
Амазонка / Amazonka	7,36	5,87	6,36	9,84	1,59	0,06
Агат донской / Agat donskoy	6,93	6,13	6,40	8,26	0,85	0,05
Кристелла / Kristella	7,48	6,39	6,75	9,29	1,15	0,05
Лазурит / Lazurit	6,83	6,70	6,74	7,05	0,14	0,09
Оникс / Oniks	7,41	6,12	6,55	9,57	1,37	0,01
Диона / Diona	8,11	5,87	6,61	11,86	2,39	0,10
Эйрена / Eyrena	6,46	6,45	6,45	6,48	0,01	0,02
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,91	-			F _φ <F ₀₅	

Примечание: индекс условий среды по годам (I_j): 2015 – -0,94; 2016 – -0,63; 2017 – 1,56 / index of environment conditions through years (I_j): 2015 – -0.94; 2016 – -0.63; 2017 – 1.56

Таблица 4 – Влияние условий выращивания на урожайность сортов озимой твердой пшеницы по предшественнику «подсолнечник» (2015-2017 гг.) / Table 4 – The effect of growing conditions on productivity of the winter durum wheat varieties sown after sunflower (2015-2017)

Сорт / Variety	Средняя урожайность, т/га / Average productivity, t/ha	Теоретическая урожайность, т/га / Theoretical productivity, t/ha			b_i	s_i^2
		2015 г.	2016 г.	2017 г.		
Дончанка (ст.) / Donchanka (st.)	5,19	7,39	5,14	6,28	1,75	1,76
Амазонка / Amazonka	6,06	8,51	6,20	7,37	1,80	1,70
Агат донской / Agat donskey	5,62	8,18	5,68	6,94	1,95	1,72
Кристелла / Kristella	5,44	7,70	7,25	7,48	0,35	4,18
Лазурит / Lazurit	5,45	7,39	6,26	6,83	0,88	1,90
Оникс / Oniks	5,76	7,65	7,17	7,41	0,38	2,73
Диона / Diona	6,42	8,33	7,89	8,11	0,34	2,86
Эйрена / Eirena	6,97	6,81	6,11	6,46	0,55	0,26
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,97	-			F _φ <F ₀₅	

Примечание: индекс условий среды по годам (I_j): 2015 – 0,64; 2016 – -0,64; 2017 – 0,02 / index of environment conditions through years (I_j): 2015 – 0.64; 2016 – -0.64; 2017 – 0.02

По предшественнику «кукуруза на силос» (табл. 5) все изучаемые сорта превышали стандарт по урожайности на 0,75-1,51 т/га (HCP₀₅ = 0,58). Высокоинтенсивными сортами по данному предшественнику являлись Дончанка, Агат донской, Лазурит и Оникс,

коэффициенты b_i = 3,66; 5,15; 2,09 и 4,41, s_i^2 = 0,01; 0,003; 0,04 и 0,04 соответственно. Сорта Амазонка, Кристелла, Диона и Эйрена слабо реагировали на внешние условия произрастания (b_i в пределах 0,04-0,97), сохраняя при этом стабильно высокую урожайность.

Таблица 5 – Влияние условий выращивания на урожайность сортов озимой твердой пшеницы по предшественнику «кукуруза на силос» (2015-2017 гг.) / Table 5 – The effect of growing conditions on productivity of the winter durum wheat varieties sown after maize for silage (2015-2017)

Сорт / Variety	Средняя урожайность, т/га / Average productivity, t/ha	Теоретическая урожайность, т/га / Theoretical productivity, t/ha			b_i	s_i^2
		2015 г.	2016 г.	2017 г.		
Дончанка (ст.) / Donchanka (st.)	6,21	6,09	6,55	6,17	3,66	0,01
Амазонка / Amazonka	7,17	7,33	7,40	7,35	0,54	0,04
Агат донской / Agat donskey	6,97	6,68	7,32	6,79	5,15	0,002
Кристелла / Kristella	7,72	7,91	6,80	7,72	0,86	0,09
Лазурит / Lazurit	6,96	6,73	6,99	6,77	2,09	0,04
Оникс / Oniks	7,21	7,20	7,75	7,29	4,41	0,04
Диона / Diona	7,31	8,06	8,18	8,08	0,97	0,63
Эйрена / Eirena	7,23	6,46	6,46	6,46	0,04	0,60
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,58	-			F _φ <F ₀₅	

Примечание: индекс условий среды по годам (I_j): 2015 – -0,05; 2016 – 0,08; 2017 – -0,03 / index of environment conditions through years (I_j): 2015 – -0.05; 2016 – 0.08; 2017 – -0.03

Выводы. Таким образом, анализ полученных данных показал, что все сорта при размещении их по различным предшественни-

кам имеют разные показатели параметров пластичности и стабильности, в частности, на высоком агрофоне рекомендуется возделыва-

вать сорт Агат донской, так как он высокоотзывчив на условия произрастания, сохраняя при этом в большинстве случаев высокие стабильные урожаи (по всем предшественникам, за исключением подсолнечника, получено 6,93-8,30 т/га). С повышением уровня урожайности на 1 т/га он увеличивал свой показатель отзывчивости (b_i) на 1,16-5,15 т/га.

На высоком и среднем агрофоне рекомендуется возделывать следующие сорта: Дончанка, Амазонка, Кристелла, Оникс, Лазурит и Диона, с повышением уровня урожайности на 1 т/га они способны увеличивать аналогичный показатель на 1,30-5,36 т/га по черному пару, на 1,15-2,39 т/га по гороху. Высокие урожаи по всем предшественникам получены у сорта Амазонка – 7,17-7,71 т/га,

по сидеральному пару выделились сорта Лазурит – 8,46 т/га и Оникс – 7,58 т/га. Максимальная урожайность у сорта Диона получена по гороху – 8,11 т/га.

На среднем агрофоне рекомендуется возделывать сорт Эйрена, который увеличивал показатель отзывчивости на 0,01-0,55 т/га по предшественникам «горох», «подсолнечник» и «кукуруза на силос». По непаровому предшественнику «подсолнечник» не рекомендуется высевать такие сорта озимой твердой пшеницы, как Кристелла, Лазурит, Оникс и Диона, так как по данному предшественнику наблюдалась низкая отзывчивость на улучшение условий внешней среды в сочетании с нестабильностью урожая.

Список литературы

1. Самофалова Н. Е., Попов А. С., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Дерова Т. Г. Твердая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство). Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2012. 80 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25123899>
2. Мудрова А. А., Яновский А. С. Результативность селекции в повышении продуктивности и улучшения адаптивного потенциала пшеницы твердой озимой. 100 Лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации. Сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: ООО «ЭДВИ», 2014. С.68-79.
3. Опыт возделывания озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 160 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23257943>
4. Лиховидова В. А., Газе В. Л., Марченко Д. М. Влияние почвенной и воздушной засухи на развитие корневой системы сортов и линий озимой мягкой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2018;(4(58)):39-42. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-39-42>
5. Ходаницкий В., Ходаницкая А. Вторичные корни пшеницы озимой и урожай. Пропозиция. 2017;(2):64-65. Режим доступа: <https://propozitsiya.com/vtorichnye-korni-pshenicy-ozimoy-i-urozhay>
6. Глуховцев В. В., Маслова Г. Я, Китлярова Н. И., Абдряев М. Р. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015;(2(52)):39-40. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23401127>
7. Шмаль В. В. Новые сортовые ресурсы. Селекция и семеноводство. 2006;(1):33-41.
8. Самофалов А. П., Подгорный С. В. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на продуктивность. Аграрный вестник Урала. 2014;(5(123)):13-16. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21685179>
9. Самофалова Е. В. Зависимость урожайности культур от агрометеорологических условий Самарской области. Агро XXI. 2009;(4-6):29-31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25932132>
10. Воробьев А. В., Воробьев В. А. Оценка адаптивной способности и стабильности сортов в селекции яровой пшеницы на Среднем Урале. Достижения науки и техники АПК. 2011;(6): 18-20. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16497011>
11. Пакуль В. Н., Плиско Л. Г. Оценка экологической пластичности селекционных линий яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Кузнецкой котловины. Международный научно-исследовательский журнал. 2016;(3(45)):116-120. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.075>
12. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. Вестник РАСХН. 2005;(6):49-53.
13. Кравченко Н. С., Ионова Е. В., Газе В. Л. Влияние условий выращивания на урожайность и качество зерна образцов озимой мягкой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2019;(4(64)):31-35. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-54-59>
14. Авдеев С. С., Бабичев А. Н., Балакай Г. Т., Воеводина Л. А., Гринько А. В., Докучаева Л. М., Иванова Н. А., Ильинская И. Н., Кривко Н. П., Кузнецов Ю. Г., Кулыгин В. А., Лабынцев А. В., Огнев В. В., Пасько С. В., Селицкий С. А., Сенчуков Г. А., Целуйко О. А., Чулков В. В., Щедрин В. Н. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы. Ч. II. Ростов-на-Дону, 2013. 272 с.
15. Анисков Н. И., Калашников Н. А., Козлова Г. Я., Поползухин П. В. Голозерный ячмень в Западной Сибири. Омск. 2007. 158 с.

References

1. Samofalova N. E., Popov A. S., Ilichkina N. P., Dubinina O. A., Derova T. G. *Tverdaya (turgidnaya) ozimaya pshenitsa v Rostovskoy oblasti (sortovoy sostav, tekhnologiya vozdeleyvaniya, semenovodstvo)*. [Winter durum (turgid) wheat in the Rostov region (varietal composition, cultivation technology, seed production)]. Rostov n/D: ZAO «Kniga», 2012. 80 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25123899>
2. Mudrova A. A., Yanovskiy A. S. *Rezultativnost' seleksii v povyshenii produktivnosti i uluchsheniya adaptivnogo potentsiala pshenitsy tverdoy ozimoy. 100 Let na sluzhbe APK: traditsii, dostizheniya, innovatsii. Sb. nauchn. tr. v chest' 100-letiya so dnya osnovaniya Krasnodarskogo NIISKh im. P. P. Luk'yanenko*. [The breeding effectiveness in increasing productivity and improving the adaptive potential of winter durum wheat. One hundred years in Agrobusiness: traditions, achievements, innovations. Collection of scientific papers in honor of the 100th anniversary of the establishing the Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P.P. Lukiyenko]. Krasnodar: OOO «EDVI», 2014. pp. 68-79.
3. *Opyt vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy v usloviyakh nedostatochnogo uvlazhneniya*. [The experience of winter wheat cultivation in the conditions of insufficient moisture]. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2015. 160 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23257943>
4. Likhovidova V. A., Gaze V. L., Marchenko D. M. *Vliyanie pochvennoy i vozduшной zasukhi na razvitie kornevoy sistemy sortov i liniy ozimoy myagkoy pshenitsy*. [The effect of soil and air drought on the development of root system of winter soft wheat varieties and lines]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia*. 2018;(4(58)):39-42. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-39-42>
5. Khodanitskiy V., Khodanitskaya A. *Vtorichnye korni pshenitsy ozi-moy i urozhay*. [Winter wheat secondary roots and harvest]. *Propozitsiya*. 2017;(2):64-65. (In Ukraine). URL: <https://propozitsiya.com/vtorichnye-korni-pshenicy-ozimoy-i-urozhay>
6. Glukhovtsev V. V., Maslova G. Ya., Kitlyarova N. I., Abdryaev M. R. *Vliyanie agroekologicheskikh faktorov na produktivnost' i kachestvo zerna sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh lesostepi Samarskoy oblasti*. [The impact of agroecological factors on the productivity and quality of winter wheat varieties in the Samara forest-steppe region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015;(2(52)):39-40. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23401127>
7. Shmal' V. V. *Novye sortovye resursy*. [New varietal resources]. *Seleksiya i semenovodstvo*. 2006;(1):33-41. (In Russ.).
8. Samofalov A. P., Podgornyy S. V. *Iskhodnyy material v seleksii ozimoy pshenitsy na produktivnost'*. [The initial material in a winter wheat selection for productivity]. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2014;(5(123)):13-16. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21685179>
9. Samokhfalova E. V. *Zavisimost' urozhaynosti kul'tur ot agrometeorologicheskikh usloviy Samarskoy oblasti*. [Grain crop yield dependence on agro-meteorological conditions of the Samara region]. *Agro XXI*. 2009;(4-6):29-31. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25932132>
10. Vorob'ev A. V., Vorob'ev V. A. *Otsenka adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti sortov v seleksii yarovoy pshenitsy na Srednem Urale*. [Estimation of adaptability and stability of spring wheat varieties in the Middle Urals]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2011;(6): 18-20. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16497011>
11. Pakul' V. N., Plisko L. G. *Otsenka ekologicheskoy plastichnosti selektsionnykh liniy yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh lesostepi Kuz-netskoj kotloviny*. [Estimation of ecological plasticity of spring soft wheat lines in the forest-steppe of the Kuznetsk area]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal*. 2016;(3(45)):116-120. DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.45.075>
12. Goncharenko A. A. *Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivo-sti sortov zernovykh kul'tur*. [On adaptability and environmental sustainability of grain crop varieties]. *Vestnik RASKhN*. 2005;(6):49-53. (In Russ.).
13. Kravchenko N. S., Ionova E. V., Gaze V. L. *Vliyanie usloviy vyrashchivaniya na urozhaynost' i kachestvo zerna obratstov ozimoy myagkoy pshenitsy*. [The impact of growing conditions on productivity and grain quality of winter soft wheat samples]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia*. 2019;(4(64)):31-35. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-54-59>
14. Avdeenko S. S., Babichev A. N., Balakay G. T., Voevodina L. A., Grin'ko A. V., Dokuchaeva L. M., Ivanova N. A., Il'inskaya I. N., Krivko N. P., Kuznetsov Yu. G., Kulygin V. A., Labyntsev A. V., Ognev V. V., Pas'ko S. V., Selitskiy S. A., Senchukov G. A., Tseluyko O. A., Chulkov V. V., Shchedrin V. N. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2013-2020 gody*. [Zonal agricultural systems of the Rostov region for 2013-2020]. Part II. Rostov-na-Donu, 2013. 272 p.
15. Aniskov N. I., Kalashnikov N. A., Kozlova G. Ya., Popolzukhin P. V. *Golozernyy yachmen' v Zapadnoy Sibiri*. [Hulled barley in Western Siberia]. Omsk, 2007. 158 p.

Сведения об авторах

Алабушев Андрей Васильевич, академик РАН, директор ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Зерноградский район, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8675-1021>**

✉ **Макарова Татьяна Сергеевна**, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Зерноградский район, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2286-637x>**, e-mail: mts0304@mail.ru

Самофалова Нина Егоровна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Зерноградский район, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2216-3164>**

Иличкина Нина Павловна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Зерноградский район, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4041-0322>**

Дубинина Ольга Алексеевна, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Научный городок, д. 3, Зерноградский район, г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2768-4935>**

Information about authors

Andrey V. Alabyshev, academician of RAS, director of the FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd district, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8675-1021>**

✉ **Tatyana S. Makarova**, PhD in Agricultural Science, researcher, the Laboratory of winter durum wheat breeding and seed production, FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd district, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: mts0304@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2286-637x>**

Nina E. Samofalova, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of winter durum wheat breeding and seed production, FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd district, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2216-3164>**

Nina P. Ilichkina, PhD in Agricultural Science, leading researcher, the Laboratory of winter durum wheat breeding and seed production, FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy», Nauchny Gorodok, 3, Zernograd district, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4041-0322>**

Olga A. Dubinina, agronomist, the Laboratory of winter durum wheat breeding and seed production, FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy» Nauchny Gorodok, 3, Zernograd district, Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, e-mail: vniizk30@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2768-4935>**

✉ - Для контактов / Corresponding author

Изменчивость хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности

© 2019. И. Ю. Иванова¹, Л. В. Волкова²✉

¹Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация,

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В статье рассматриваются результаты четырехлетнего изучения (2016-2019 гг.) селекционных линий яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в почвенно-климатических условиях центральной и южной части Волго-Вятского региона. Выделены перспективные линии С-65, С-103, Н-154, превышающие районированный стандартный сорт Симбирцит как по средним значениям урожайности (3,41...3,56 т/га; прибавка 0,04...0,19 т/га), так и по уровню потенциальной урожайности (5,61...6,93 т/га; прибавка 0,48...1,80 т/га). По средним многолетним показателям структуры урожая к источникам ценных свойств отнесены селекционные линии П-57, Р-63, С-65 и С-103. Идентифицированы генотипы Р-63, Н-154, отличающиеся высокими значениями и стабильностью формирования клейковины в зерне относительно сорта Симбирцит (22,8...24,1%; прибавка к стандарту 3,1...4,4%). С помощью коэффициента вариации определена степень изменчивости хозяйственно полезных признаков (продуктивной кустистости, высоты растений, длины колоса, числа зерен с колоса, массы зерна с колоса, массы 1000 зерен, урожайности, содержания клейковины в зерне) в разных экологических средах. Установлено, что значения вариабельности отдельных признаков продуктивности в одном сорте не всегда согласованы между собой и имеют генотипическую обусловленность. Стабильность урожайности может быть тесно связана с уровнем варьирования отдельных элементов ее структуры. Более стабильные по урожайности генотипы, как правило, характеризовались высокой изменчивостью продуктивной кустистости и низкой – высоты растений, массы зерна с колоса и массы 1000 зерен. Показано, что с селекционной и практической точек зрения наиболее ценными являются генотипы со стабильно высокими значениями длины колоса и числа зерен с колоса, как обладающие высокой адаптивной реакцией к условиям возделывания.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, селекционные линии, урожайность, элементы продуктивности, содержание клейковины, коэффициент вариации

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0767-2019-0093).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: 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. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>

Поступила: 15.10.2019

Принята к публикации: 16.11.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

Variability of economically valuable traits of spring wheat and their contribution to productivity stabilization

© 2019. Inga Yu. Ivanova¹, Lyudmila V. Volkova²✉

¹Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation,

²Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article discusses the results of a four-year study (2016-2019) of breeding lines of spring soft wheat of the selection of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky in the soil and climatic conditions of the central and southern parts of the Volga-Vyatka region. The promising lines С-65, С-103, Н-154 were selected as they exceeded the regionalized standard variety Simbirtsit in average yields (3.41...3.56 t/ha; the increase is 0.04...0.19 t/ha), and in terms of potential yield (5.61...6.93 t/ha; the increase is 0.48...1.80 t/ha). According to the long-term average indicators of the crop structure, the selection lines П-57, Р-63, С-65 and С-103 were attributed to the sources of valuable properties. Genotypes Р-63, Н-154 showed higher values and stability of gluten formation in grain relative to the variety Simbirtsit (22.8-24.1%; the increase to the standard is 3.1 - 4.4%). Using the variation coefficient, the degree of variability of economically useful traits (productive bushiness, plant height, ear length, number of grains per ear, grain weight per ear, 1000 grain mass, yield, gluten content in grain) was determined in different ecological environments. It has been established that the variability values of individual characteristics of productivity in one variety are not always consistent with each other and have genotypic conditionality. Yield stability can be closely related to the level of variation of individual elements of its struc-

ture. Genotypes that were more stable in yield indicated high variability of productive bushiness and low variability of plant height, grain weight per spike, and mass of 1000 grains. It has been shown that from practical point of view the most valuable genotypes were the ones with steadily high values of the spike length and the number of spike grains, as having a high adaptive response to cultivation conditions.

Key words: *spring soft wheat, breeding lines, yield, productivity elements, gluten content, coefficient of variation*

Acknowledgement: The research was carried out within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0093).

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

For citation: Ivanova I. Yu., Volkova L. V. 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.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>

Received: 15.10.2019

Accepted for publication: 16.11.2019

Published online: 16.12.2019

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из важнейших и наиболее распространенных зерновых культур, народнохозяйственное значение которой сложно переоценить [1]. В современных рыночных условиях, в соответствии с необходимостью многостороннего использования пшеницы, требуется, прежде всего, повышение урожайности культуры и качества зерна, освоение инновационных технологий, гарантирующих получение экологически безопасной продукции [2]. Проблему устойчивого производства зерна яровой мягкой пшеницы, стабилизации его качества надо решать комплексно и, в первую очередь, за счёт использования более продуктивных сортов, хорошо приспособленных к местным условиям. В общем комплексе мероприятий, направленных на дальнейшее увеличение продуктивности и улучшение качественных показателей, главенствующая роль принадлежит селекции [3].

Повышение урожайности является одним из самых сложных направлений селекции, поскольку этот признак формируется из нескольких элементов (густота стеблестоя, продуктивность колоса, крупность зерна и другие) [4]. Каждый из компонентов, в свою очередь, зависит от многочисленных генетических и средовых факторов на всех этапах органогенеза [5, 6, 7]. Уровень урожайности считается главным критерием экономической целесообразности возделывания того или иного сорта, однако создать сорт с высоким генетическим потенциалом продуктивности – еще не значит получать высокие урожаи при возделывании в производственных условиях [8]. Это связано с его неспособностью противостоять экологическим стрессам [9]. При этом в одном генотипе уровень средней чувствительности разных признаков может быть неодинаковым, а стабильность по урожайности, вероятно, связана с нестабильностью по другим признакам [10]. При определении стратегии селекционных

работ важно учитывать не только высокий потенциал продуктивности вновь создаваемых сортов, но и уровень фенотипической пластичности хозяйственно ценных признаков в условиях изменения климата, биотической среды, технологий возделывания [11]. Для устойчивого повышения урожайности селекция должна вестись в разных географических пунктах в течение ряда лет. Актуальная на сегодняшний день проблема изучения взаимодействия генотипа и среды включает оценку изменчивости отдельных элементов продуктивности и их вклад в стабилизацию урожайности.

Цель исследований – изучить сорта и селекционные линии яровой пшеницы по основным элементам продуктивности, урожайности и качеству зерна в природно-климатических условиях центральной и южной части Волго-Вятского региона, выделить перспективные образцы, определить вариабельность признаков, их вклад в стабилизацию урожайности.

Материал и методы. Исследования проводили на базе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) в 2016-2018 гг. и Чувашияского НИИСХ (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) в 2018-2019 гг. в конкурсном сортоиспытании. Учетная площадь делянок 10,0 м², повторность четырехкратная. Почва опытного участка в центральной части региона – дерново-подзолистая среднесуглинистая (pH_{сол} = 4,8, содержание гумуса 2,0%, фосфора и калия – среднее (по Кирсанову)); почва участка в южной части региона – серая лесная тяжелосуглинистая (pH_{сол} = 6,1, содержание гумуса 4,6%, фосфора и калия – повышенное).

В качестве материала для изучения использовали 8 селекционных линий яровой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. За стандарт был выбран районированный сорт Симбирцит (оригинатор Ульяновский НИИСХ). Все учеты и наблюдения в период вегетации и статистическую обработку результатов проводили в полном соответствии

с методикой полевого опыта по Б. А. Доспехову¹, методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур². Содержание клейковины определяли с помощью системы «Glutomatic» фирмы «Pertin Instruments».

Результаты и их обсуждение. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований различались между собой как по количеству осадков и характеру их распределения, так и по температурному режиму, что позволило дать объективную оценку изучаемым селекционным линиям. В условиях г. Кирова рост и развитие полевых культур в 2016 году проходил на фоне сильного дефицита влаги, в 2017 году – переувлажнения почвы и недостатка тепла, в 2018 году гидротермические показатели были на уровне среднеголетних значений. В условиях Чувашской Республики в 2018 году наблюдали недостаток влаги при повышенной температуре воздуха, в 2019 году – дефицит влаги в начале вегетации растений и высокую влагообеспеченность в фазу созревания культуры.

Продуктивность зерновых культур складывается из нескольких основных структурных показателей: высота растений, продук-

тивная кустистость, длина колоса, озерненность, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен. В таблице 1 представлены средние значения элементов продуктивности селекционных линий, изученных в различных почвенно-климатических условиях в течение ряда лет.

По результатам структурного анализа было установлено, что практически у всех изученных образцов продуктивная кустистость превышала стандарт, достоверное отличие отмечено у селекционной линии Р-63. Показатель «высота растений» у П-57, П-103, С-84, Н-154 был на уровне стандарта, у Р-63, Т-122, С-65, С-103 – достоверно ниже стандарта. Большинство изучаемых сортообразцов характеризовались крупным колосом, превышая стандарт по длине колоса и количеству зерен с колоса. Достоверное превышение по этим признакам наблюдали у П-57 и С-65. По массе зерна с главного колоса все образцы статистически не отличались от сорта Симбирцит, показатели выше среднего по опыту отмечены у Р-63, С-65, С-103. Сортвые различия по крупности зерна были сильно выражены (масса 1000 зерен варьировала в пределах 34,7...45,3 г), выделены генотипы, формировавшие признак на уровне стандарта: Р-63, С-65, С-84, С-103.

Таблица 1 – Характеристика селекционных номеров яровой пшеницы по элементам продуктивности (2016-2019 гг.) /

Table 1 – Characteristics of breeding numbers of spring wheat according to the elements of productivity (2016-2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Продуктивная кустистость / Productive tillering capacity</i>	<i>Высота стебля, см / Stem length, sm</i>	<i>Длина колоса, см / The length of the ear, sm</i>	<i>Количество зерен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pcs</i>	<i>Масса зерна с колоса, г / Grains mass per ear, g</i>	<i>Масса 1000 зерен, г / 1000 grains mass, g</i>
Симбирцит, ст. / Simbirtsit, st.	1,07	80,5	7,0	24,1	1,12	45,3
Р-63	1,28	73,4	7,7	26,3	1,15	41,4
П-57	1,12	75,6	7,7	30,8	1,06	34,7
Т-122	1,12	71,0	6,9	24,3	1,03	38,9
П-103	1,09	74,8	7,3	27,1	1,00	37,8
С-65	1,08	71,7	7,7	29,5	1,17	40,5
С-84	1,20	76,7	7,0	25,3	1,07	41,0
С-103	1,09	71,2	7,8	26,1	1,18	41,7
Н-154	1,08	77,5	7,9	27,7	1,02	35,8
Среднее по опыту / Average experiment	1,13	74,8	7,4	26,8	1,09	39,7
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,18	6,8	0,7	3,9	0,17	5,4

¹Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

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

Таким образом, по комплексу показателей структуры урожая перспективными можно считать селекционные линии П-57 (длина, озерненность колоса), Р-63 (продуктивная кустистость, масса зерна с главного колоса, масса 1000 зерен), С-65 (продуктивность главного колоса, масса 1000 зерен)

и С-103 (длина колоса, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен).

Для характеристики степени изменчивости хозяйственно ценных признаков наиболее широко используемым, простым и информативным критерием служит коэффициент вариации (V, %) (табл. 2).

Таблица 2 – Степень изменчивости хозяйственно ценных признаков у селекционных номеров (V,%) (2016-2019 гг.) /

Table 2 – The degree of variability of economically valuable traits in breeding numbers (V,%) (2016-2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Продуктивная кустистость / Productive till- ing capacity</i>	<i>Высота стебля / Stem length</i>	<i>Длина колоса / The length of the ear</i>	<i>Количество зерен в колосе / Number of grains per ear</i>	<i>Масса зерна с колоса / grains mass per ear</i>	<i>Масса 1000 зерен / 1000 grains mass</i>
Симбирцит, ст. / Simbirsit, st.	7,8	20,9	21,7	10,9	12,5	4,5
Р-63	27,6	16,6	22,7	27,8	24,2	15,1
П-57	19,9	21,0	16,1	20,1	20,4	5,7
Т-122	8,7	26,2	19,6	20,0	19,5	14,7
П-103	9,2	13,4	20,7	15,3	16,7	8,8
С-65	6,9	20,5	16,2	19,3	7,6	12,3
С-84	23,3	18,0	26,2	25,6	21,8	6,0
С-103	6,6	25,7	20,8	22,0	26,0	20,4
Н-154	9,1	22,8	17,1	12,7	24,7	12,9
Среднее по опыту / Average experiment	13,2	20,6	20,1	19,3	19,3	11,2

Поскольку растения подвержены неблагоприятным воздействиям в разные периоды своего роста и развития, стабильность урожайности определенного сорта в различных почвенно-климатических условиях зависит от его способности компенсировать слабое развитие одного элемента другим. Например, недостаток продуктивных побегов в процессе развития растений может быть компенсирован за счет большего числа фертильных колосков в колосе, меньшее число фертильных колосков – за счет большего числа развитых зерен в колоске, малое количество образовавшихся зерен – за счет повышения массы 1000 зерен.

Известно, что существуют генотипические различия как в общей, так и в специфической компенсационной способности отдельных признаков, т. е. одни генотипы лучше компенсируют недостаточное количество ранее заложенных органов, другие не в состоянии выровнять возникающие различия [12]. Отбор генотипов, непластичных по слагающим урожайности признакам, может привести к снижению потенциальной продуктивности селекционного материала. В данной статье сделана попытка выяснить, насколько изменчивость отдельных признаков продуктивности

у изучаемых сортов влияет на величину и стабилизацию урожайности.

Продуктивная кустистость имеет большое практическое значение, т. к. от нее в значительной степени зависит урожайность [13]. Способность сортов хорошо куститься важно не только для озимых, но и для яровых культур, поскольку обеспечивает достаточно густой стеблестой в неблагоприятных условиях и изреженных посевах [14]. Кроме того, при хорошем кушении благодаря нарастанию листовой поверхности накапливается большее количество органического вещества, которое используется для формирования зерна. С другой стороны, сильное кушение негативно сказывается на посевах при дефиците влаги, поскольку на образование вторичных стеблей затрачивается много воды и питательных веществ, а при избытке влаги может привести к полеганию, снижению урожайности и качества продукции. Высокопластичные по продуктивной кустистости сорта имеют преимущество за счет способности формировать оптимальное количество стеблей на единицу площади. В данном исследовании обнаружена достоверно высокая положительная корреляция между средним значением продуктивной

кустистости и ее варьированием ($r = 0,90$, значимо на уровне $0,01$), и средняя отрицательная корреляция ($r = -0,60$) – между коэффициентами вариации урожайности и кустистости. Другими словами, генотипы с высокими средними значениями этого признака обладали и наибольшей его изменчивостью и в то же время характеризовались самой стабильной урожайностью (P-63, C-84).

Анализ высоты растений в разных средах показал, что изменчивость данного признака хорошо согласуется с варьированием урожайности ($r = 0,72$, значимо на уровне $0,05$), т. е. сортообразцы, слабо реагирующие на условия выращивания по этому признаку (П-103, P-63, C-84), отличались более стабильной урожайностью.

Степень варьирования длины колоса у всех селекционных линий находилась в интервале от $16,1$ до $26,2\%$. Отмечено, что длина колоса значительно коррелирует с урожайностью ($r = 0,56$), а высокая изменчивость этого признака нежелательна, поскольку отрицательно связана с его средним значением ($r = -0,53$). С селекционной и практической точки зрения наиболее ценными являются генотипы со стабильно высоким значением длины колоса (П-57, C-65 и Н-154), поскольку этот признак в значительной степени определяет количество цветков и зерен в колосе.

В период формирования колоса (кущение-колошение) растения предъявляют повышенные требования к условиям произрастания. Недостаток влаги в почве, сухая и жаркая погода в эти фазы развития приводят к нарушению формирования генеративных органов и образованию в колосе большого числа недоразвитых и стерильных цветков. Следовательно, сорта, формирующие высокое количество зерен вне зависимости от условий, обладают хорошей адаптивностью и способностью противостоять стрессам. К таким генотипам можно отнести стандарт Симбирцит и селекционную линию Н-154.

Масса зерна с колоса в наших исследованиях была тесно связана с урожайностью ($r = 0,71$, значимо на уровне $0,05$). При этом степень варьирования урожайности и степень варьирования массы зерна с колоса также взаимосвязаны ($r = 0,44$). Коэффициент вариации массы зерна с колоса у большинства изучаемых селекционных линий превышал показатель стандартного сорта, за исключением C-65, у которого отмечено минимальное значение ($V = 7,6\%$) наряду с высокими абсолютными показателями.

Средняя вариабельность в опыте по массе 1000 зерен была небольшой относительно других признаков ($V = 11,2\%$), но различия генотипов как по абсолютным средним значениям, так и по коэффициентам вариации, были значительными. Средний уровень признака «масса 1000 зерен» не согласуется со степенью его изменчивости ($r = 0,02$), что дает возможность сочетать в генотипах крупность зерна и устойчивость его проявления (Симбирцит, C-84). Масса 1000 зерен была положительно связана с урожайностью ($r = 0,44$), а высокая вариабельность массы 1000 зерен достоверно влияла на изменчивость урожайности ($r = 0,73$, значимо на уровне $0,05$).

Статистически значимых различий по урожайности не выявлено (табл. 3), выделены селекционные линии с прибавкой к стандарту Симбирцит от $0,04$ до $0,19$ т/га: Н-154, C-103, C-65. Максимальный уровень урожайности за все годы исследований ($6,93$ т/га) зафиксирован у селекционного номера C-103 в Чувашском НИИСХ в условиях 2019 года. Высокой потенциальной урожайностью $5,61$ и $5,95$ т/га характеризовались C-65 и Н-154 соответственно.

Наряду с высокой урожайностью от сорта требуется, чтобы ее колебания были как можно меньше. Трудность совмещения в одном генотипе высокой продуктивности и стабильности в том, что эти показатели зачастую отрицательно взаимосвязаны. В наших исследованиях корреляция между средней урожайностью и коэффициентом вариации была средней положительной и составила $0,48$. Генотипические различия по реакции на условия возделывания были значительными – вариабельность урожайности у сортов колебалась от $32,4$ до $57,7\%$. Наибольшей стабильностью относительно сорта-стандарта отличались селекционные линии C-84, P-63, П-57. По сочетанию признаков «высокая урожайность» и «стабильность» к лучшему можно отнести C-65.

Селекционные линии были изучены по содержанию клейковины в зерне в различных почвенно-климатических условиях центральной и южной части Волго-Вятского региона в период с 2016 по 2019 год. Контрастные условия среды послужили причиной широкого диапазона изменчивости процентного содержания клейковины – от $9,7$ до $35,4\%$ в зависимости от генотипа, места и года исследования. В таблице 4 приведены средние значения и размах изменчивости данного признака.

Таблица 3 – Характеристика селекционных номеров яровой мягкой пшеницы по урожайности и вариабельности (2016-2019 гг.) /

Table 3 – Characterization of breeding numbers of spring soft wheat by yield and variability (2016-2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Средняя урожайность, т/га / Average yield, t/ha</i>	<i>Отклонение от стандарта, т/га / Deviation from the standard, t/ha</i>	<i>Размах урожайности, min-max, т/га / Yield range, min-max, t/ha</i>	<i>Коэффициент вариации, % / Variability, %</i>
Симбирцит, ст. / Simbircit, st	3,37	-	1,93-5,13	37,8
P-63	3,35	-0,02	2,10-4,84	35,3
П-57	3,09	-0,28	1,63-4,41	34,8
T-122	3,11	-0,26	1,79-4,91	41,2
П-103	3,18	-0,19	1,78-4,77	38,5
C-65	3,56	+0,19	2,51-5,61	36,1
C-84	3,20	-0,17	2,18-4,74	32,4
C-103	3,53	+0,16	1,68-6,93	57,7
H-154	3,41	+0,04	1,68-5,95	47,6

Таблица 4 – Содержание клейковины у селекционных номеров яровой мягкой пшеницы, % (2016-2019 гг.) /

Table 4 – Gluten content in breeding numbers of spring soft wheat, % (2016-2019)

<i>Сорт/номер / Variety/number</i>	<i>Содержание клейковины в зерне / Gluten</i>		<i>Размах содержания клейковины, min-max / Gluten range, min-max</i>	<i>Коэффициент вариации / Variability</i>
	<i>среднее / average</i>	<i>± к стандарту / ± to the standard</i>		
Симбирцит, ст. / Simbircit, st	19,7	-	12,8-29,5	36,0
P-63	22,8	+3,1	18,1-34,5	34,4
П-57	20,5	+0,8	13,0-27,9	35,6
T-122	18,1	-1,6	10,4-27,5	48,5
П-103	20,7	+1,0	13,7-29,0	31,5
C-65	16,3	-3,4	9,7-23,4	34,5
C-84	22,5	+2,8	16,1-34,0	35,3
C-103	22,5	+2,8	15,8-30,8	30,7
H-154	24,1	+4,4	17,7-35,4	33,7

Достоверное превышение ($HC_{P05} = 3,5\%$) над стандартом среднего многолетнего значения отмечено у номера H-154, который также характеризовался максимальным показателем в благоприятных условиях возделывания. В группу номеров, превышающих стандарт по содержанию клейковины на 0,8...3,1%, вошли P-63, П-57, П-103, C-84, C-103. Селекционная линия T-122 уступала стандарту на 1,6% и обладала самой высокой вариабельностью, резко снижая показатель в лимитированных условиях. Линия C-65, выделенная ранее по урожайности, имела самое низкое в опыте содержание клейковины (-3,4% к Симбирциту).

Выводы. Изучение и анализ селекционных линий конкурсного сортоиспытания яровой мягкой пшеницы в условиях централь-

ной и южной части Волго-Вятского региона позволили выделить перспективные образцы, превосходящие стандартный сорт по значениям средней и потенциальной урожайности, элементам продуктивности и содержанию клейковины. Показано, что значения вариабельности отдельных признаков продуктивности и качества зерна имеют генотипическую обусловленность и могут в целом характеризовать стабильность сорта. Высокостабильные по урожайности генотипы, как правило, характеризовались высокой изменчивостью продуктивной кустистости и низкой – высоты растений, массы зерна с колоса и массы 1000 зерен. Выявленные закономерности могут быть использованы в качестве методических подходов при экологической организации селекционного процесса.

Список литературы

1. 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>
2. Сандухадзе Б. И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества. Достижения науки и техники АПК. 2010;(11):4-6. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15584560>
3. Беспалова Л. А., Мудрова А. А., Гольдварг Б. А., Боктаев М. В. Создание адаптивных сортов мягкой и твердой озимой пшеницы для республики Калмыкия. Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018;(3):6-10. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36001817>
4. 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. Режим доступа: <http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/2754>
5. Лысенко А. А., Коробова Н. А. Оценка коллекционных образцов гороха по элементам продуктивности. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019;(7-1):107-112. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39171637>
6. Багавиева Э. З., Василова Н. З. Особенности сортов яровой мягкой пшеницы по элементам структуры урожая. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2009;4(1(11)):101-105. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12975194>
7. Волкова Л. В. Наследуемость и изменчивость признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы первого-четвертого поколений. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):207-218. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38194918>
8. Андреева З. В. О нереализованном потенциале урожайности зерна мягкой яровой пшеницы на гос-сортучастках и в производственных условиях Томской области. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2007;(8):19-24. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9517555>
9. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений. Сельскохозяйственная биология. 2000;35(3):3-29.
10. Кильчевский А. В. Генетико-экологические основы селекции растений. Информационный вестник ВОГИС. 2005;9(4):518-526. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>
11. 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):685-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
12. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур. Пер. с чеш. З. К. Благовещенской. М.: Колос, 1984. 367 с.
13. Шелахова М. В., Романова И. Н., Терентьев Е. С., Князева С. М., Рыбченко Т. И., Рыбаков А. М. Продуктивность сортов зерновых культур в зависимости от фонов минерального питания. Зерновое хозяйство России. 2012;(2):112-118. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17719116>
14. Долгалев М. П., Крючков А. Г. Зависимость урожайности сортов яровой мягкой пшеницы от хозяйственно-ценных биологических признаков. Вестник Оренбургского государственного университета. 2003;(1):74-79. Режим доступа: <http://vestnik.osu.ru/doc/1033/article/900/lang/0>
15. Сюков В. В., Вьюшков А. А., Шевченко С. Н., Поротькин С. Е., Чичкин А. П. Сорта яровой мягкой пшеницы нового поколения. Достижения науки и техники АПК. 2007;(8):2-4. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11934444>

References

1. 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 soft 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>
2. Sandukhadze B. I. *Selektsiya ozimoy pshenitsy vazhneyshiy faktor povysheniya urozhaynosti i kachestva*. [Winter wheat breeding is the most important factor for increase in productivity and quality]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2010;(11):4-6. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15584560>
3. Bepalova L. A., Mudrova A. A., Gol'dvarg B. A., Boktaev M. V. *Sozdanie adaptivnykh sortov myagkoy i tverdoy ozimoy pshenitsy dlya respubliki Kalmykiya*. [Creation of adaptive cultivars of soft and durum winter wheat for republic of Kalmykia]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018;(3):6-10. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36001817>
4. Grigor'ev Yu. P., Belan I. A. *Vliyanie elementov struktury urozhaya na urozhaynost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh podtaezhnoy zony Omskoy oblasti*. [Influence of crop structure elements on the yield of spring soft wheat varieties in the subtaiga zone of the Omsk region]. *Agrarnaya Rossiya* = Agrarian Russia. 2019;(5):3-6. (In Russ.). URL: <http://agros.folium.ru/index.php/agros/article/view/2754>

5. Lysenko A. A., Korobova N. A. *Otsenka kolleksiornykh obraztsov gorokha po elementam produktivnosti*. [Evaluation of collection samples of pea according to productivity elements]. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* = International Research Journal. 2019;(7-1):107-112. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39171637>

6. Bagavieva E. Z., Vasilova N. Z. *Osobennosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy po elementam struktury urozhaya*. [Features of spring soft wheat varieties according to crop structure elements]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2009;4(1(11)):101-105. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12975194>

7. Volkova L. V. *Nasleduemost' i izmenchivost' priznakov produktivnosti u gibrinov yarovoy myagkoy pshenitsy pervogo-chetvertogo pokoleniy*. [Inheritance and variability of productivity traits in hybrids of spring soft wheat of the first to fourth generations]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):207-218. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38194918>

8. Andreeva Z. V. *O nerealizovannom potentsiale urozhaynosti zerna myagkoy yarovoy pshenitsy na gossortouchastkakh i v proizvodstvennykh usloviyakh Tomskoy oblasti*. [On unrealized potential of spring soft wheat grain yielding ability under conditions of the Tomsk Region]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2007;(8):19-24. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=951755>

9. Zhuchenko A. A. *Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoy sistemy selektsii rasteniy*. [Ecological and genetic bases of adaptive system of plant selection]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2000;35(3):3-29.

10. Kil'chevskiy A. V. *Genetiko-ekologicheskie osnovy selektsii rasteniy*. [Genetic and ecological bases of plant breeding]. *Informatsionnyy vestnik VOGIS* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2005;9(4):518-526. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>

11. 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):685-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>

12. *Formirovaniye urozhaya osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [The crop formation of the main crops]. *Per. s chesh. Z. K. Blagoveshchenskoy*. Moscow: Kolos, 1984. 367 p.

13. Shelakhova M. V., Romanova I. N., Terent'ev E. S., Knyazeva S. M., Rybchenko T. I., Rybakov A. M. *Produktivnost' sortov zernovykh kul'tur v zavisimosti ot fonov mineral'nogo pitaniya*. [Productivity of grain crops varieties depending upon backgrounds of mineral nutrition]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2012;(2):112-118. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17719116>

14. Dolgalev M. P., Kryuchkov A. G. *Zavisimost' urozhaynosti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy ot khozyaystvenno-tsennykh biologicheskikh priznakov*. [The dependence of the yield of spring soft wheat varieties on economically valuable biological traits]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* = Vestnik of the Orenburg State University. 2003;(1):74-79. (In Russ.). URL: <http://vestnik.osu.ru/doc/1033/article/900/lang/0>

15. Syukov V. V., Vyushkov A. A., Shevchenko S. N., Porof'kin S. E., Chichkin A. P. *Sorta yarovoy myagkoy pshenitsy novogo pokoleniya*. [Varieties of spring soft wheat of a new generation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2007;(8):2-4. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11934444>

Сведения об авторах

Иванова Инга Юрьевна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник Чувашского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Центральная, д. 2, Цивильский район, п. Опытный, Чувашская Республика, Российская Федерация, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>

✉ **Волкова Людмила Владиславовна**, кандидат биол. наук, зав. лабораторией селекции яровой мягкой пшеницы 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

Information about the authors

Inga Yu. Ivanova, PhD in Agricultural science, senior researcher, Chuvash Research Agricultural Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Tsentralnaya str., 2, Tsvil'skiy district, Opytny settlement, Chuvash Republic, Russian Federation, 429911, e-mail: chniish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0792-1721>

✉ **Lyudmila V. Volkova**, PhD in Biological science, 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

✉ - Для контактов / Corresponding autor

Оценка селекционных номеров картофеля по комплексу признаков в условиях Кировской области

© 2019. О. Н. Башлакова¹ ✉, Н. Ф. Синцова²

¹ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация,

²Фаленская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», п. Фаленки, Кировская область, Российская Федерация

В период с 2016 по 2018 г. в условиях Кировской области проведена оценка гибридных комбинаций картофеля по важнейшим признакам – устойчивостью к основным заболеваниям, высокая продуктивность и товарные качества клубней. В качестве объекта исследования использованы новые гибриды картофеля селекции Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: 27-07(165-00 × 282-97), 170-08 (Сьерра × 93.14-99), 21-07 (165-00 × 282-97), 62-08 (9326-2 × Жуковский ранний), 90-09 (194-00 × 45-7-17), 179-10 (Дина × 45-7-17), 455-08 (591m-62 × Дубрава). В качестве стандартов использовали районированные в Кировской области сорта картофеля: Удача (раннеспелый), Невский (среднеранний), Чайка (среднеспелый). Согласно методическим указаниям селекционного процесса картофеля в питомнике были проведены фенологические наблюдения, оценка по продуктивности (на 65-ый день), общей и товарной урожайности, устойчивости к болезням и определен химический состав клубней. В результате по комплексу хозяйственно ценных признаков выделен перспективный селекционный номер 170-08 – достоверное превышение общей урожайности над стандартным сортом Удача составило 2,6 т/га. Клубни гибрида 170-08 округло-овальной формы, кожура светло-бежевая, глазки мелкие 5-6 шт. на клубне, мякоть кремовая. Он сочетает высокую урожайность (19,3 т/га) с высокой устойчивостью к фитофторозу по ботве (7-9 баллов). Кроме того, номер 170-08 обладает потенциалом для использования на раннюю продукцию (урожайность 14,6 т/га на 65-ый день от посадки).

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., селекционный питомник, сорт, продуктивность, урожайность, степень устойчивости, химический состав клубней, крахмал

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0528-2019-0099).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Башлакова О. Н., Синцова Н. Ф. Оценка селекционных номеров картофеля по комплексу признаков в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):575-584. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.575-584>

Поступила: 24.10.2019

Принята к публикации: 27.11.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

The assessment of selection numbers of potato according to the combination of traits in the conditions of Kirov region

© 2019. Olga N. Bashlakova¹ ✉, Nina F. Sintsova²

¹Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation,

²Falinki breeding station – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, v. Falenki, Kirov region, Russian Federation

The assessment of hybrid combinations of potato according to significant traits such as resistance to basic diseases, high productivity and market condition of tubers was carried out in Kirov region in 2016-2018. As an object for the research the following new potato hybrids bred by Falenki breeding station, branch of FARC North-East, were taken: 27-07(165-00 × 282-97), 170-08 (Sierra × 93.14-99), 21-07 (165-00 × 282-97), 62-08 (9326-2 × Zhukovsky Early), 90-09 (194-00 × 45-7-17), 179-10 (Dina × 45-7-17), 455-08 (591m-62 × Dubrava). Early-ripe variety Udacha, middle-early Nevsky, mid-season Chaika recognized in Kirov region were used as standard. Phenological observations, assessment according to productivity (on the 65th day), total and commercial yield and disease resistance were carried out and chemical content of tubers was determined in the breeding nursery in accordance with the methodology instructions of potato breeding. As the result, according to economically valuable traits a promising selection number 170-08 has been chosen. In total yield its significant increase over the standard variety Udacha is 2.6 t/ha. The hybrid 170-08 tubers are round-oval shaped, the jacket is light-beige, the eyes are shallow, in number 5-6 on a tuber, the pulp is cream-colored. This variety combines high yield productivity (19.3 t/ha), and high top blight resistance (7-9 points). Also, 170-08 number is valuable when using for early yield (the productivity on the 65th day after planting is 14.6 t/ha).

Key words: *Solanum tuberosum* L., breeding nursery, variety, productivity, yield, resistance level, chemical content of tubers, starch

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0528-2019-0099).

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

For citation: Bashlakova O. N., Sintsova N. F. The assessment of selection numbers of potato according to the combination of traits in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6): 575-584. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.575-584>

Received: 24.10.2019

Accepted for publication: 27.11.2019

Published online: 16.12.2019

Решение задач продовольственной безопасности и обеспечения необходимого уровня жизни населения Российской Федерации требует интенсивного освоения и последующего развития отечественной селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, в т. ч. и картофеля – одной из основных продовольственных культур в нашей стране.

Задачей современной селекции картофеля является получение новых исходных форм, обладающих стабильно высокой продуктивностью, высокими потребительскими и кулинарными качествами, устойчивых к распространенным вирусным, грибным и бактериальным болезням, адаптированных к местным условиям выращивания [1, 2].

Выведение новых сортов картофеля, которые бы соединяли в себе хозяйственно ценные признаки с устойчивостью к заболеваниям – очень важная задача для Кировской области.

В научных селекционных программах предпринимается попытка изменить многие характеристики сорта, приближаясь к идеалу. Однако коммерческая селекция базируется на положении, что идеального сорта не существует и необходим компромисс. При этом определенными характеристиками жертвовать нельзя – высокий и стабильный урожай, привлекательный внешний вид, хорошая лежкость и устойчивость к механической уборке. Существующие сорта картофеля полностью не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям. Под воздействием неблагоприятных внешних условий, поражения болезнями и вредителями наблюдаются нестабильность урожайности и ее снижение.

Сорт, как один из основных элементов технологии, позволяет повышать рентабельность сельскохозяйственного производства на этапе выращивания за счет более высокой устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды. На этапе реализации – за счет более высокой урожайности и качества продукции. Сорт картофеля должен быть сбалансирован по основным признакам, имеющим важное значение в конкретных экологических условиях и заданном

направлении использования. Стабильность отечественного картофелеводства главным образом связана с использованием высокопродуктивных, устойчивых к болезням и вредителям сортов [3, 4, 5, 6].

На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации¹ представлено более 400 сортов картофеля, 124 сорта допущены к использованию на территории Волго-Вятского региона в 2018 году, около 40 принадлежат к отечественной селекции, что составляет 47% всех возделываемых сортов. Иностранные сорта представлены из Беларуси и Германии по 21%, Нидерландов – 11%. Важный критерий развития селекции картофеля на современном этапе – это ее целевая направленность на создание сортов с заданными характеристиками. В большинстве своем создаваемые сорта картофеля уже имеют высокие товарные характеристики клубней и устойчивость к основным видам заболеваний. Новый сорт должен обеспечивать максимальный экономический эффект за счет более рационального использования экологических условий региона [7, 8].

Таким образом, для условий Кировской области необходимо создание сортов картофеля преимущественно ранних сроков созревания со стабильной урожайностью и высокими потребительскими качествами, в том числе повышенным содержанием в клубнях сухого вещества и крахмала.

Цель исследований – агроэкологическая характеристика перспективных селекционных номеров картофеля в почвенно-климатических условиях Кировской области.

Материал и методы. Исследования выполнены в 2016-2018 гг. в селекционных питомниках, заложенных в семеноводческом севообороте ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Осенью проводили зяблевую вспашку, весной – культивацию в два следа. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформированная на элювии пермских глин, рН_{сол} 4,6, содержание подвижного фосфора – 169 мг/кг, обменного калия – 172 мг/кг почвы.

¹Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. Т 1. 483 с.

В качестве объекта исследования использованы новые селекционные номера картофеля селекции Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: 27-07 (165-00 х 282-97), 170-08 (Сьерра х 93.14-99), 21-07 (165-00 х 282-97), 62-08 (9326-2 х Жуковский ранний), 90-09 (194-00 х 45-7-17), 179-10 (Дина х 45-7-17), 455-08 (591m-62 х Дубрава).

За стандарты по группам спелости взяты районированные сорта: Удача (для раннеспелой группы), Невский (для среднеранней), Чайка (для среднеспелой).

Наблюдения и учеты проводили согласно методике исследований по культуре картофеля². Испытание селекционных номеров осуществляли согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля^{3, 4} в четырехкратной повторности на двухрядковой делянке по 60 клубней при схеме посадки 70х30 см. Общая площадь делянки – 12,6 м².

Оценку устойчивости к грибным заболеваниям проводили согласно методике исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету⁵. Оценку устойчивости к фитофторозу по ботве осуществляли по 9-балльной шкале международного классификатора СЭВ, где 9 баллов – очень высокая устойчивость, 1 балл – отсутствие устойчивости. Устойчивость растений к вирусным болезням оценивали визуально по 9-балльной шкале: 1 – неустойчив (симптомы отмечены более чем у 60% растений), 3 балла – слабоустойчив (поражено от 30 до 60% растений), 5 баллов – среднеустойчив (поражено от 10 до 30% растений), 7 баллов – устойчив (до 10% растений), 9 баллов – высокая устойчивость (отсутствие поражения).

Соответствие качества семенных клубней определяли согласно ГОСТ 33996-2016⁶. Оценку селекционного материала по биохимическому составу клубней⁷ проводили в ла-

боратории агрохимии и качества ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока: содержание сухого вещества – методом высушивания до постоянного веса, крахмала – методом Эверса, аскорбиновой кислоты (витамин С) – по И. Мурри, общего азота – методом Кьельдаля в модификации Сереньева. Содержание сырого белка (%) вычисляли путем умножения содержания общего азота (%) на коэффициент 6,25.

Учет урожая – сплошной поделяночный. Урожайность и фракционный состав уборочной пробы селекционных номеров оценивали на 65-й и 85-й день после посадки.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову⁸ с использованием пакета программы «Agros».

Результаты и их обсуждение. Фенологические наблюдения 2016 года показали, что всходы картофеля появились через 17-26 дней после посадки. Продолжительность периода «посадка-всходы» составила 33-46 дней, периода «бутонизация-цветение» – 7-10 дней. Все изучаемые селекционные номера по периодам развития были на уровне стандартов. Метеоусловия вегетации 2016 года в целом соответствовали климатическим особенностям Кировской области (табл. 1).

Теплая сухая погода с дефицитом влаги в данный период онтогенеза отрицательно повлияла на число образовавшихся клубней – период вегетации 2016 года в соответствии с особенностями и требованиями картофеля можно характеризовать как удовлетворительный.

По результатам фенологических наблюдений 2017 года всходы картофеля появились на 23-28 день в зависимости от генотипа. Продолжительность периода «посадка-бутонизация» составила 42-49 дней, «посадка-цветение» – 49-63 дня. Общий период вегетации (от посадки до уборки) составил 91 день.

² Андрияшина Н. А., Бацанов Н. С., Будина Л. В. Методика исследований по культуре картофеля. М., 1967. 263 с.

³ Симаков Е. А., Складорова Н. П., Яшина И. М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.

⁴ Методика оценки сортов на отличимость, однородность и стабильность на основе методик УР0V/23/5. Официальный бюллетень Госкомиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений, РФ, №6, 2002.

⁵ Воловик А. С., Трофимец Л. Н., Долягин А. Б., Глез В. М. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету. М.: Издательство ВНИИКХ РАСХН, 1995. 105 с.

⁶ Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ 33996-2016. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. М.: Стандартинформ, 2017. 31 с.

⁷ Кирюхин В. П. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.

⁸ Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 416 с.

Таблица 1 – Метеорологические данные по Кировской области за 2016-2018 гг. /
Table 1 – Meteorological data for the Kirov region for 2016-2018

Месяц / Month	Температура воздуха, °C / Air temperature, °C			Осадки / Rainfall					
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
				мм / mm	% от нормы / % from the norm	мм / mm	% от нормы / % from the norm	мм / mm	% от нормы / % from the norm
Май / May	14	7,6	11,6	30	54	56	102	36	64
Июнь / June	16,5	13,7	14,4	25	36	88	126	85	122
Июль / July	20,8	17,6	20,6	116	138	159	189	114	135
Август / August	20,9	17,1	16,6	48	68	39	55	62	87

Интенсивность клубнеобразования зависит от количества осадков в этот период онтогенеза растения. Избыток влаги в июне положительно повлиял на число образовавшихся клубней – их завязалось много. В июле осадков выпало до 189% от нормы, как следствие этого, наблюдалось переуплотнение почвы. Клубни задохались, деформировались, на них образовывались ростовые трещины. В середине июля на ботве картофеля были замечены первые признаки поражения фитофторозом.

По результатам фенологических наблюдений в 2018 году всходы картофеля появились на 27-35 день в зависимости от генотипа. Продолжительность периода «посадка-бутонизация» составила 38-50 дней, «посадка-цветение» – 50-64 дней. В первой половине июня частые дожди и низкие температуры привели к переувлажнению почвы. Сложилось неблагоприятные условия для прорастания. В июле выпало осадков до 135% от нормы. Избыток влаги положительно отразился на крупности клубней. В первой декаде месяца были замечены признаки поражения альтернариозом в виде единичных пятен на нижних листьях. Удаление ботвы провели 20 августа, уборку картофеля – с 20 по 29 августа.

Для центральных и северных районов Северо-Востока европейской части России, к которым относится Кировская область, характерен короткий безморозный период. В таких условиях формируется тенденция к возделыванию ранних и среднеранних сортов. Стартовое развитие селекционных номеров оценивают путем пробных копков на 60-65 день после посадки (по 5 кустов в каждом рядке). При этом учитывается количество клубней

с одного куста, их вес. Расчетным путем определяется урожайность в тоннах с гектара на 65-ый день от посадки. Эта величина позволяет сделать выводы о том, насколько пригоден сорт для использования на раннюю продукцию. В наших исследованиях на 65-ый день после посадки были проведены пробные копки с целью выявления селекционных номеров, способных формировать раннюю продуктивную урожайность.

В ранней группе спелости на 65-й день после посадки номера 27-07 и 170-08 существенно превысили стандартный сорт по продуктивности и урожайности в среднем за 3 года (табл. 2). Клубни гибрида 27-07(165-00 x 282-97) – округло-овальной формы с бежевой гладкой кожурой и светло-желтой мякотью, глазки поверхностные, неокрашенные до 10 шт. на клубне. Клубни гибрида 170-08 (Сьерра x 93.14-99) – округло-овальной формы, кожура светло-бежевая, глазки мелкие по 5-6 шт. на клубне, мякоть кремовая.

В среднем за годы исследований селекционный номер 90-09 в группе среднеранних на 65-ый день достоверно превысил стандартный сорт Невский на 105,3 грамма с куста по продуктивности и на 3,2 т/га по урожайности. Превышение по продуктивности с куста по сравнению со среднеспелым стандартом Чайка в среднем за 3 года отмечено у селекционного номера 455-08.

Результаты оценки стартового развития селекционных номеров путем пробных копков на 65-ый день показали, что в среднем за 3 года номер 170-08 по количеству клубней, продуктивности с куста и урожайности превысил стандартный сорт Удача и все изучаемые номера.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика селекционных номеров картофеля по продуктивности и урожайности на 65-ый день после посадки (2016...2018 гг.) /
Table 2 – Comparative characteristics of potato selection numbers according to productivity and yield on the 65th day after planting (2016...2018)

Селекционный номер/ Selection number	Количество клубней на куст, шт. / The number of tubers per plant, pieces				Продуктивность на куст, г / Productivity per plant, g				Урожайность, т/га / Yield, t/ha			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее / average	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее / average	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее / average
	Удача (ст.) / Uдача (st.)	5,3	8,0	6,0	6,4	253,0	250,0	273,0	258,6	7,6	7,5	8,2
27-07	6,7	12,0	8,0	8,9	225,0	465,0	391,0	360,3*	6,8	13,9	11,7	10,8*
170-08	9,0	17,5	5,5	10,6*	345,0	765,0	346,0	485,3*	10,4	22,9	10,4	14,6*
НСР ₀₅	-	-	-	2,8	-	-	-	22,6	-	-	-	2,7
Невский (ст.) / Nevskiy (st.)	5,7	9,5	5,5	6,9	204,0	258,0	342,0	268,0	6,1	7,7	10,3	8,0
21-07	6,3	8,0	6,0	6,7	282,0	457,0	325,0	354,6	8,5	13,7	9,8	10,7*
62-08	4,0	8,0	5,0	5,6	245,0	194,0	366,0	268,3	7,4	5,8	11,0	8,1
90-09	4,7	13,5	7,5	8,5	250,0	415,0	455,0	373,3*	7,5	12,5	13,7	11,2*
179-10	8,0	9,5	6,5	8,0	211,0	390,0	305,0	302,0	6,3	11,7	9,2	9,1
НСР ₀₅	-	-	-	2,3	-	-	-	65,2	-	-	-	2,5
Чайка (ст.) / Чайка (st.)	13,0	7,3	8,0	9,4	220,0	370,0	190,0	260,0	6,6	11,1	5,7	7,8
455-08	7,3	10,0	11,0	9,4	220,0	450,0	412,0	360,7*	6,6	13,5	12,4	10,8
НСР ₀₅	-	-	-	1,8	-	-	-	88,57	-	-	-	3,1

* – уровень вероятности $P > 0,95$ / * – probability level $P > 0,95$

Главный признак хозяйственной ценности сортов картофеля – конечная урожайность и ее стабильность. В наших условиях средняя урожайность селекционных номеров в 2016 г. составила 16,8 т/га. По величине этого показателя селекционные номера не превысили стандартные сорта. За 2017 г. средняя урожайность составила 15,8 т/га. Выделились номера 27-07 и 170-08 в группе раннеспелых, достоверно превысившие стандарт Удача на 4,7 и 5,3 т/га соответственно. В группе среднеранних селекционный номер 90-09 превысил стандарт Невский на 3,0 т/га (табл. 3). Наибольшая средняя урожайность картофеля получена в 2018 г. – 17,3 т/га.

Статистически значимую прибавку урожайности к стандарту обеспечили 4 селекционных номера. Максимальная урожайность 23,9 т/га у селекционного номера 179-10 (прибавка к стандарту Невский + 8,6 т/га). Растения этого номера высотой более 70 см с 4-5 стеблями, сильнооблиственные; листья светло-зеленые со слабоволнистым краем; куст мощный, полураскидистый; клубни округло-овальной формы с желтой кожурой, глазки средней глубины по 5-6 шт. на клубне, мякоть желтая.

По результатам оценки урожайности в среднем за 3 года достоверное превышение над стандартом показал селекционный номер 170-08 – 19,3 т/га. Растения гибрида 170-08 листового типа, высотой до 70 см, стеблей 4-5 шт., листья маленького размера, светло-зеленые, с очень слабой волнистостью; клубни округло-овальной формы, кожура светло-бежевая, глазки мелкие 5-6 шт., мякоть кремовая.

Оценка селекционных номеров показала, что они отвечают требованиям к сорту по основным технологическим показателям. Большинство имеют поверхностные глазки, форму клубня от округлой до округло-овальной. Товарными считаются клубни диаметром не менее 30 мм и весом не менее 40 г. Результаты оценки показали, что все селекционные номера имеют высокий процент товарности – от 96,4 до 98,3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика селекционных номеров картофеля по урожайности (2016...2018 гг.) /

Table 3 – Comparative characteristics of potato selection numbers according to the yield (2016...2018)

Селекционный номер / Selection number	Общая урожайность, т/га / Total yield, t/ha			Средняя урожай- ность, т/га / Average yield, t/ha	Товарность, %/ Marketability, %
	2016 г.	2017 г.	2018 г.		
Удача (ст.) / Udacha (st.)	19,9	16,0	14,1	16,7	98,1
27-07	14,5	20,7*	14,9	16,7	97,9
170-08	19,4	21,3*	17,1*	19,3*	96,9
НСП ₀₅	2,8	2,9	1,8	2,8	-
Невский (ст.) / Nevskiy (st.)	18,5	16,4	15,3	16,7	98,3
21-07	14,2	8,7	15,2	12,7	97,2
62-08	14,8	11,6	18,8*	15,1	97,6
90-09	14,2	19,4*	20,4*	18,0	97,2
179-10	17,2	16,2	23,9*	19,1	97,6
НСП ₀₅	2,2	2,9	2,6	2,9	-
Чайка (ст.) / Чайка (st.)	17,2	14,5	18,8	16,8	96,4
455-08	18,2	13,7	14,1	15,3	96,8
НСП ₀₅	1,8	2,1	2,7	1,9	-
Среднее / average	16,8	15,8	17,3	16,6	97,4

* – уровень вероятности $P > 0,95$ / * – probability level $P > 0.95$

Помимо оценки на продуктивность и урожайность была проведена оценка клубней картофеля селекционных номеров по химическим показателям. Особые требования предъявляются к сортам для переработки на картофелепродукты (сухое картофельное пюре, картофель фри, хрустящий картофель). Особенно важны их отличительные свойства – содержание в клубнях сухих веществ (20-25%) и редуцирующих сахаров (оптимально 0,2%), определяющие показатели качества и цвет готового продукта. Одно из основных требований, предъявляемых к техническим сортам, предназначенным для производства крахмала и спирта – содержание в клубнях не менее 18% крахмала. Сорта, содержащие в своих клубнях крахмала от 14 до 18%, рекомендованы для употребления в свежем виде и длительного зимнего хранения. Содержание крахмала от 8 до 10% позволяет использовать клубни таких сортов в диетическом питании [9].

Накопление сухого вещества в клубнях было нестабильным по годам исследований. Высокое содержание влаги в почве в период клубнеобразования способствовало приросту клубней, но они формировались с низким содержанием сухого вещества и крахмала. Ана-

лиз данных таблицы 4 показал, что содержание сухого вещества в клубнях в среднем за 2017 г. было наименьшим – 19,54%. Это можно объяснить избытком влаги в период клубнеобразования – 130-135 мм, или 160-230% от нормы. Гидротермические условия вегетационных периодов 2016 и 2018 гг. были более благоприятны для формирования клубней картофеля с содержанием сухого вещества более 20%. Осадки в период клубнеобразования выпадали в пределах 85-122% от нормы. Такая же закономерность прослеживалась по содержанию в клубнях крахмала (наименьшее – в 2017 г.).

Анализируя содержание сухого вещества в клубнях исследуемых номеров можно сделать вывод о том, что все они по этому показателю превышают стандарты в своих группах спелости. Достоверное превышение в группе раннеспелых сортов показал селекционный номер 27-07 – 23,84% (+2,71% к стандарту Удача), в группе среднеранних – 179-10 – 23,97% (+3,73% к стандарту Невский). Таким образом, в клубнях всех исследуемых селекционных номеров сухого вещества содержалось более 20%, и они могут быть рекомендованы по этому показателю для переработки на картофелепродукты.

*Таблица 4 – Потребительские качества клубней селекционных номеров картофеля, % (2016...2018 гг.) /
Table 4 – Consumer qualities of tubers of potato breeding numbers, % (2016...2018)*

Селекционный номер / Selection number	Сухое вещество / Dry matter				Крахмал / Starch			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее / average	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее / average
Удача (ст.) / Udacha (st.)	21,93	22,74	18,73	21,13	13,33	15,15	15,95	14,81
27-07	26,26	18,91	26,35	23,84*	18,73	13,56	14,20	15,49
170-08	23,64	19,23	26,10	22,99	12,93	16,65	16,36	15,31
НСР ₀₅	-	-	-	2,55	-	-	-	2,06
Невский (ст.) / Nevskiy (st.)	24,25	18,87	17,60	20,24	15,47	11,89	16,09	14,48
21-07	22,91	15,52	28,67	22,37	13,97	8,71	14,04	12,24
62-08	22,75	19,89	25,68	22,77	15,25	12,66	15,31	14,41
90-09	24,24	17,66	25,44	22,47	14,61	11,68	12,54	12,94
179-10	24,29	21,35	25,64	23,97*	15,63	15,26	12,63	14,50
НСР ₀₅	-	-	-	2,43	-	-	-	2,57
Чайка (ст.) / Chayka (st.)	23,16	18,38	20,14	20,56	13,47	10,53	8,0	10,93
455-08	24,25	22,81	20,64	22,57	15,09	19,53	13,33	15,98*
НСР ₀₅	-	-	-	2,18	-	-	-	2,44
Среднее / Average	23,77	19,54	23,50	22,29	14,85	13,56	13,85	14,11

* – уровень вероятности $P > 0,95$ / * – probability level $P > 0.95$

Крахмал – это один из основных компонентов, благодаря которому в основном определяется пищевая ценность картофеля. Его среднее содержание 17,5% в свежих клубнях (диапазон колебаний 8,0-29,0%), или 75-80% в сухом веществе. В клубнях исследуемых селекционных номеров в среднем за 3 года содержание крахмала находилось в диапазоне от 12,24 до 15,98%. Содержание крахмала более 14% в разные годы отмечено у всех номеров. Наибольшая величина в среднем за 3 года у номера 455-08 из группы среднеспелых сортов – 15,98%. Все номера по этому показателю могут быть рекомендованы в качестве столовых сортов для употребления в свежем виде и длительного зимнего хранения.

Картофель из-за вегетативного способа размножения страдает от вирусных болезней. Разрушительное действие вирусов проявляется в виде мозаики, морщинистости, измельчения листьев, низкорослости растений. Устойчивость сорта к отдельным вирусам и их совокупности помогает снизить скорость их распространения в полевых условиях и в итоге снизить риск повторного заражения оздоровленных семян картофеля, что особенно важно в процессе выращивания высококачественного семенного материала [10, 11]. Оценку селекционных номеров по устойчивости к вирус-

ным и грибным заболеваниям проводили визуально, осматривая каждый куст на делянке. Устойчивость оценивали по 9-балльной шкале (табл. 5). Анализ данных таблицы 5 показал, что все селекционные номера в 2016-2017 гг. проявили высокую степень устойчивости (7 баллов) к вирусным заболеваниям при поражении менее 10% растений. В 2018 г. средняя степень устойчивости (5 баллов – поражено от 10 до 30% растений) к вирусным заболеваниям была отмечена у номеров 27-07, 21-07, 62-08 и 90-09. Следует отметить, что поражение растений картофеля вирусными заболеваниями, такими как морщинистая и полосчатая мозаика, скручивание листьев может приводить к снижению урожая от 20 до 70% [12].

Начиная с 20 июля, на ботве картофеля могут появляться признаки поражения альтернариозом. Устойчивость оценивали в баллах: 1 балл – очень низкая (все листья поражены); 9 баллов – очень высокая (отсутствует поражение). Селекционный номер 179-10 проявил высокую степень устойчивости (до 25% поверхности листьев поражено) в 2016-2017 гг. и среднюю степень устойчивости (до 50% поверхности листьев) в 2018 г., остальные изучаемые номера проявили высокую степень устойчивости (8 баллов – поражение в виде единичных пятен).

Таблица 5 – Оценка устойчивости селекционных номеров картофеля к фитопатогенам (2016...2018 гг.), балл /
Table 5 – Assessment of potato selection numbers resistance to phytopathogens (2016...2018), points

Селекционный номер / Selection number	Вирусные инфекции (вирус L, Y) / Viral infection (virus L, Y)			Альтернариоз / <i>Alternaria</i>			Фитофтороз / <i>Late blight</i>		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Удача (ст.) / Udacha (st.)	7	7	7	5	5	5	7	7	7
27-07	7	7	5	8	8	8	7	5	7
170-08	7	7	7	8	8	8	7	7	7
Невский (ст.) / Nevskiy (st.)	7	7	5	8	8	8	7	7	7
21-07	7	7	5	8	8	8	7	7	7
62-08	7	7	5	8	8	8	7	7	7
90-09	7	7	5	8	8	8	7	5	7
179-10	7	7	7	7	7	5	9	5	7
Чайка (ст.) / Chayka (st.)	7	7	7	8	8	8	7	7	7
455-08	7	7	7	8	8	8	7	7	7

Высокую устойчивость (7 баллов) к фитофторозу по ботве во все годы исследований показали селекционные номера 170-08, 21-07, 62-07, 455-08. Средняя устойчивость (5 баллов) отмечена в 2017 г. у номеров 27-07, 90-09 и 179-10.

Согласно методическим указаниям по технологии селекционного процесса⁹ селекционные номера со степенью устойчивости 1-3 балла подлежат браковке. Среди изучаемых номеров таких не оказалось. Все номера проявили среднюю и высокую степени устойчивости к основным заболеваниям картофеля.

Выводы. Изученные селекционные номера не только конкурентоспособны, но и в большинстве своем превосходят по основным показателям хозяйственно ценных признаков принятые к производству и районированные в регионе сорта.

В группе раннеспелых селекционные номера 27-07 и 170-08 обладали потенциалом для использования на раннюю продукцию с высо-

кими товарными качествами клубней. Урожайность на 65-ый день составила 10,8-14,6 т/га при средней продуктивности с куста 360,3-485,3 г, общая урожайность 16,7-19,3 т/га. Устойчивость к фитофторозу по ботве высокая (7 баллов). В группе среднеранних сортов у селекционного номера 179-10 в среднем за 3 года урожайность составила 19,1 т/га. Растения данного гибрида обладали высокой степенью устойчивости к вирусным болезням, а клубни были выравнены и имели высокие товарные качества. Селекционный номер 455-08 в группе среднеспелых показал достоверное превышение над стандартом Чайка в среднем за 3 года по продуктивности с куста и содержанию крахмала в клубнях. Однако урожайность как на 65-ый день, так и общая не превышала стандарт или находилась в пределах ошибки опыта. Выделившиеся номера будут использованы для создания сортов картофеля с ранним сроком созревания, высокой продуктивностью и устойчивостью к основным заболеваниям.

Список литературы

1. Константинова С. П., Иванова И. Ю. Новый сорт картофеля Аван. Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: материалы IV Международ. научн.-практ. конф. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2018. С. 110-112.
2. Полищук С. Д., Чурилова В. В., Доронкин Ю. В. Селекционная работа по картофелю в Самарской области. Картофель и овощи. 2017;(2):31-33. Режим доступа: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/03/%E2%84%962_2017.pdf
3. Авдиенко О. В., Авдиенко В. Г., Лобачев Д. А. Оценка сортов картофеля по устойчивости к отрицательному влиянию биотических и абиотических факторов. Картофельводство: сб. науч. тр. Минск, 2013. Т.21. Ч.1. С. 6-11.

⁹Симаков Е. А., Склярова Н. П., Яшина И. М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. 2006. С. 20

4. Лапшинов Н. А., Куликова В. И., Гантимурова А. Н. Оценка сортов и гибридов картофеля по хозяйственно-ценным признакам в Кемеровском НИИСХ – филиале СФНЦА РАН. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(10):38-40. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27175124>

5. Сидоренко Т. Н., Тихонова Л. Г. Результаты экологического испытания сортов картофеля белорусской селекции. Картофелеводство: материалы научн.-практ. конф. «Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля», 5-7 июля 2016 г. ФГБНУ ВНИИКХ; под ред. С. В. Жеворы. М., 2016. С. 84-92.

6. Васильев А. А., Горбунов А. К. Влияние приемов агротехники на семенную продуктивность картофеля в условиях Южного Урала. Аграрный вестник Урала. 2019; 7 (186):12-18. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39477108>

7. Синцова Н. Ф., Лыскова И. В., Лыскова Т. В. Оценка сортов картофеля по динамике накопления урожайности в условиях Кировской области. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019;5 (175): 24-30. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41040137&>

8. Евдокимова З. З., Калашник М. В., Головина Л. Н., Челнокова В. В., Котова З. П. Подбор перспективных гибридов картофеля по параметрам их адаптивности для условий Европейского Севера. Аграрный вестник Урала. 2019; 7(186): 26-32. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39477125>

9. Симаков Е. А., Митюшкин Ал-ей В., Митюшкин Ал-др В., Журавлев А. А. Современные требования к сортам картофеля различного целевого использования. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(11):45-48. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28140587>

10. Замалиева Ф. Ф., Сафиуллина Г. Ф., Жарехина Т. В., Рыжих Л. Ю. Алгоритм получения высокой урожайности картофеля. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018; 1(48):26-32. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35379353>

11. Синцова Н. Ф. Источники устойчивости картофеля к вирусным болезням. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019; 3 (173): 42-47. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39413096>

12. Анисимов Б. В., Белов Г. Л., Варицев Ю. А., Еланский С. Н., Журомский Г. К., Завриев С. К., Зейрук В. Н., Иванюк В. Г., Кузнецова М. А., Пляхневич М. П., Пшеченков К. А., Симаков Е. А., Склярова Н. П., Сташевски З., Усков А. И., Яшина И. М. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофелевод, 2009. 272 с.

References

1. Konstantinova S. P., Ivanova I. Yu. *Novyy sort kartofelya Avan*. [A new variety of potato Avan]. *Metody i tekhnologii v seleksii rasteniy i rastenievodstve: materialy IV Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf.* [Methods and technologies in plant breeding and crop production: Proceedings of the IV International scientific and practical Conf.]. Kirov: *FANTs Severo-Vostoka*, 2018. pp. 110-112.

2. Polishchuk S. D., Churilova V. V., Doronkin Yu. V. *Seleksionnaya rabota po kartofelyu v Samarskoy oblasti*. [Potato breeding in Samara region]. *Kartofel' i ovoshchi = Potato and Vegetables*. 2017;(2):31-33. (In Russ.). URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/03/%E2%84%962_2017.pdf

3. Avdienko O. V., Avdienko V. G., Lobachev D. A. *Otsenka sortov kartofelya po ustoychivosti k otritsatel'nomu vliyaniyu bioticheskikh i abioticheskikh faktorov*. [Evaluation of potato varieties according to resistance to the negative impact of biotic and abiotic factors]. *Kartofelevodstvo: sb. nauch. tr.* [Potato: collection of scientific works. tr.]. Minsk, 2013. Vol. 21. Part 1. pp. 6-11.

4. Lapshinov N. A., Kulikova V. I., Gantimurova A. N. *Otsenka sortov i gibridov kartofelya po khozyaystvenno-tsennym priznakam v Kemerovskom NIISKH – filiale SFNTsA RAN*. [Evaluation of Potato Varieties and Hybrids on Economic-Valuable Characteristics in the Kemerovo Research Institute of Agriculture - the Branch of the SFNTsA of the RAS]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2016;30(10):38-40. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27175124>

5. Sidorenko T. N., Tikhonova L. G. *Rezultaty ekologicheskogo ispytaniya sortov kartofelya belorusskoy seleksii*. [Results of ecological testing of potato varieties of Belarusian selection]. *Kartofelevodstvo: materialy nauchn.-prakt. konf. «Razvitie novykh tekhnologiy seleksii i sozdanie otechestvennogo konkurentosposobnogo semennogo fonda kartofelya», 5-7 iyulya 2016 g. FGBNU VNIKKH; pod red. S. V. Zhevory*. [Potato growing: Proceedings of scientific and practical Conf. "Development of new technologies of selection and creation of domestic competitive seed fund of potato", July 5-7, 2016 FGBNU VNIKKH; ed. S. V. Zhevory]. Moscow, 2016. pp. 84-92.

6. Vasil'ev A. A., Gorbunov A. K. *Vliyanie priemov agrotekhniki na semennuyu produktivnost' kartofelya v usloviyakh Yuzhnogo Urala*. [The impact of agricultural techniques on seed productivity of potatoes in the conditions of the southern Urals]. *Agrarnyy Vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019; 7 (186): 12-18. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39477108>

7. Sintsova N. F., Lyskova I. V., Lyskova T. V. *Otsenka sortov kartofelya po dinamike nakopleniya urozhaynosti v usloviyakh Kirovskoy oblasti*. [Evaluation of potato varieties by the dynamics of yield accumulation under the conditions of the Kirov region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019;5 (175): 24-30. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41040137&>

8. Evdokimova Z. Z., Kalashnik M. V., Golovina L. N., Chelnokova V. V., Kotova Z. P. *Podbor perspektivnykh gibrinov kartofelya po parametram ikh adaptivnosti dlya usloviy Evropeyskogo Severa*. [Perspective potato hybrids selection by their adaptability factors in the European north conditions]. *Agrarnyy Vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019; 7(186): 26-32. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39477125>

9. Simakov E. A., Mityushkin Al-ey V., Mityushkin Al-dr V., Zhuravlev A. A. *Sovremennyye trebovaniya k sortam kartofelya razlichnogo tselevogo ispol'zovaniya*. [Modern Requirements to Potato Varieties of Different Target Use]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2016;30(11):45-48. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28140587>

10. Zamalieva F. F., Safiullina G. F., Zharekhina T. V., Ryzhikh L. Yu. *Algoritm polucheniya vysokoy urozhaynosti kartofelya*. [Algorithm of receiving high yield of potatoes]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2018; 1(48):26-32. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35379353>

11. Sintsova N. F. *Istochniki ustoychivosti kartofelya k virusnym boleznyam*. [The sources of potato resistance to viral diseases]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019; 3 (173): 42-47. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39413096>

12. Anisimov B. V., Belov G. L., Varitsev Yu. A., Elanskiy S. N., Zhuromskiy G. K., Zavriev S. K., Zeyruk V. N., Ivanyuk V. G., Kuznetsova M. A., Plyakhnevich M. P., Pshechenkov K. A., Simakov E. A., Sklyarova N. P., Stashevskiy Z., Uskov A. I., Yashina I. M. *Zashchita kartofelya ot bolezney, vreditel'ey i sornyakov*. [Protection of potatoes from diseases, pests and weeds]. Moscow: *Kartofelevod*, 2009. 272 p.

Сведения об авторах

✉ **Башлакова Ольга Николаевна**, кандидат с.-х. наук, 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/0000-0001-9013-1861>**, e-mail: olga.bashlakova@mail.ru

Синцова Нина Федоровна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и семеноводства картофеля Фаленской селекционной станции – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фаленки, Кировская обл., Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5135-9978>**

Information about the authors

✉ **Olga N. Bashlakova**, PhD in Agricultural science, 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/0000-0001-9013-1861>**, e-mail: olga.bashlakova@mail.ru

Nina F. Sintsova, PhD in Agricultural science, senior researcher, head of the Laboratory of Potato Breeding and Seed Production, Falenki Breeding station – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazeva str., 3, v. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5135-9978>**

✉ – Для контактов / Corresponding autor

Результаты изучения перспективных сортов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании

© 2019. М. Н. Грипась ✉, Е. Г. Арзамасова, Е. В. Попова
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

В статье изложены результаты изучения перспективных разнопосевающих диплоидных и тетраплоидных сортов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании 2016 года посева при двухлетнем укосном использовании травостоя. В условиях Кировской области проведена комплексная оценка сортов по биологическим и продукционным показателям: зимостойкость, продолжительность вегетационного периода, высота растений и травостоя, облиственность, продуктивность сухой массы по укосам и в сумме за два года пользования, содержание белка и клетчатки, сбор сырого белка и переваримого протеина, устойчивость к корневым гнилям. В каждой группе спелости выделены лучшие сорта, сочетающие белковую продуктивность, зимостойкость (72,3-94,0 %) и устойчивость к корневым гнилям: тетраплоидная раннеспелая популяция СГПФТ-170-2, достоверно превысившая стандарт (ст.) Кудесник по сбору сырого белка на 0,49 т/га и переваримого протеина на 0,355 т/га, среднеустойчивая к корневым гнилям, с меньшим поражением корневой системы в сравнении со стандартом на 5,6% в первый год пользования (1 г. п.) и 3,3% во второй год пользования (2 г. п.); диплоидный раннеспелый сорт ГПФ-54-2, достоверно превысивший по сбору сырого белка в сумме за два года пользования ст. Дымковский на 0,391 т/га, показавший устойчивость к корневым гнилям в 1 г. п.; диплоидные позднеспелые сорта СГП-105 и ГПР-36-2, обеспечившие существенные прибавки к ст. Кировский 159 по сбору сырого белка (+1,216 и +0,964 т/га) и переваримого протеина (+0,918 и +0,726 т/га), сочетающие кормовую продуктивность с устойчивостью к корневым гнилям в 1 г. п. и среднюю устойчивость во 2 г. п. (ст. Кировский 159 – восприимчивый).

Ключевые слова: *Trifolium pratense* L., диплоидные, тетраплоидные селекционные сорта, комплексная оценка, зимостойкость, кормовая продуктивность, качество корма, устойчивость к корневым гнилям

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0767-2019-0098).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Грипась М. Н., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В. Результаты изучения перспективных сортов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):585-593. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.585-593>

Поступила: 25.07.2019

Принята к публикации: 17.10.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

The results of study of promising red clover varieties in competitive varietal trial

© 2019. Maria N. Gripas ✉, Ekaterina G. Arzamasova, Eugenia V. Popova
Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article presents the results of study of promising diploid and tetraploid red clover varieties, differed by ripening time, sowed in 2016 in competitive varietal trial at two-year cutting mode of grass-stand use. In the conditions of Kirov region, there was carried out a comprehensive assessment of varieties according to the following biological and production indicators: winter hardiness, duration of growing season, plant and grass-stand height, leafiness, productivity of dry mass by cuttings and in total for two years of use, protein and fiber content, yield of raw protein and digestible protein, resistance to root rot. In each group of ripeness, the best varieties have been identified. They combined protein productivity, winter hardiness (72.3-94.0 %) and resistance to root rot: early tetraploid population SGPFT-170-2 which significantly exceeded the standard (st.) Kudesnik in the yield of raw protein by 0.49 t/ha and digestible protein by 0.355 t/ha, medium-resistant to root rot, with less root system damage compared to the standard by 5.6% in the first year of use (1 y. u.) and 3.3% in the second year of use (2 y. u.); diploid early variety GPF-54-2, which significantly exceeded st. Dymkovsky by 0.391 t/ha in the yield of raw protein in total for two years of use and showed resistance to root rot in the 1 y. u.; diploid late varieties SGP-105 and GPR-36-2, which provided significant additions to st. Kirovsky 159 in the yield of raw protein (+1.216 and +0.964 t/ha) and digestible protein (+0.918 and +0.726 t/ha), combining fodder productivity with resistance to root rot in the 1 y. u. and average resistance in the 2 y. u. (st. Kirovsky 159 is susceptible).

Key words: *Trifolium pratense* L., diploid and tetraploid breeding varieties, comprehensive assessment, winter hardiness, forage productivity, forage quality, root rot resistance

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0098).

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

For citation: Gripas M. N., Arzamasova E. G., Popova E. V. The results of study of red clover promising varieties in competitive varietal trial. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):585-593. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.585-593>

Received: 25.07.2019

Accepted for publication: 17.10.2019

Published online: 16.12.2019

В системе полевого кормопроизводства многолетние травы обеспечивают наиболее устойчивую урожайность и получение качественного сырья по сравнению с другими кормовыми культурами. Стратегической задачей полевого травосеяния во всех регионах страны является расширение площадей бобовых трав, которое позволит существенно сократить затраты на производство кормов и повысить их использование в животноводстве [1]. В Волго-Вятском регионе, несмотря на невысокий биоклиматический потенциал, сосредоточена одна из основных зон клеверосеяния (0,86 млн га) в Российской Федерации [2, 3].

В связи с непредсказуемостью погодных условий предстоящих вегетационных периодов важной задачей селекции является создание сортов географически и экологически дифференцированных, отличающихся высокой пластичностью и устойчивостью к стрессовым факторам [4, 5]. Адаптивную систему селекции растений следует рассматривать в качестве наиболее реального и эффективного средства, использование которого позволит свести к минимуму неблагоприятные для сельского хозяйства последствия возможных изменений климата [6].

В настоящее время сорт определяет решение основных экологических и продукционных проблем в кормопроизводстве, обеспечивая устойчивую кормовую и семенную продуктивность по годам, экологически безопасное производство высокобелковых кормов при сохранении оптимальных экологических параметров окружающей среды. Однако реализованная урожайность сортов сельскохозяйственных культур составляет 20-30% от потенциальной [7].

Наиболее перспективными в селекции кормовых трав являются селекционные источники, обладающие эффектом «избежания», обеспечивающие создание адаптивных сортов, способных до наступления стрессовых воздействий среды обитания сформировать урожай или компенсировать его за счет укосности [8, 9].

Новые сорта клевера лугового наряду с высокой урожайностью зелёной и сухой массы, зимостойкостью и устойчивостью к болезням должны иметь высокое содержание

протеина в кормовой массе и повышенный выход белка с единицы площади, поскольку его дефицит в кормах по-прежнему остаётся актуальной проблемой развития животноводства [10, 11].

На 2019 г. в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, присутствуют 13 сортов клевера лугового селекции отдела многолетних трав ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, имеющих различные сроки созревания и уровень ploидности. Селекционная работа по созданию новых сортов продолжается в рамках Государственного задания на 2013-2020 гг. [12, 13]. Новизна наших исследований заключается в создании сортов-популяций, обладающих высокой гетерозиготностью и имеющих более широкую норму реакции на изменяющиеся условия среды.

Цель исследований – выделить новые селекционные сорта клевера лугового, сочетающие комплекс положительных биологических признаков и свойств (зимостойкость, облиственность, высота растений, устойчивость к корневым гнилям и др.) с высокой кормовой продуктивностью (сбор сухого вещества, сырого белка, переваримого протеина) и хорошим качеством корма.

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа выполнена в лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Объект исследований – 8 новых селекционных сортов клевера лугового различного срока созревания и уровня ploидности, в т. ч. 1 – раннеспелый тетраploидный, 5 – среднеспелых и 2 – позднеспелых диплоидных. Сравнение сортов – с соответствующими районированными стандартами – Кудесник (4n), Дымковский (2n), Кировский 159 (2n). Площадь учётной делянки 10 кв.м, повторность 4-кратная, размещение рендомизированное.

Изучение селекционных сортов проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания 2016 года посева на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, имеющей следующие агрохимические характеристики: pH_{KCl} – 4,61, содержание P_2O_5 – 209, K_2O – 121,5 мг/кг (по Кирсанову), гумуса – 2,31% (по Тюрину), Al^{3+} – до 6,01 мг/100 г (по Соколову).

Выполнение экспериментальных исследований осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками^{1, 2, 3}. Математическая обработка полученных результатов выполнена методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову⁴ с помощью пакета селекционно-ориентированной программы AGROS v. 2.07.

Результаты и их обсуждение. В год посева сформировался незначительно изреженный травостой. Метеорологические условия осенне-зимних периодов 2016-2017, 2017-2018 гг. были удовлетворительными для перезимовки клевера лугового. В первый год пользования зимостойкость изучаемых сортов не

уступала стандартам и составила 73,8...84,8 %, во второй – 72,3...94,0% (табл. 1).

Период от начала отрастания (2 мая – 1 г. п., 28 апреля – 2 г. п.) до начала цветения в группе ранне- и среднеспелых диплоидных популяций составил 71-75 сут (1 г. п.), 55-58 сут (2 г. п.), что на 7-3 сут (1 г. п.) и 6-3 сут меньше, чем у ст. Дымковский – 78/61 сут; в группе позднеспелых диплоидных наступление фазы цветения у селекционных сортов зафиксировано на 2-1/3-2 сут раньше ст. Кировский 159 (81/62 сут соответственно в 1/2 г. п.). Продолжительность данного периода у тетраплоидного перспективного сорта СГПФТ-170-2 составила 70/53 сут – на уровне ст. Кудесник.

Таблица 1 – Биологическая характеристика селекционных сортов клевера лугового (КСИ, посев 2016 г.) / Table 1 – Biological characteristics of red clover breeding varieties (Competitive variety testing, sowing 2016)

Сорт / Variety	Зимостойкость, % / Winter hardiness, %		Период до начала цветения, сут / Period before flowering, days		Высота растений 1 укоса, см / Plant height 1 mowing, cm		Облиственность, % / Foliage, %	
	1 г. п. / 1 у. у.	2 г. п. / 2 у. у.	1 г. п. / 1 у. у.	2 г. п. / 2 у. у.	1 г. п. / 1 у. у.	2 г. п. / 2 у. у.	1 г. п. / 1 у. у.	2 г. п. / 2 у. у.
Раннеспелые (4n) / Early-maturing (4n)								
СГПФТ-170-2 / SGPFT-170-2	84,3	78,1	70	53	77,4	101,6	44,0	40,6
Кудесник-ст. / Kudesnik-st.	81,3	77,9	71	54	77,6	98,7	42,3	39,4
Ранне- и среднеспелые (2n) / Early- and mid-maturing (2n)								
ГПФ-54-2 / GPF-54-2	78,8	83,5	75	57	84,6	90,1	39,6	39,6
ГПФ-122-2 / GPF-122-2	79,5	94,3	73	57	74,3	98,4	42,5	34,7
ГПР-32-2ф1 / GPR-32-2f1	77,5	92,0	71	55	72,8	99,1	39,9	37,3
СГПФ-146-2 / SGPF-146-2	77,8	79,0	72	58	74,4	100,7	40,3	37,0
СГП-91 / SGP-91	84,8	72,3	71	58	66,8	94,6	44,8	34,6
Дымковский-ст. / Dymkovsky-st.	66,3	92,5	78	61	96,6	94,8	40,4	36,7
Позднеспелые (2n) / Late-maturing (2n)								
СГП-105 / SGP-105	80,5	81,7	80	60	85,8	85,8	40,1	41,9
ГПР-36-2 / GPR-36-2	73,8	93,2	79	59	78,9	94,5	36,9	37,3
Кировский 159-ст. / Kirovsky 159-st.	61,3	78,8	81	62	86,9	86,9	41,4	38,8

¹Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. М.: ВНИИК, 2002. 72 с.

²Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Под общ. ред. М. А. Федина. М.: Колос, 1985. 267 с.

³Методические рекомендации по изучению устойчивости кормовых культур к возбудителям грибных болезней на полевых искусственных инфекционных фонах. М.: ВНИИК, 1999. 39 с.

⁴Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Формирование первого укоса в 2017 г. проходило при благоприятных погодных условиях мая, избыточного увлажнения и пониженной теплообеспеченности июня; развитие растений в укосную спелость – хорошее и очень хорошее (4 и 5 баллов). К учёту кормовой массы сформировался слегка полёгший травостой (степень полегания от 16,5 до 33,0%).

В 2018 г. условия вегетационного периода были нестабильны по теплообеспеченности. Аномально холодный июнь с достаточным количеством дождей растянул период формирования вегетативной массы и спровоцировал её активное нарастание. К укосной спелости растения сформировали хорошо развитый травостой (4 и 5 баллов), однако отмечено сильное его полегание (от 45 до 75%).

В 1 г. п. высота растений первого укоса в группе ранне- и среднеспелых диплоидных сортов уступила ст. Дымковский (96,6 см)

и составила 66,8...84,6 см; в группе позднеспелых популяция ГПР-36-2 сформировала среднерослый (78,9 см), СГП-105 – высокорослый травостой (85,8 см) – на уровне ст. Кировский 159. Различий по высоте между раннеспелым тетраплоидным перспективным сортом СГПФТ-170-2 и ст. Кудесник не отмечено (77,4 и 77,6 см соответственно).

Во 2 г. п. во всех группах спелости выделены наиболее высокорослые селекционные сорта, превысившие по высоте травостоя соответствующие стандарты: СГПФТ-170-2 (101,6 см; +2,9 см к ст. Кудесник), ГПФ-122-2, ГПР-32-2ф1, СГПФ-146-2 (98,4, 99,1, 100,7 см; +3,6-5,9 см к ст. Дымковский), ГПР-36-2 (94,5 см; +7,6 см к ст. Кировский 159).

Учёт кормовой массы первого укоса в 1 г. п. не выявил достоверных различий между селекционными сортами и стандартами (табл. 2).

Таблица 2 – Кормовая продуктивность селекционных сортов клевера лугового, т/га / Table 2 – Forage productivity of red clover breeding varieties, t/ha

Сорт / Variety	Сбор сухого вещества / Dry matter productivity						Σ за цикл / Σ per cycle	± к ст. / ± to st.
	1 г. п. / 1 y. u.			2 г. п. / 2 y. u.				
	1 укос / 1 cutting	2 укос / 2 cutting	Σ за 2 укоса / Σ per 2 cutting	1 укос / 1 cutting	2 укос / 2 cutting	Σ за 2 укоса / Σ per 2 cutting		
Раннеспелые (4n) / Early-maturing (4n)								
СГПФТ-170-2 / SGPFT-170-2	3,75	5,56	9,31	7,21*	6,14*	13,35*	22,66*	+2,65
Кудесник-ст. / Kudesnik-st.	4,17	5,29	9,46	5,70	4,85	10,55	20,01	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	1,28	1,05	1,17	1,15	1,13	1,04	1,96	-
Ранне- и среднеспелые (2n) / Early- and mid-maturing (2n)								
ГПФ-54-2 / GPF-54-2	5,15	4,41*	9,56	7,47*	3,34*	10,81*	20,37*	+3,76
ГПФ-122-2 / GPF-122-2	5,08	4,71*	9,79	6,78*	3,55*	10,34*	20,13*	+3,52
ГПР-32-2ф1 / GPR-32-2f1	4,39	4,70*	9,09	7,42*	3,20*	10,63*	19,72*	+3,11
СГПФ-146-2 / SGPF-146-2	3,56	4,64*	8,20	7,21*	2,71*	9,92*	18,12*	+1,51
СГП-91 / SGP-91	3,34	4,41*	7,75	7,09*	2,96*	10,04*	17,79*	+1,18
Дымковский-ст. / Dymkovsky-st.	5,61	3,52	9,14	5,48	1,99	7,47	16,61	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	1,14	0,50	1,05	1,26	0,46	0,43	0,95	-
Позднеспелые (2n) / Late-maturing (2n)								
СГП-105 / SGP-105	5,15	4,69*	9,84*	6,56*	3,42*	9,98*	19,82*	+5,25
ГПР-36-2 / GPR-36-2	4,96	4,16*	9,12*	6,35*	3,11*	9,46*	18,58*	+4,01
Кировский 159-ст. / Kirovsky 159-st.	4,90	3,42	8,32	4,36	1,88	6,25	14,57	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,32	0,57	0,68	0,88	1,18	1,79	1,72	-

*достоверно к стандарту (P≥0,95) / *significant to standard (P≥0.95)

Сбор сухого вещества у ранне- и среднеспелых диплоидных сортов был на уровне 3,34...5,15 т/га при показателе ст. Дымковский – 5,61 т/га, у раннеспелого тетраплоидного СГПФТ-170-2 – 3,75 т/га (ст. Кудесник – 4,17 т/га); у позднеспелых сортов СГП-105 и ГПФ-36-2 получена незначительная прибавка (+0,25 и +0,06 т/га) к ст. Кировский 159 (4,9 т/га). Во 2 г. п. по данному показателю все изучаемые популяции значительно превысили соответствующие стандарты; наибольшим сбором сухого вещества (7,21...7,47 т/га) отличились раннеспелые диплоидные сорта СГПФ-146-2, ГПР-32-2ф1, ГПФ-122-2 и тетраплоидная популяция СГПФТ-170-2 при урожайности ст. Дымковский – 5,48 т/га, ст. Кудесник – 5,70 т/га.

Формирование второго укоса в 2017 г. проходило в нестабильных по влагообеспеченности погодных условиях. Обильные дожди в период отрастания растений способствовали активному нарастанию вегетативной массы раннеспелых сортов. Позднеспелые сорта тронулись в рост с отставанием в 1-3 суток, и в засушливых условиях августа такое смещение привело к сдерживанию их развития. Ранне- и среднеспелые популяции были скошены при высоте растений 59,6 см (СГП-91) ... 67,8 см (ГПР-32-2ф1), ст. Дымковский – 42,3 см, позднеспелые – при показателе, составляющем всего 49,0 и 52,9 см (Кировский 159 – 46,1 см). Самой высокорослой оказалась тетраплоидная популяция СГПФТ-170-2 (78,0 см), превысившая ст. Кудесник на 4,3 см.

В 2018 г. в период отрастания второго укоса преобладала жаркая погода с незначительным дефицитом осадков (87% нормы). В таких условиях формирование вегетативной массы у всех диплоидных сортов шло замедленными темпами. Высота растений в группе ранне- и среднеспелых популяций составила 44,0 см (СГПФ-146-2) ... 49,2 см (ГПР-32-2ф1) при показателе ст. Дымковский – 35,6 см, в группе позднеспелых – 34,2 (ГПР-36-2) и 47,8 см (СГП-105), ст. Кировский 159 – 36,5 см. Как и в 1 г. п., наиболее высокорослыми оказались тетраплоидные сорта СГПФТ-170-2 (63,8 см) и ст. Кудесник (61,2 см).

Сбор сухого вещества второго укоса в 1 г. п. у ранне- и среднеспелых сортов составил 4,41...4,71 т/га (ст. Дымковский – 3,52 т/га). Достоверное превышение к стандарту (+0,89...+1,19 т/га, НСР₀₅ = 0,50 т/га) показали все изучаемые популяции, однако суммарная

урожайность не имела значимых отличий от Дымковского, незначительное её превышение (+0,42 и +0,65 т/га) отмечено у сортов ГПФ-122-2 и ГПФ-54-2.

В блоке позднеспелых популяций достоверную прибавку как во втором укосе (+0,74 и +1,27 т/га, НСР₀₅ = 0,57 т/га), так и в сумме за два укоса (+0,80 и +1,52 т/га; НСР₀₅ = 0,68 т/га) обеспечили ГПР-36-2 и СГП-105 при показателе ст. Кировский 159 – 3,42 т/га.

Тетраплоидная популяция СГПФТ-170-2 по кормовой продуктивности второго укоса незначительно превысила (+0,27 т/га) ст. Кудесник (5,29 т/га). В сумме за два укоса данный сорт был на уровне стандарта.

Во 2 г. п. сбор сухого вещества второго укоса у ранне- и среднеспелых сортов составил 2,71...3,55 т/га (ст. Дымковский – 1,99 т/га), у позднеспелых ГПР-36-2, СГП-105 – 3,11 и 3,42 т/га (ст. Кировский 159 – 1,88 т/га); наиболее урожайной была тетраплоидная популяция СГПФТ-170-2 – 6,14 т/га (ст. Кудесник – 4,85 т/га).

Все популяции показали достоверное превышение над стандартами, как отдельно по укосам, так и в сумме, обеспечив общий сбор сухого вещества на уровне или выше первого года пользования – 9,46...13,35 т/га.

Суммарная кормовая продуктивность за два года пользования достигла у селекционных сортов 17,79...22,66 т/га при сборе у стандартов Кировский 159 – 14,57 т/га, Дымковский – 16,61 т/га, Кудесник – 20,01 т/га. Все изучаемые сорта значительно превысили соответствующие стандарты.

Питательная ценность кормовой массы клевера лугового определяется, в первую очередь, повышенным содержанием в ней сырого белка и пониженным – сырой клетчатки.

По содержанию белка в сухом веществе 1 укоса (1 г. п.) средний уровень (16,0-20,0 %) отмечен у сортов ГПФ-122-2 (16,43 %), ГПР-32-2ф1 и ГПФ-54-2 (по 16,6 %) при показателе ст. Дымковский – 18,76 %. Остальные сорта отличались низким содержанием (менее 16,0 %). Во 2 г. п. средний уровень сохранился у сорта ГПФ-54-2 (16,5 %) и ст. Дымковский (16,98 %). Два сорта (ГПР-36-2, СГП-105) и ст. Кудесник, показавшие в 1 г. п. низкое содержание белка, во 2 г. п. были на среднем уровне – 16,11...16,63 %.

Второй укос отличался более высокими показателями качества кормовой массы.

Так, в 1 г. п. – три сорта (ГПР-32-2ф1 – 20,36%, ГПР-36-2 – 20,96%, СГП-105 – 21,57%) и стандарты Кировский 159 (20,37%), Дымковский (22,36%) были на высоком уровне, у других сортов – среднее содержание белка в сухом веществе (17,15...19,46%). Во 2 г. п. высокие показатели содержания белка сохранили сорта ГПР-36-2 (21,03%) и СГПФ-146-2 (20,57%), находившиеся на среднем уровне в 1 г. п. Стандартный сорт Дымковский и остальные сорта были на среднем уровне (18,75...19,84%).

Высокое содержание клетчатки в 1 укосе (2017 г.) отмечено у двух сортов – ГПФ-122-2 (28,32%) и ГПФ-54-2 (28,87%), у остальных и ст. Дымковский – среднее (25,75...27,16 и 26,35% соответственно). В 2018 г. ст. Дымковский и сорта СГП-91,

СГПФ-146-2, СГПФТ-170-2 (4n), ГПФ-54-2, ГПФ-122-2 показали высокое содержание клетчатки – 27,1...29,88%, остальные – среднее.

Во 2 укосе в 2017 г. все изучаемые сорта отличались низким содержанием клетчатки (14,07...19,94%), ст. Дымковский – очень низким (12,99%). Во 2 г. п. из-за старения растений наблюдалось увеличение процентного содержания клетчатки до среднего (20,9...25,68%) и высокого (27,19%) уровней. Низкое содержание клетчатки (17,5...19,46%) сохранили три сорта – СГП-105, ГПР-32-2ф1, ГПФ-54-2 и ст. Кировский 159.

По сбору сырого белка и переваримого протеина наибольшая статистически значимая продуктивность за цикл испытаний (3,818 т/га) отмечена у тетраплоидного сорта СГПФТ-170-2 (+0,49 т/га к ст. Кудесник) (табл. 3).

*Таблица 3 - Белковая продуктивность селекционных сортов клевера лугового, т/га /
Table 3 - Protein productivity of red clover breeding varieties, t/ha*

Сорт / Variety	Сбор сырого белка / Raw protein yield				Сбор переваримого протеина / Digestible protein yield			
	1 г. п. / 1 y. u.	2 г. п. / 2 y. u.	за цикл / per cycle	± к ст. / ± to st.	1 г. п. / 1 y. u.	2 г. п. / 2 y. u.	за цикл / per cycle	± к ст. / ± to st.
Раннеспелые (4n) / Early-maturing (4n)								
СГПФТ-170-2 / SGPFT-170-2	1,495	2,324	3,818	+0,490	1,045	1,656	2,700	+0,355
Кудесник-ст. / Kudesnik-st.	1,470	1,857	3,328	-	1,018	1,327	2,345	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	-	0,207	0,432	-	-	0,248	0,319	-
Ранне- и среднеспелые (2n) / Early- and mid-maturing (2n)								
ГПФ-54-2 / GPF-54-2	1,752	1,805	3,556	+0,391	1,254	1,287	2,541	+0,239
ГПФ-122-2 / GPF-122-2	1,602	1,650	3,253	+0,088	1,130	1,133	2,264	-0,038
ГПР-32-2ф1 / GPR-32-2f1	1,683	1,799	3,483	+0,318	1,214	1,272	2,486	+0,184
СГПФ-146-2 / SGPF-146-2	1,363	1,680	3,043	-0,122	0,961	1,191	2,152	-0,150
СГП-91 / SGP-91	1,324	1,718	3,043	-0,122	0,940	1,219	2,159	-0,143
Дымковский-ст. / Dymkovsky-st.	1,840	1,325	3,165	-	1,354	0,948	2,302	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,199	0,179	0,356	-	0,142	0,192	0,249	-
Позднеспелые (2n) / Late-maturing (2n)								
СГП-105 / SGP-105	1,755	1,759	3,514	+1,216	1,260	1,257	2,516	+0,918
ГПР-36-2 / GPR-36-2	1,579	1,683	3,262	+0,964	1,121	1,203	2,324	+0,726
Кировский 159-ст. / Kirovsky 159-st.	1,288	1,010	2,298	-	0,890	0,707	1,598	-
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,117	0,407	0,468	-	0,111	0,230	0,337	-

В группе диплоидных ранне- и средне-спелых сортов только популяция ГПФ-54-2 по сбору сырого белка за два года пользования дала достоверную прибавку (+0,391 т/га) к ст. Дымковский (3,165 т/га, НСР₀₅ = 0,356 т/га). Позднеспелые диплоидные сорта СГП-105 и ГПР-36-2 обеспечили существенные прибавки к ст. Кировский 159 по сбору сырого белка

(+1,216 и +0,964 т/га) и переваримого протеина (+0,918 и +0,726 т/га).

По результатам корневого анализа, в 1 г. п. у большинства изучаемых селекционных популяций клевера лугового и всех сортов-стандартов выявлена средняя степень поражения корневой системы гнилями – 26,2...35,5% (табл. 4).

Таблица 4 - Устойчивость к корневым гнилям селекционных сортов клевера лугового / Table 4 - Resistance of red clover breeding varieties to root rot

Сорт / Variety	Развитие корневых гнилей / Root rot development					
	1 г. п. / 1 y. u.			2 г. п. / 2 y. u.		
	%	± к ст. / ± to st.	устойчивость / resistance	%	± к ст. / ± to st.	устойчивость / resistance
Раннеспелые (4n) / Early-maturing (4n)						
СГПФТ-170-2 / SGPFT-170-2	29,7	-5,6	Средняя / Medium	43,5	-3,3	Средняя / Medium
Кудесник-ст. / Kudesnik-st.	35,5	-		46,8	-	
Ранне- и среднеспелые (2n) / Early- and mid-maturing (2n)						
ГПФ-54-2 / GPF-54-2	23,4	-8,2	Устойчивый / Resistant	46,7	+2,7	Средняя / Medium
ГПФ-122-2 / GPF-122-2	26,2	-5,4	Средняя / Medium	39,6	-4,4	
ГПР-32-2ф1 / GPR-32-2f1	26,7	-4,9		47,2	+3,2	
СГПФ-146-2 / SGPF-146-2	30,4	-1,2		41,0	-3,0	
СГП-91 / SGP-91	27,8	-3,8		46,1	+2,1	
Дымковский-ст. / Dymkovsky-st.	31,6	-		44,0	-	
Позднеспелые (2n) / Late-maturing (2n)						
СГП-105 / SGP-105	25,4	-2,4	Устойчивый / Resistant	41,7	-12,9	Средняя / Medium
ГПР-36-2 / GPR-36-2	21,5	-6,3		41,7	-12,9	
Кировский 159-ст. / Kirovsky 159-st.	27,8	-	Средняя / Medium	54,6	-	Восприимч. / Sensitive

Следует отметить, что в каждой группе спелости селекционные популяции были поражены в меньшей степени, чем соответствующие стандарты (на 1,2...8,2%). Выделены три популяции со слабой степенью развития болезни (ИРБ = 21,5...25,4%, на 2,4...8,2% слабее стандартов) – раннеспелая ГПФ-54-2, позднеспелые СГП-105 и ГПР-36-2, сочетающие устойчивость к корневым гнилям с высокой кормовой продуктивностью – 9,79; 9,84 и 9,12 т/га соответственно (+0,65...+1,52 т/га к стандартам). К данной группе также можно отнести популяцию ГПФ-122-2 (развитие болезни – 26,2%, сбор сухого вещества – 9,56 т/га, превышающий ст. Дымковский на 0,42 т/га).

Во 2 г. п. все селекционные сорта клевера лугового проявили среднюю устойчивость к

поражению корневыми гнилями – развитие болезни 39,6...47,2% – на уровне стандартов Кудесник (46,8 %) и Дымковский (44,0 %). Наименьшая степень поражения отмечена у раннеспелой популяции ГПФ-122-2 (39,6 %). Следует также выделить позднеспелые популяции СГП-105 и ГПР-36-2 (ИРБ = 41,7 %), которые по устойчивости к корневым гнилям превзошли ст. Кировский 159 на 12,9 %. Данные популяции по результатам анализа на 2 г. ж. были выделены как устойчивые.

Заключение. По результатам цикла изучения перспективных сортов в конкурсном сортоиспытании 2016 года посева выделены:

- тетраплоидная раннеспелая популяция СГПФТ-170-2, достоверно превысившая ст. Кудесник по сбору сырого белка на 0,49 т/га и

переваримого протеина на 0,355 т/га, среднеустойчивая к корневым гнилям, с меньшим поражением корневой системы по сравнению со стандартом на 5,6 (1 г. п.) и 3,3% (2 г. п.);

- диплоидный раннеспелый сорт ГПФ-54-2, достоверно превысивший по сбору сырого белка в сумме за два года пользования ст. Дымковский на 0,391 т/га, показавший устойчивость к корневым гнилям в 1 г. п.;

- диплоидные позднеспелые сорта СГП-105 и ГПР-36-2, обеспечившие существенные прибавки к ст. Кировский 159 по сбору сырого белка (+1,216 и +0,964 т/га) и переваримого протеина (+0,918 и +0,726 т/га), сочетающие кормовую продуктивность с устойчивостью к корневым гнилям в 1 г. п. и среднюю устойчивость во 2 г. п. (развитие корневых гнилей на 12,9% меньше, чем у ст. Кировский 159).

Список литературы

1. Лобачёва Т. И. Состояние и направления развития кормовой базы животноводства. Кормопроизводство. 2017;(8):3-9. Режим доступа: http://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/8-2017/
2. Новоселов М. Ю., Дробышева Л. В., Матвеева О. С., Зятчина Г. П., Старшинова О. А., Однорова А. А., Засименко Е. М. Современные подходы в селекции клевера лугового для кормопроизводства России. Земледелие. 2014;(2):43-46. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-v-selektcii-klevera-lugovogo-dlya-kormoproizvodstva-rossii>
3. Золотарев В. Н., Косолапов В. М., Переправо Н. И. Состояние травосеяния и перспективы развития семеноводства многолетних трав в России и Волго-Вятском регионе. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(1):28-34. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/97/97>
4. Suzuki N., Rivero R. M., Shulaev V., Blumwald E., Mittler R. Abiotic and biotic stress combinations. New Phytologist. 2014;203(1):32-43. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.12797>
5. Парахин Н. В., Амелин А. В. Роль селекции в обеспечении эффективного развития растениеводства и импортозамещения в условиях глобального изменения климата. Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2015;(6):3-8. Режим доступа: <http://ej.orelsau.ru/files/review/57.pdf>
6. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. Т. I. М.: «Агрорус», 2008. 816 с.
7. Жученко А. А. За адаптивной системой селекции и семеноводства – будущее. Картофель и овощи. 2012;(8):5. Режим доступа: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2013/03/kio_2012_8_1web_1.pdf
8. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. Результаты 25-летних исследований творческого объединения ТОС «Клевер». Под редакцией А. С. Новоселовой. М.: ВНИИК, 2012. 288 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18823917>
9. Косолапов В. М., Костенко С. И., Пилипко С. В. Направления и задачи селекции кормовых трав. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(2):21-24. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32768047>
10. Дегунова Н. Б. Оценка состояния кормопроизводства и сравнительная оценка сортов клевера лугового в условиях Новгородской области. Адаптивное кормопроизводство. 2017;(4):51-64. Режим доступа: <http://www.adaptagro.ru/images/journals/afp1712.pdf>
11. Нагибин А. Е., Тормозин М. А., Зырянцева А. А. Травы в системе кормопроизводства Урала: монография. Екатеринбург: ОАО "ИПП «Уральский рабочий», 2018. С. 242-254.
12. Грипась М. Н., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В., Онучина О. Л. Новые сорта клевера Вятской селекции. Адаптивное кормопроизводство. 2017;(3):34-44. Режим доступа: <http://www.adaptagro.ru/images/journals/afp1809.pdf>
13. Грипась М. Н., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В. Комплексная оценка перспективных сортов клевера лугового. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(5):51-58. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072.9081.2018.66.5.51-58>.

References

1. Lobacheva T. I. *Sostoyaniye i napravleniya razvitiya kormovoy bazy zhivotnovodstva*. [The state and directions of livestock fodder base development]. *Kormoproizvodstvo = Forage Production*. 2017;(8):3-9. (In Russ.). URL: http://kormoproizvodstvo.ru/arhiv_nomerov/8-2017/
2. Novoselov M. Yu., Drobysheva L. V., Matveeva O. S., Zyatchina G. P., Starshinova O. A., Odnorova A. A., Zasimenko E. M. *Sovremennye podkhody v selektcii klevera lugovogo dlya kormoproizvodstva Rossii*. [Modern approaches in breeding of meadow clover for fodder production of Russia]. *Zemledelie*. 2014;(2):43-46. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-v-selektcii-klevera-lugovogo-dlya-kormoproizvodstva-rossii>
3. Zolotarev V. N., Kosolapov V. M., Perepravo N. I. *Sostoyaniye travoseyaniya i perspektivy razvitiya semenovodstva mnogoletnikh trav v Rossii i Volgo-Vyatskom regione*. [The state of grass cultivation and prospects for the development of seed production of perennial grasses in Russia and in the Volga-Vyatka region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2017;(1):28-34. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/97/97>

4. Suzuki N., Rivero R. M., Shulaev V., Blumwald E., Mittler R. Abiotic and biotic stress combinations. *New Phytologist*. 2014;203(1):32-43. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.12797>
5. Parakhin N. V., Amelin A. V. *Rol' seleksii v obespechenii effektivnogo razvitiya rastenievodstva i importozameshcheniya v usloviyakh global'nogo izmeneniya klimata*. [The role of breeding in ensuring the effective development of crop production and import substitution in the face of global climate change]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik OrelGAU*. 2015;(6):3-8. (In Russ.). URL: <http://ej.orelsau.ru/files/review/57.pdf>
6. Zhuchenko A. A. *Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika*. [Adaptive crop production (ecological-genetic foundations). Theory and practice]. Vol. I. Moscow: «Agrorus», 2008. 816 p.
7. Zhuchenko A. A. *Za adaptivnoy sistemoy seleksii i semenovodstva – budushchee*. [Tomorrow is with the adaptive system of selection and seed production]. *Kartofel' i ovoshchi = Potato and Vegetables*. 2012;(8):5. (In Russ.). URL: http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2013/03/kio_2012_8_1web_1.pdf
8. *Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo. Rezul'taty 25-letnikh issledovaniy tvorcheskogo ob"edineniya TOS "Klever"*. [Ecological breeding and seed production of meadow clover. Results of 25-year research of creative association of TOS "Clover"]. *Pod redaktsiyey A. S. Novoselovoy*. Moscow: VNIIC, 2012. 288 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18823917>
9. Kosolapov V. M., Kostenko S. I., Pilipko S. V. *Napravleniya i zadachi seleksii kormovykh trav*. [Directions and tasks of fodder grass selection]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2018;32(2):21-24. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32768047>
10. Degunova N. B. *Otsenka sostoyaniya kormoproizvodstva i sravnitel'naya otsenka sortov klevera lugovogo v usloviyakh Novgorodskoy oblasti* [Assessment of the state of fodder production and comparative assessment of meadow clover varieties in the conditions of the Novgorod region]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo = Adaptive fodder production*. 2017;(4):51-64. (In Russ.). URL: <http://www.adaptagro.ru/images/journals/afp1712.pdf>
11. Nagibin A. E., Tormozin M. A., Zyryantseva A. A. *Travy v sisteme kormoproizvodstva Urala: monografiya*. [Grasses in the system of fodder production of the Ural: A monograph]. Ekaterinburg: OAO «IPP «Ural'skiy rabochiy», 2018. S. 242-254.
12. Gripas' M. N., Arzamasova E. G., Popova E. V., Onuchina O. L. *Novye sorta klevera Vyatskoy seleksii*. [New varieties of clover of the Vyatka breeding] *Adaptivnoe kormoproizvodstvo = Adaptive fodder production*. 2017;(3):34-44. (In Russ.). URL: <http://www.adaptagro.ru/images/journals/afp1809.pdf>
13. Gripas' M. N., Arzamasova E. G., Popova E. V. *Kompleksnaya otsenka perspektivnykh sortov klevera lugovogo*. [Comprehensive assessment of promising varieties of meadow clover]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;(5):51-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072.9081>. 2018.66.5.51-58

Сведения об авторах

✉ **Грипась Мария Николаевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства многолетних трав 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 ID:** <https://orcid.org/0000-0003-1773-4142>, e-mail: travy@fanc-sv.ru

Арзамасова Екатерина Геннадьевна, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав 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

Попова Евгения Валериевна, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства многолетних трав 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

Information about the authors

✉ **Maria N. Gripas**, PhD in Agricultural science, senior researcher, head of the Laboratory of Breeding and Primary Seed Growing of Perennial Grasses, 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 ID:** <https://orcid.org/0000-0003-1773-4142>, e-mail: travy@fanc-sv.ru

Ekaterina G. Arzamasova, PhD in Agricultural science, researcher, the Laboratory of Breeding and Primary Seed Growing of Perennial Grasses, 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

Eugenia V. Popova, PhD in Agricultural science, researcher, the Laboratory of Breeding and Primary Seed Growing of Perennial Grasses, 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

✉ - Для контактов / Corresponding autor

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ / AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY, LAND IMPROVEMENT

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.594-601>



УДК 631.582:631.57:633

Влияние полевых севооборотов на накопление пожнивно-корневых остатков в пахотном слое дерново-подзолистой почвы

© 2019. С. А. Замятин ✉, А. Ю. Ефимова, С. А. Максуткин

Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», п. Руэм, Республика Марий Эл, Российская Федерация

Цель работы – провести сравнительную оценку количества запахаиваемых растительных остатков в различных полевых севооборотах в условиях Республики Марий Эл. Работа выполнена в 2013–2018 гг. на стационарном участке в двухфакторном опыте. Фактор А – виды севооборотов и чередование культур: 1. Зерноотравной (овес + клевер, клевер 1 г. п. на зеленую массу, озимая рожь, викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница, ячмень). 2. I плодосменный (викоовсяная смесь на зеленый корм, озимая рожь, ячмень, картофель, викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница). 3. II плодосменный (викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница, картофель с внесением навоза (80 т/га), ячмень + клевер, клевер 1 г. п. на зеленую массу, озимая рожь). 4. III плодосменный (ячмень + клевер, клевер 1 г. п. на зеленую массу, клевер 2 г. п. на зеленую массу, озимая рожь, картофель, овес). Фактор В – минеральные удобрения: 1. Без удобрений. 2. N60P60K60. В контрольном зерноотравно-севообороте с одногодичным использованием клевера в среднем за год поступило $3,02 \pm 0,06$ т/га пожнивно-корневых остатков. В I плодосменном севообороте за счет замены клевера на картофель остатков образовалось $2,14 \pm 0,04$ т/га, что значительно меньше контрольного варианта (НСР₀₅ по фактору А – 0,21 т/га). Во II плодосменном севообороте накопление пожнивно-корневых остатков составило $2,91 \pm 0,07$ т/га. По сравнению с контролем это в пределах ошибки опыта. Наибольшее количество пожнивно-корневых остатков накопилось в пахотном слое III плодосменного севооборота ($3,37 \pm 0,07$ т/га). Применение минеральных удобрений существенно увеличило массу пожнивно-корневых остатков во всех севооборотах в среднем за год на 0,16 т/га (НСР₀₅ по фактору В – 0,15). Соотношение углерода к азоту (С:N) в пожнивно-корневых остатках клевера и картофеля составило 18...20, викоовсяной смеси – 25...31, яровых зерновых культур – 39...41, озимой ржи – 53.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, зерноотравно-севооборот, плодосменный севооборот, соотношение углерода к азоту, минеральные удобрения

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0767-2019-0091).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Замятин С. А., Ефимова А. Ю., Максуткин С. А. Влияние полевых севооборотов на накопление пожнивно-корневых остатков в пахотном слое дерново-подзолистой почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):594-601. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.594-601>

Поступила: 04.07.2019

Принята к публикации: 22.10.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

The influence of field crop rotations on the accumulation of crop-root residues in the arable layer of sod-podzolic soil

© 2019. Sergei A. Zamyatin ✉, Aleksandra Yu. Efimova, Sergey A. Maksutkin

Mari Agricultural Research Institute – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Ruem, Mari El Republic, Russian Federation

The aim of the research is to take a comparative assessment of the amount of plowed down plant residues in various field crop rotations in the conditions of the Republic of Mari El. The study was carried out in 2013–2018 on a stationary site in a two-factor experiment. Factor A – types of crop rotations and shift of crops: 1. Grain and grass crop rotation (oats + clover, clover of the 1st year of use (y.u.) for green mass, winter rye, vetch and oat mixture for grain, spring wheat, barley). 2. I fruit-changing crop rotation (vetch and oat mix for green fodder, winter rye, barley, potato, vetch and oat mixture for grain, spring wheat). 3. II fruit-changing crop rotation (vetch and oat mixture for grain, spring wheat, potato with manure (80 t/ha), barley + clover, clover of the 1st year of use for green mass, winter rye). 4. III fruit-changing crop rotation (barley + clover, clover of the 1st year of use for green mass, clover of the 2nd year of use for green mass, winter rye, potato, oats). Factor B – mineral fertilizers: 1. Without fertilizers. 2. N60P60K60. In the control grain and grass crop rotation with a one-year use of clover, 3.02 ± 0.06 t/ha of crop-root residues were received per year on the average. In the I fruit-changing crop rotation, due to the replacement of clover with potato, residues formed 2.14 ± 0.04 t/ha, which was significantly less than the control variant (LSD₀₅ in factor A – 0.21). In the II fruit-changing crop rotation, the accumulation of crop-root residues

amounted to 2.91 ± 0.07 t/ha. Compared to the control, it was within the limits of experimental error. The largest number of crop-root residues was accumulated in the III fruit-changing crop rotation (3.37 ± 0.07 t/ha). The use of mineral fertilizers significantly increased the bulk of crop-root residues in all crop rotations by 0.16 t/ha per year on the average (LSD_{05} in factor B – 0.15). Carbon to nitrogen ratio (C:N) in the crop-root residues of clover and potato was 18...20, in the vetch-oat mixture it was 25...31, in spring grain crops it was 39...41, and in winter rye it was 53.

Key words: crops, grain and grass crop rotation, fruit-changing crop rotation, carbon to nitrogen ratio, mineral fertilizers

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No.0767-2019-0091).

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

For citation: Zamyatin S. A., Efimova A. Yu., Maksutkin S. A. The influence of field crop rotations on the accumulation of crop-root residues in the arable layer of sod-podzolic soil. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(65):594-601. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.594-601>

Received: 04.07.2019

Accepted for publication: 22.10.2019

Published online: 16.12.2019

В Республике Марий Эл основная часть возделываемых земель – дерново-подзолистые почвы, доля которых в структуре пашни достигает 86 %. Успешное развитие земледелия во многом зависит от оптимального уровня плодородия дерново-подзолистых почв и поддержания в них соответствующего уровня содержания органического вещества [1].

Растительные остатки полевых культур являются основным источником пополнения почвы органическим веществом. В их состав входят пожнивные, корневые и листовые остатки, количество которых связано с величиной урожайности сельскохозяйственных культур.

Растительные остатки, поступающие в почву, подвергаются сложным процессам разложения, их минерализации и гумификации. Степень интенсивности и характер гумификации зависят от разных факторов^{1,2} [2, 3]. За счет использования пожнивно-корневых остатков в севообороте могут улучшаться питательные ресурсы почвы, сокращается потребность в использовании минеральных и органических удобрений [4, 5].

Как отмечает в своей работе И. М. Корнилов, «...Количество растительных остатков, поступающих в почву за ротацию севооборота, играет немаловажную роль в сохранении почвенного плодородия. Продукты разложения растительных остатков, несомненно, оказывают влияние на следующую культуру. Поэтому возникает необходимость изучения накопления растительных остатков каждой сельскохозяйственной культурой...» [6, с. 61].

Велика роль пожнивно-корневых остатков в круговороте углерода в почве [7, 8, 9, 10, 11]. Они формируют целые сообщества из почвенных организмов, которые стимулируют

структурную устойчивость почв [8, 10, 11]. Азот, полученный из пожнивно-корневых остатков, вымывается меньше, чем из минеральных удобрений [12]. Поэтому положительное влияние запахивания пожнивно-корневых остатков бывает более выраженным по сравнению с внесением минеральных удобрений [13].

Во многих исследованиях отмечено [14, 15, 16, 17], что наибольшее количество массы пожнивно-корневых остатков, а вследствие этого и питательных веществ, оставляют в почве многолетние травы, «...поэтому введение их в севообороты является необходимостью, так как это способствует экономичному увеличению поступления органического вещества в почву в виде растительных остатков, что позволит на фоне органических и минеральных удобрений решить проблему воспроизводства гумуса почв до его бездефицитного баланса» [17, с. 88].

Корневые и пожнивные остатки являются важной частью баланса органического вещества в почве. Особую ценность в севооборотах представляет возделывание зернобобовых культур и многолетних трав, сравнительно больше обогащающих почву азотсодержащим органическим веществом высокой биологической ценности.

В исследованиях А. А. Новикова [18] и А. В. Параманова с соавторами [19, 20] установлено, что изменение доз вносимых удобрений напрямую влияет на интенсивность баланса гумуса (С) в черноземах. Актуально это утверждение и для изучаемых севооборотов на дерново-подзолистых почвах. Ранее в нашей работе [21] изучалось влияние культур севооборота на среднегодовое поступление растительных остатков за ротацию севооборотов.

¹Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, 1980. 286 с.

²Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.

В ней представлены результаты накопления пожнивно-корневых остатков за 2010-2015 гг. Учет массы оставляемых растениями пожнивно-корневых остатков (ПКО) показал, что применение минеральных удобрений в дозе N60P60K60 достоверно повысило их массу. В севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами и картофелем в почву поступало наименьшее количество органического вещества и, следовательно, питательных элементов. Включение в севообороты клевера положительно сказалось на накоплении пожнивно-корневых остатков в целом по севооборотам.

Цель исследований – провести сравнительную оценку количества запахаиваемых растительных остатков в различных полевых севооборотах в условиях Республики Марий Эл.

Материал и методы. Экспериментальная часть работы выполнена на стационарном участке опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2013-2018 гг. в двухфакторных опытах, заложенных в 1996 и 1998 гг. (2 закладки).

Фактор А – Виды севооборотов и чередование культур:

1. Зернотравяной – контроль (овес + клевер, клевер 1 г. п. на зеленую массу, озимая рожь, викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница, ячмень).

2. I плодосменный (викоовсяная смесь на зеленую массу, озимая рожь, ячмень, картофель, викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница).

3. II плодосменный (викоовсяная смесь на зерно, яровая пшеница, картофель с внесением навоза (80 т/га), ячмень + клевер, клевер 1 г. п. на зеленую массу, озимая рожь).

4. III плодосменный севооборот (ячмень + клевер, клевер 1 г. п. на зеленую массу, клевер 2 г. п. на зеленую массу, озимая рожь, картофель, овес).

Фактор В – минеральные удобрения:

1. Без удобрений (контроль).

2. N60P60K60.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. В момент закладки опыта пахотный слой характеризовался

следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 1,72 %, $pH_{\text{сол}}$ – 5,67, гидролитическая кислотность – 1,7 мг-экв/100 г, сумма поглощённых оснований – 7,9 мг-экв/100 г, подвижный фосфор – 270 мг/кг, обменный калий – 130 мг/кг.

Севообороты развернуты во времени. Повторность вариантов в опыте трехкратная, расположение делянок в повторностях систематическое. Общая и учетная площади делянок составляют 165 м².

Минеральные удобрения под каждую культуру севооборотов вносили поделаночно, согласно схеме опыта. Из азотных удобрений использовали аммиачную селитру, фосфорных – двойной суперфосфат, калийных – хлористый калий. Под многолетние бобовые травы и их предшественники азотные удобрения не вносили.

Определение количества корневых и пожнивных остатков проводили рамочным методом по Н. З. Станкову³ с размером рамки 30,2x33,3 см. На пропашных культурах размеры рамки увеличивали, сохраняя то же соотношение между рядком и междурядьем, что и на всей площади посева. Определение элементов питания^{4, 5} и расчеты⁶ их содержания в пожнивно-корневых остатках проводили по общепринятым методикам, статистическую обработку данных – методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову⁷.

Погодные условия по годам исследований различались по температурному режиму, количеству выпавших осадков и их распределению в течение вегетационного периода и большей частью были удовлетворительными для роста и развития испытываемых культур в севооборотах. Вегетационный период полевых культур в 2017 году характеризовался как более влажный (сумма осадков составила 313,3 мм), 2013, 2014, 2015, 2018 годы были менее влажными (за вегетацию выпало 243, 165,3, 246,1 и 159 мм осадков соответственно). Относительно засушливым был 2016 год (сумма осадков – 117,5 мм). ГТК по годам составил: 2013 г. – 1,21, 2014 г. – 0,84, 2015 г. – 1,29, 2016 г. – 0,56, 2017 г. – 1,85, 2018 г. – 0,87.

³Станков Н. З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 279 с.

⁴ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбинированное сырье. Методы определения азота и сырого протеина. М.: Стандартинформ, 2011. 15 с.

⁵ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбинированное сырье. Методы определения фосфора. Минск, 1999. 10 с.

⁶Баланс гумуса и питательных веществ в интенсивном земледелии. Методические указания. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 1989. 26 с.

⁷Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что накопление пожнивно-корневых остатков полевых культур во многом определялось видом севооборота, культурой и применением минеральных удобрений (табл.).

Учет сухой массы пожнивно-корневых остатков показал, что в севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами и картофелем в почву поступило наименьшее количество органического вещества. В контрольном зернотравяном севообороте с одногодичным использованием клевера в среднем за год в почву поступало $3,02 \pm 0,06$ т/га пожнивно-корневых остатков. Значительно меньше ПКО, за счет замены клевера на картофель, образовалось в I плодосменном севообороте ($2,14 \pm 0,04$ т/га) – на 41 % меньше, чем в контроле (НСР₀₅ по фактору А – 0,21). Во II плодосменном севообороте накопление пожнивно-корневых остатков было на уровне контрольного варианта (различия не существенны). Наибольшее количество пожнивно-корневых остатков накопилось в пахотном слое III плодосменного севооборота ($3,37 \pm 0,07$ т/га), достоверно превысив контрольный севооборот на 0,35 т/га (НСР₀₅ по фактору А – 0,21). Это объясняется, прежде всего, более благоприятными условиями для развития корневой системы растений после использования в течение двух лет посева клевера, что обеспечило меньшее поражение корневыми гнилями и,

следовательно, лучшее развитие растений и повышение их урожайности. Так, разница в распространении корневых гнилей в наших предыдущих исследованиях в этом севообороте, по сравнению с контролем, к концу вегетации составила 24,8 %, при НСР₀₅ 6,4 % [22].

Применение минеральных удобрений увеличило массу пожнивно-корневых остатков во всех севооборотах. Так, на фоне без удобрений среднегодовое количество пожнивно-корневых остатков составило $2,77 \pm 0,05$ т/га, при применении минеральных удобрений их масса увеличилась на 0,16 т/га в среднем по севооборотам, при уровне НСР₀₅ по фактору В – 0,15 т/га.

Включение в севообороты клевера положительно сказалось на накоплении питательных веществ в пожнивно-корневых остатках (рис.). В среднем за год с биомассой растений клевера поступило в почву 178 кг/га азота, 48 фосфора и 88 кг/га калия. Наименьшее количество питательных элементов пришло в почву с ПКО ячменя (азота – 20, фосфора – 9 и калия – 10 кг/га). В пожнивно-корневых остатках клевера образовалось наибольшее количество углерода – 3275 кг/га, озимой ржи – 2446 кг/га, яровой пшеницы – 1595 кг/га, викоовсяной смеси, возделываемой на зерновые цели – 1566 кг/га. Меньше всего углерода образовалось в пожнивно-корневых остатках картофеля – 737 кг/га и ячменя – 789 кг/га.

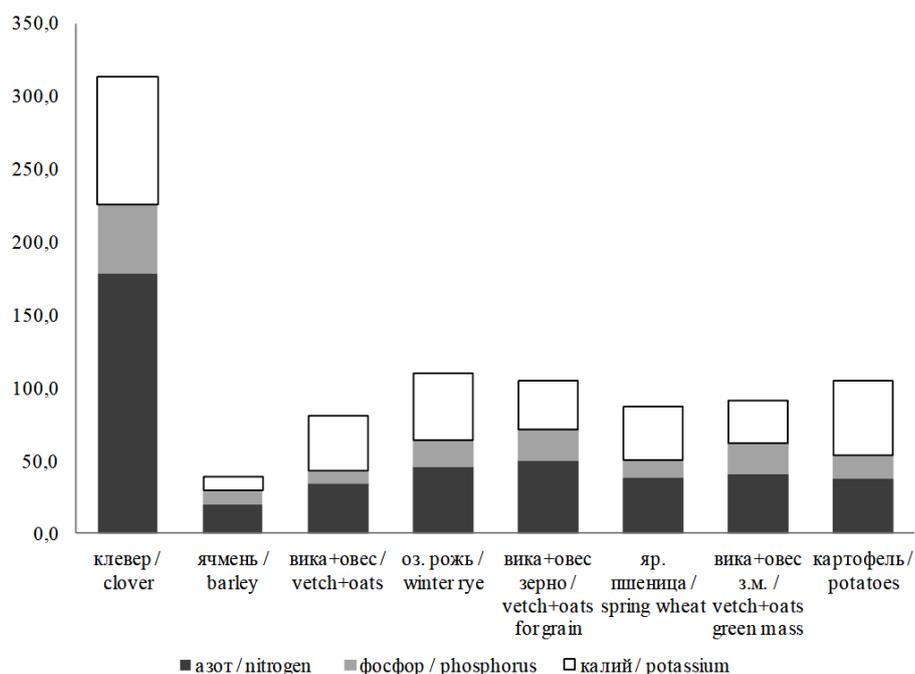


Рис. Количество питательных веществ, поступивших в почву с пожнивно-корневыми остатками полевых культур (в среднем за год, кг/га) /

Fig. Amount of nutrients entering the soil with crop-root residues of field crops (annual average, kg/ha)

Таблица – Накопление пожнивно-корневых остатков полевых культур в пахотном слое почвы, т/га (2013-2018 гг.) /
Table – The accumulation of crop-root residues of field crops in the arable layer of the soil, t/ha (2013-2018)

A (севооборот) / A (crop rotation)	Факторы / Factors		Культуры севооборота / Crops in crop rotation										Среднее за год по севообороту / Yearly average in crop rotation
	B (удобрение) / B (fertilizer)		яровая пшеница / spring wheat	ячмень / barley	овес / oats	озимая рожь / winter rye	вика / овес (зерно) / vetch / oats (grain)	вика / овес (зел. масса) / vetch / oats (green mass)	клевер 1 г.п. / clover 1 y.u.	клевер 2 г.п. / clover 2 y.u.	карто- фель / potatoes		
Зерногравяной / Grain and grass	Без удобрений / No fertilizer		2,39	1,41	2,02	3,62	2,55	-	5,60	-	-	-	2,92±0,06
	NPK		2,56	1,66	2,15	3,86	2,71	-	5,67	-	-	-	3,10±0,07
	Среднее / Average		2,48	1,54	2,09	3,74	2,63	-	5,64	-	-	-	3,02±0,06
I плодосменный / I fruit-changing	Без удобрений / No fertilizer		2,46	0,95	-	4,00	2,22	1,65	-	-	1,08	-	2,06±0,05
	NPK		2,84	1,08	-	4,12	2,38	1,74	-	-	1,15	-	2,21±0,05
	Среднее / Average		2,65	1,02	-	4,06	2,30	1,70	-	-	1,12	-	2,14±0,04
II плодосменный / II fruit-changing	Без удобрений / No fertilizer		2,80	1,33	-	3,81	2,57	-	5,10	-	1,48	-	2,84±0,06
	NPK		2,97	1,43	-	4,21	2,70	-	5,17	-	1,40	-	2,98±0,08
	Среднее / Average		2,89	1,38	-	4,01	2,64	-	5,14	-	1,44	-	2,91±0,07
III плодосменный / III fruit-changing	Без удобрений / No fertilizer		-	1,28	2,23	4,05	-	-	5,60	5,40	1,12	3,28±0,07	
	NPK		-	1,42	2,36	4,49	-	-	5,86	5,45	1,15	3,45±0,10	
	Среднее / Average		-	1,35	2,30	4,27	-	-	5,73	5,43	1,14	3,37±0,07	
Среднее по минеральным удобрениям / Average in mineral fertilizers	Без удобрений / No fertilizer		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,77±0,05
	NPK		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,94±0,05
	Среднее / Average		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,94±0,05
НСР ₀₅ частных различий / LSD ₀₅ of particular differences			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29
НСР ₀₅ по фактору А / LSD ₀₅ in factor A			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21
НСР ₀₅ по фактору В / LSD ₀₅ in factor B			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15

Установлено, что наиболее узким соотношением углерода к азоту характеризовались пожнивно-корневые остатки клевера и картофеля, где С:N находилось на уровне 18...20. Более широким углеродно-азотным соотношением, равным 25...31, обладали органические остатки викоовсяной смеси, возделываемой как на зеленую массу, так и на зернофураж. Пожнивно-корневые остатки яровых зерновых культур содержали углерода в 39-41 раз больше, чем азота. Наибольшим соотношением С:N – 53 обладали пожнивно-корневые остатки озимой ржи.

Выводы. В условиях Республики Марий Эл в полевых севооборотах на дерново-подзолистой почве ежегодно накапливалось от 2,14±0,4 до 3,37±0,07 т/га пожнивно-корневых остатков, наибольшее количество – в III плодосменном севообороте за счет включения двух полей клевера лугового. Внесение минеральных удобрений (N60P60K60) увеличивало биомассу пожнивно-корневых остатков возделываемых

культур на 0,14...0,18 т/га в среднем за год.

По количеству элементов питания (NPK), поступивших в почву с пожнивно-корневыми остатками, культуры севооборотов распределялись в следующем порядке: клевер>озимая рожь>викоовсяная смесь на зернофураж>картофель>яровая пшеница>викоовсяная смесь на зеленую массу>овес>ячмень. Наибольшее количество элементов питания поступало в пахотный слой почвы с пожнивно-корневыми остатками клевера: 178 кг/га азота, 48 фосфора и 88 кг/га калия (в среднем за год).

Показатель качества органического вещества (С:N) свидетельствует о различной скорости разложения и освобождения элементов питания из пожнивно-корневых остатков культур полевых севооборотов: клевер и картофель (С:N = 18...20), викоовсяная смесь на зеленую массу и зернофураж (С:N = 25...31), овес, яровая пшеница, ячмень (С:N = 39...41), озимая рожь (С:N = 53).

Список литературы

1. Замятин С. А., Бырканова С. В. Плодородие дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при длительном применении агрохимических средств. Методы и технологии в селекции растений и растениеводства: материалы Междунар. научн.-практ. конф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015. С. 332-336.
2. Фокин А. Д. Влияние органического вещества на агрономические свойства и режимы почв. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. М.: Изд-во МС ХА, 1993. С. 34-39.
3. Janzen R. A. Shegkewich C. F. Goh Tee Boon Stabilization of Residual C and N in Soil. Can. J. Soil Sci. 1988;68(4):733-745.
4. Brankatschk G., Finkbeiner M. Modeling crop rotation in agricultural LCAs – challenges and potential solutions. Agricultural Systems. 2015;(138):66-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.05.008>
5. Brankatschk G., Finkbeiner M. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural carbon footprints. Agronomy for Sustainable Development. 2017. October. 14 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0464-4>
6. Корнилов И. М. Корневые и пожнивные остатки в зависимости от систем обработки почвы. Современные тенденции развития науки и технологии. 2015;(4-2):61-63. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23940519>
7. Ghimire B., Ghimire R., VanLeeuwen D., Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization. Sustainability. 2017;9(12):2316. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9122316>
8. Bardgett R. D., Mommer L., De ries F. T. Going underground: root traits as drivers of ecosystem processes. Trends Ecol. Evol. 2014;29(12):692-699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.10.006>
9. Bisen N., Rahangdale C. P. Crop residues management option for sustainable soil health in rice-wheat system: A review. International Journal of Chemical Studies. 2017;(5(4)):1038-1042. URL: https://www.researchgate.net/publication/318959582_Crop_residues_management_option_for_sustainable_soil_health_in_rice-wheat_system_A_review
10. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.-R., Hammelehle A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. Front Plant Sci. 2017;(8):284. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284>
11. Philippot L., Raaijmakers J. M., Lemanceau P., Van der Putten W. H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. Nat. Rev. Microbiol. 2013;(11):789-799. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3109>
12. Torma S., Vilček J., Lošák T., Kužel S., Martensson A. Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science. 2017:358-366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134>
13. Кузнецова Л. Н. Накопление корневой массы и пожнивных остатков растениями ячменя в плодосменном и зернопропашном севооборотах. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015;(8):132-136. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26069209>
14. Куликова А. Х. Дифференциация севооборотов по влиянию на режим органического вещества почвы. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011;(2(14)):27-33. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16716923>
15. Новиков А. А., Кисаров О. П. Обоснование роли и пожнивных остатков в агроценозах. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012;(78):643-652. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17714663>

16. Скируха А. Ч., Грибанов Л. Н., Усень А. А. Корневые и пожнивные остатки полевых культур в севообороте как резерв и повышения содержания основных элементов минерального питания в почве. Земледелие и селекция в Белоруссии. 2017;(53):13-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35344614>
17. Мудрых Н. М., Самофалова И. А. Опыт использования растительных остатков в почвах нечерноземной зоны России (обзор). Пермский аграрный вестник. 2017;(1(17)):88-97. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28822619>
18. Новиков А. А. Гумус черноземов обыкновенных при внесении удобрений и эффективность возделываемых сельскохозяйственных культур. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017;(2(26)):131-143. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29149337>
19. Парамонов А. В., Федюшкин А. В., Медведева В. И. Изменение содержания и запасов гумуса в черноземе обыкновенном в зависимости от применяемых систем удобрений. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017;(4(66)):24-28. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30009109>
20. Парамонов А. В., Федюшкин А. В., Пасько С. В., Медведева В. И. Влияние систематического применения удобрений в девятипольном зернопаропропашном севообороте на баланс гумуса (С) в черноземе обыкновенном. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(9): 9-11. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10902>
21. Замятин С. А., Измestьев В. М. Влияние культур севооборота на среднегодовое поступление растительных остатков за ротацию севооборотов. Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016;(1(5)):18-21. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125254>
22. Замятин С. А., Ямалиева А. М. Влияние севооборотов на распространение корневых гнилей сельскохозяйственных культур. Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016;(1(5)):22-25. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125255>

References

1. Zamyatin S. A., Byrkanova S. V. *Plodorodie dernovo-podzolistoy srednesuglinistoy pochvy pri dlitel'nom primeneniі agrokhimicheskikh sredstv*. [Fertility of sod-podzolic medium loamy soil with prolonged use of agrochemicals]. *Metody i tekhnologii v seleksii rasteniy i rastenievodstva: materialy Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* [Methods and technologies in plant breeding and crop production: Proceedings of Intern. scientific-practical conf.]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2015. pp. 332-336.
2. Fokin A. D. *Vliyaniye organicheskogo veshchestva na agronomicheskie svoystva i rezhimy pochv. Kontseptsiya optimizatsii rezhima organicheskogo veshchestva pochv v agrolandshaftakh*. [Influence of organic matter on agronomic properties and soil regimes. The concept of optimizing the regime of soil organic matter in agrolandscapes]. Moscow: Izd-vo MS KhA, 1993. pp. 34-39.
3. Janzen R. A., Shegkewich C. F., Goh Tee Boon Stabilization of Residual C and N in Soil. *Can. J. Soil Sci.* 1988;68(4):733-745.
4. Brankatschk G., Finkbeiner M. Modeling crop rotation in agricultural LCAs – challenges and potential solutions. *Agricultural Systems*. 2015;(138):66-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.05.008>
5. Brankatschk G., Finkbeiner M. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural carbon footprints. *Agronomy for Sustainable Development*. 2017. October. 14 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0464-4>
6. Kornilov I. M. *Kornevyye i pozhnivnyye ostatki v zavisimosti ot sistem obrabotki pochvy*. [Root and crop residues depending on soil cultivation systems]. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii*. 2015;(4-2):61-63. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23940519>
7. Ghimire B., Ghimire R., VanLeeuwen D., Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization. *Sustainability*. 2017;9(12):2316. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9122316>
8. Bardgett R. D., Mommer L., De ries F. T. Going underground: root traits as drivers of ecosystem processes. *Trends Ecol. Evol.* 2014;29(12):692-699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.10.006>
9. Bisen N., Rahangdale C. P. Crop residues management option for sustainable soil health in rice-wheat system: A review. *International Journal of Chemical Studies*. 2017;(5(4)):1038-1042. URL: https://www.researchgate.net/publication/318959582_Crop_residues_management_option_for_sustainable_soil_health_in_rice-wheat_system_A_review
10. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.-R., Hammelehl A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. *Front Plant Sci*. 2017;(8):284. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284>
11. Philippot L., Raaijmakers J. M., Lemanceau P., Van der Putten W. H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nat. Rev. Microbiol.* 2013;(11):789-799. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3109>
12. Torma S., Vilček J., Lošák T., Kužel S., Martensson A. Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2017:358-366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134>
13. Kuznetsova L. N. *Nakopleniye kornevoy massy i pozhnivnykh ostatkov rasteniyami yachmenya v plodsmennom i zernopropashnom sevooborotakh*. [The accumulation of root mass and crop residues by barley plants in field and grain-cultivated crop rotation]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2015;(8):132-136. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26069209>
14. Kulikova A. Kh. *Differentsiatsiya sevooborotov po vliyaniyu na rezhim organicheskogo veshchestva pochvy*. [Differentiation of crop rotations by the effect of soil organic matter on the regime]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2011;(2(14)):27-33. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16716923>

15. Novikov A. A., Kisarov O. P. *Obosnovanie roli i pozhnivnykh ostatkov v agrotsenozakh*. [Substantiation of the role and crop residues in agrocenoses]. *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2012;(78):643-652. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17714663>
16. Skirukha A. Ch., Gribanov L. N., Usenya A. A. *Kornevye i pozhnivnye ostatki polevykh kul'tur v sevooborote kak rezerv i povysheniya soderzhaniya osnovnykh elementov mineral'nogo pitaniya v pochve*. [Root and crop residues of field crops in crop rotation as a reserve and increase in the content of the basic elements of mineral nutrition in the soil]. *Zemledelie i selektsiya v Belorussii*. 2017;(53):13-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35344614>
17. Mudrykh N. M., Samofalova I. A. *Opyt ispol'zovaniya rastitel'nykh ostatkov v pochvakh nechernozemnoy zony Rossii (obzor)*. [Experience in the use of plant residues in soils of the non-chernozem zone of Russia (review)]. *Permskiy agrarnyy vestnik = Perm Agrarian Journal*. 2017;(1(17)):88-97. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28822619>
18. Novikov A. A. *Gumus chernozemov obyknovennykh pri vnesenii udobreniy i effektivnost' vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [Humus of typical chernozem when fertilizing and the effectiveness of cultivated crops]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii = Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems*. 2017;(2 (26)):131-143. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29149337>
19. Paramonov A. V., Fedyushkin A. V., Medvedeva V. I. *Izmenenie soderzhaniya i zapasov gumusa v chernozeme obyknovennom v zavisimosti ot primenyaemykh sistem udobreniy*. [Change in humus content and stocks in typical chernozem depending on the applied fertilizer systems]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2017;(4 (66)):24-28. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30009109>
20. Paramonov A. V., Fedyushkin A. V., Pas'ko S. V., Medvedeva V. I. *Vliyanie sistemicheskogo primeneniya udobreniy v devyatiopol'nom zernoparopropashnom sevooborote na balans gumusa (S) v chernozeme obyknovennom*. [Influence of the systematic use of fertilizers in a nine-field grain-crop crop rotation on the balance of humus (C) in typical chernozem]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2018;32(9): 9-11. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10902>
21. Zamyatin S. A., Izmest'ev V. M. *Vliyanie kul'tur sevooborota na srednegodovoe postuplenie rastitel'nykh ostatkov za rotatsiyu sevooborotov*. [The effect of crop rotation on the average annual intake of crop residues from crop rotation]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennye nauki. Ekonomicheskie nauki» = Vestnik of the Mari State University Chapter "Agriculture. Economics"*. 2016;(1(5)):18-21. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125254>
22. Zamyatin S. A., Yamalieva A. M. *The effect of crop rotation on the distribution of root rot of crops*. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennye nauki. Ekonomicheskie nauki» = Vestnik of the Mari State University Chapter "Agriculture. Economics"*. 2016;(1(5)):22-25. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125255>

Сведения об авторах

✉ **Замятин Сергей Анатольевич**, кандидат с.-х. наук, зав. отделом Марийского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала 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**: <https://orcid.org/0000-0002-3999-9179>, e-mail: zamyatin.ser@mail.ru

Ефимова Александра Юрьевна, младший научный сотрудник Марийского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала 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

Максуткин Сергей Аркадьевич, старший научный сотрудник Марийского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала 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

Information about the authors

✉ **Sergei A. Zamyatin**, PhD in Agricultural science, **Head of the Department**, 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**: <https://orcid.org/0000-0002-3999-9179>, e-mail: zamyatin.ser@mail.ru

Aleksandra Yu. Efimova, junior 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

Sergey A. Maksutkin, 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

✉ – Для контактов / Corresponding author



Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и их смесей с органоминеральными удобрениями на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника

© 2019. А. М. Асатурова, Н. А. Жевнова ✉, А. А. Цыгичко, В. В. Аллахвердян, А. И. Хомяк, Е. Ю. Бондарчук, К. Ю. Саенко, М. М. Астахов, Е. А. Гырнец, М. В. Штерншис

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, Российская Федерация

В настоящее время наблюдается активное развитие экологически безопасных способов ведения сельского хозяйства. Однако ассортимент средств для таких систем земледелия ограничен. Одним из механизмов, обеспечивающих устойчивость растений к снижающим урожайность болезням, является стимуляция роста. Цель работы – изучить влияние лабораторных образцов новых биопрепаратов на основе штаммов *V. subtilis* BZR 336 g, *V. subtilis* BZR 517, *P. chlororaphis* 245 F и органоминеральных удобрений ПРК «Белый Жемчуг Коричневый» (БЖК) и ПРК «Белый Жемчуг Универсальный» (БЖУ) на рост и развитие растений, а также возможности их совместного применения для последующего включения в системы органического земледелия или интегрированной защиты растений. Ростостимулирующую способность оценивали на озимой пшенице и подсолнечнике, выращенных в песке в климатической камере. Варианты сравнения – обработка семян водой (контроль), химическим (Дивиденд Стар, КС) и биологическим (Фитоспорин-М, Ж, *V. subtilis* 26 Д) эталонами. На двух культурах отмечен ожидаемый ретардантный эффект химического эталона и ростостимулирующее действие биологического эталона. Статистически значимые данные получены по такому параметру, как длина побега. На озимой пшенице лабораторные образцы обеспечили длину побега 24,1-25,2 мм (прибавка к контролю 3,4-8,2%), органоминеральные удобрения – 23,9-24,5 мм (2,6-5,2%), смеси с БЖУ – 23,2-24,4 мм (-0,4-4,7%), смеси с БЖК – 24,1-25,9 мм (3,4-11,2%), достоверная прибавка длины корня не отмечена на данной культуре. На озимой пшенице целесообразно использовать исследуемые препараты отдельно. Подсолнечник более отзывчив к действию лабораторных образцов. Они обеспечили длину побега 13,6-14,6 мм (20,9-27,0%) и корня 9,2-10,2 мм (4,5-15,9%). Органоминеральные удобрения обеспечили длину побега 14,2-14,5 мм (23,5-26,1%) и длину корня 10,8 мм (22,7%). Смеси с БЖУ обеспечили длину побега 14,7-15,4 мм (27,8-33,9%), смеси с БЖК – 11,9-14,5 мм (3,5-26,1%), достоверной прибавки длины корня не отмечено. Полученные данные свидетельствуют о наличии у лабораторных образцов фунгицидных биопрепаратов ростостимулирующих свойств, которые варьируют в зависимости от культуры и применяемых дополнительно органоминеральных удобрений. Для подтверждения результатов необходимо проведение дополнительных опытов. Исследования в данном направлении позволяют рационально использовать изученные средства защиты и повышения урожайности растений в системах органического, экологизированного и интегрированного земледелия, и могут способствовать снижению пестицидного пресса на агроценозы.

Ключевые слова: *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, биологическая защита растений, стимуляция роста, пшеница, подсолнечник

Благодарности: работа выполнена в соответствии с Государственным заданием № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках исследования по предмету № 0686-2019-0013.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Асатурова А. М., Жевнова Н. А., Цыгичко А. А., Аллахвердян В. В., Хомяк А. И., Бондарчук Е. Ю., Саенко К. Ю., Астахов М. М., Гырнец Е. А., Штерншис М. В. Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и их смесей с органоминеральными удобрениями на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):602-612. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.602-612>

Поступила: 20.10.2019

Принята к публикации: 04.12.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

The effect of laboratory samples of new biological products and their mixtures with organomineral fertilizers on growth and development of winter wheat and sunflower plants

© 2019. Anzhela M. Asaturova, Natalya A. Zhevnova ✉, Aleksandra A. Tsygichko, Valeria V. Allakhverdyan, Anna I. Khomyak, Elena Yu. Bondarchuk, Ksenia Yu. Saenko, Mikhail M. Astakhov, Evgeny A. Gyrnets, Margarita V. Shternshis

Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection", Krasnodar, Russian Federation

Currently, there is an active development of environmentally friendly methods of farming. However, the range of products for this type of farming system is limited. Growth stimulation is one of the mechanisms ensuring plant resistance to diseases that reduce crop yields. The aim of the work is to study the effect of laboratory samples of new biological products

based on *B. subtilis* BZR 336 g, *B. subtilis* BZR 517, *P. chlororaphis* 245 F strains and organo-mineral fertilizers PRK White Pearl Brown (WPB) and PRK White Pearl Universal (WPU) on plant growth and development of plants, as well as study of the possibility of their joint use for subsequent inclusion in organic farming systems or integrated plant protection. Growth-promoting ability was assessed in winter wheat and sunflower plants grown in sand in a climatic chamber. As comparison variants there were seed treatment with water (control), chemical (Dividend Star, KS) and biological (Fitosporin-M, F, *B. subtilis* 26 D) standards. In two plant cultures there was an expected retardant effect of the chemical standard and the growth-promoting effect of the biological standard. Statistically significant data were obtained for such a parameter as the shoot length. On winter wheat, laboratory samples provided the shoot length of 24.1-25.2 mm (an addition to the control of 3.4-8.2%), organic and mineral fertilizers - 23.9-24.5 mm (2.6-5.2%), mixtures with WPU - 23.2-24.4 mm (-0.4-4.7%), mixtures with WPB - 24.1-25.9 mm (3.4-11.2%), a significant increase in root length was not observed in this culture. On winter wheat, it is advisable to use the studied products separately. Sunflower is more responsive to the action of laboratory samples. They provided a shoot length of 13.6-14.6 mm (20.9-27.0%) and a root of 9.2-10.2 mm (4.5-15.9%). Organo-mineral fertilizers provided a shoot length of 14.2-14.5 mm (23.5-26.1%) and the root length of 10.8 mm (22.7%). Mixtures with WPU provided shoot length of 14.7-15.4 mm (27.8-33.9%), mixtures with WPB provided shoot length of 11.9-14.5 mm (3.5-26.1%), and no significant increase in root length was noted. The data obtained indicate the presence in the laboratory samples of fungicidal biological products growth-promoting properties, which vary depending on the culture and additionally used organic and mineral fertilizers. To confirm the results, additional experiments are necessary. Research in this direction will allow the rational use of the studied means of protection and increase plant yields in systems of organic, ecologized and integrated farming, and can help reduce the pesticidal pressure on agrocenoses.

Key words: *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, biological plant protection, bioprotection, growth stimulation, wheat, sunflower

Acknowledgments: the research was carried out in accordance with the state assignment No. 075-00376-19-00 of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of study on the subject No.0686-2019-0013.

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

For citation: Asaturova A. M., Zhevnova N. A., Tsygichko A. A., Allakhverdyan V. V., Khomyak A. I., Bondarchuk E. Yu., Saenko K. Yu., Astakhov M. M., Gyrnets E. A., Shternshis M. V. Influence of laboratory samples of new biological products and their mixtures with organo-mineral fertilizers on growth and development of winter wheat and sunflower plants. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):602-612. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.602-612>

Received: 20.10.2019

Accepted for publication: 04.12.2019

Published online: 16.12.2019

Аграрный сектор является крупнейшим потребителем (около 85% мирового производства) пестицидов для увеличения объема растениеводческой продукции и её сохранения. Однако их использование имеет ряд негативных последствий: гибель нецелевых микроорганизмов, полезных насекомых, накопление токсичных остатков в почве и продуктах питания [1, 2, 3]. Снижение пестицидной нагрузки на экосистемы, способствующее получению экологически безопасной продукции, является актуальной задачей. Один из вариантов ее решения заключается в использовании стимулирующих рост ризобактерий – PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) [2].

Все механизмы положительного влияния PGPR-микроорганизмов на растения делят на два типа: 1) опосредованная стимуляция роста, которая осуществляется за счет подавления фитопатогенов путем выработки антибиотиков, ферментов, конкуренции за источники питания; 2) непосредственная (прямая) стимуляция роста, происходящая за счет продукции микроорганизмами регуляторов роста, улучшения фосфорного и азотного питания растений, индукции резистентности к различным фитопатогенам. И прямая, и опосредованная

стимуляция роста оказывает положительное воздействие на урожайность [4, 5, 6, 7, 8].

Стимулирование роста растений PGPR-микроорганизмами важно в сфере сельского хозяйства, поскольку будет способствовать снижению использования химических удобрений и пестицидов [6, 7]. Работы российских и зарубежных ученых доказывают, что использование PGPR является экологически обоснованным способом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Исследование J. R. Freitas и J. J. Germida [9] выявило 12 эффективных PGPR-штаммов путем скрининга. При предпосевной обработке семян эти штаммы увеличивали длину и биомассу корней и побегов растений пшеницы. В работе Т. Н. Архиповой и Г. В. Шендель было отмечено увеличение длины листьев, сырой и сухой массы побегов при внесении в прикорневую зону трехсуточных проростков пшеницы бактериальной суспензии штаммов *B. subtilis* ИБ-22 и *B. subtilis* ИБ-2, различающихся по способности продуцировать цитокинины [10]. В исследованиях Т. В. Сиуновой с соавторами предпосевная обработка семян штаммом *P. chlororaphis* Or3-3 обеспечивала увеличение массы корней и надземной части на 17 и 30%, а штаммом *P. chlororaphis* P4-1 –

на 8 и 14% соответственно по сравнению с инокулированными растениями [11].

Оказывать положительное влияние на растения способны, помимо перспективных штаммов микроорганизмов, различные органоминеральные удобрения. Доказано, что они стимулируют рост растений, повышают продуктивность севооборота и компенсируют деградацию почвы [12, 13]. Однако в научной литературе нет сведений о применении PGPR-микроорганизмов с органоминеральными удобрениями и их совместимости для использования в смеси.

Цель исследований – изучение влияния лабораторных образцов фунгицидных биопрепаратов и органоминеральных удобрений на рост и развитие растений, а также исследование их совместимости в лабораторных условиях.

Материал и методы. Объектами исследований являлись перспективные штаммы *Bacillus subtilis* BZR 336 g¹, *Bacillus subtilis* BZR 517² и *Pseudomonas chlororaphis* 245 F из УНУ «Государственной коллекции энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ ВНИИБЗР» № 585858, а также полученные на их основе лабораторные образцы биопрепаратов. Биоагенты были выделены в условиях Краснодарского края из ризосферы озимой пшеницы и отобраны в результате ступенчатого скрининга. Для штаммов были подобраны питательные среды, условия культивирования, проведены производственные испытания на различных сельскохозяйственных культурах, показавшие эффективность в отношении широкого спектра болезней грибной этиологии [14, 15]. После прохождения процедуры официальной регистрации новые биопрепараты будут рекомендованы к применению в органическом, экологизированном земледелии, а также в системе интегрированной защиты растений.

В качестве органоминеральных удобрений были выбраны комплексы Пенергетик Р-К

линии "B-plus" (ООО "Группа Компаний Агро-Плюс): ПРК "Белый Жемчуг Коричневый" (БЖК), ПРК "Белый Жемчуг Универсальный (БЖУ) – жидкие смеси длительного действия на основе бентонитов и растительных экстрактов³. Следует отметить, что именно органоминеральные удобрения разрешены для использования в экологизированном и органическом сельском хозяйстве.

Так как в работе было запланировано использовать смесь лабораторных образцов биопрепаратов и органоминеральных удобрений, то необходимо было определить их совместимость. Для этого использовали модифицированный метод диффузии в агар⁴ [16]. Согласно методике, в чистые чашки Петри наливали толстый слой питательной среды (мясо-пептонный агар для бацилл и среда Кинга Б для псевдомонад). В центре застывшей агаризованной среды делали лунку специальным сверлом-пробойником. Вокруг лунки крестообразно осуществляли посев бактериальной культуры, являющейся основой лабораторного образца биопрепарата, а в центр вносили 0,1 мл удобрения (в пересчете нормы расхода для обработки семян 3 л/т на 10 мл рабочего раствора). О совместимости судили по наличию или отсутствию зоны ингибирования бактериальной культуры вокруг лунки.

Для работы использовали семена подсолнечника сорта Авангард и озимой пшеницы сорта Батько. Семена обрабатывали лабораторными образцами биопрепаратов *B. subtilis* BZR 336 g, *B. subtilis* BZR 517, *P. chlororaphis* 245 F, органоминеральными удобрениями БЖУ и БЖК, а также их смесями в соотношении 1:1. Обработку проводили ручным способом за сутки перед закладкой на проращивание. Семена вносили в колбу с необходимым количеством рабочего раствора и активно встряхивали до полного впитывания зерном.

¹Асатурова А.М., Дубяга В.М. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов: пат. № 2553518 (Российская Федерация). № 2013151377/10: заяв. 20.11.2013; опублик. 20.06.2015. Бюл. №17. 9 с. Режим доступа: <https://www1.fips.ru/Archive/PAT/2015FULL/2015.06.20/DOC/RUNWC1/000/000/002/553/518/DOCUMENT.PDF>

²Асатурова А.М., Дубяга В.М. Штамм бактерий *Bacillus subtilis* BZR 517 для получения биопрепарата против фитопатогенных грибов: пат. № 2552146 (Российская Федерация). № 2013151375/10: заяв. 20.11.2013; опублик. 10.06.2015. Бюл. №16. 8 с. Режим доступа: <https://www1.fips.ru/Archive/PAT/2015FULL/2015.06.10/DOC/RUNWC1/000/000/002/552/146/DOCUMENT.PDF>

³Белый жемчуг – мечта агронома. Новейшие технологии сельскому хозяйству. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agropius-group.ru/belyj-zhemchug-mechta-agronoma/> (Дата обращения 20.09.2019).

⁴Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. М.: изд-во МГУ, 2004. С. 447.

Для обработки семян в лабораторных условиях делали перерасчет нормы применения препаратов (в литрах на тонну семян) на 100 г семян. За основу расчетов взяты следующие нормы расхода: для лабораторных образцов на основе штаммов *B. subtilis* BZR 336 g, *B. subtilis* BZR 517 и *P. Chlororaphis* 245 F – 3, 2 и 2 л/т соответственно при расходе рабочего раствора 10 л/т; для химического эталона Дивиденд Стар, КС (дифенконазол 30 г/л и ципроконазол 6,3 г/л) – 0,75 л/т; биологического эталона Фитоспорин-М, Ж (*B. subtilis* 26 Д) – 1,5 л/т. В контрольном варианте семена обрабатывали водой.

Обработанные семена перед посевом предварительно проращивали в чашках Петри в течение трех дней при 25 °С, а затем высевали в стаканы с 300 г чистого просеянного песка. Семена подсолнечника высевали в стаканы по 20 штук, а пшеницы – по 30 штук. Повторность каждого варианта опыта трёхкратная.

Культуры выращивали в условиях камеры непрерывного роста растений Binder KWWF 720 (Германия) при температуре 25 °С, влажности 65% и постоянном освещении в 14200 люкс в течение 15 дней. По мере необходимости осуществляли полив растений. По прошествии 15 дней растения извлекали из песка, отмывали, измеряли длину, определяли

сырую массу побегов и корней. Затем растения высушивали при комнатной температуре в течение 7 дней, после чего определяли воздушно-сухую массу побегов и корней. Влияние лабораторных образцов и органоминеральных удобрений на рост и сухую массу растений (%) определяли по отношению к контролю с помощью формулы:

$$((A/B) \times 100) - 100,$$

где А – значение в варианте, В – значение в контроле.

Статистическая обработка проведена в программе STATISTICA 13.3 EN trial-version (StatSoft Russia). Для данной работы был выбран многограновый тест Дункана, так как этот метод позволяет сравнить средние в пределах варианта не только по отношению к контролю, но и между собой.

Результаты и их обсуждение. Совместимость лабораторных образцов биопрепаратов и органоминеральных удобрений. Определение совместимости показало, что органоминеральные удобрения БЖУ и БЖК не оказывали ингибирующего действия на бактериальные штаммы в составе лабораторных образцов. Поэтому их можно применять совместно в составе смесей. О совместимости говорит отсутствие зон ингибирования в области роста бактериальной культуры (рис. 1).

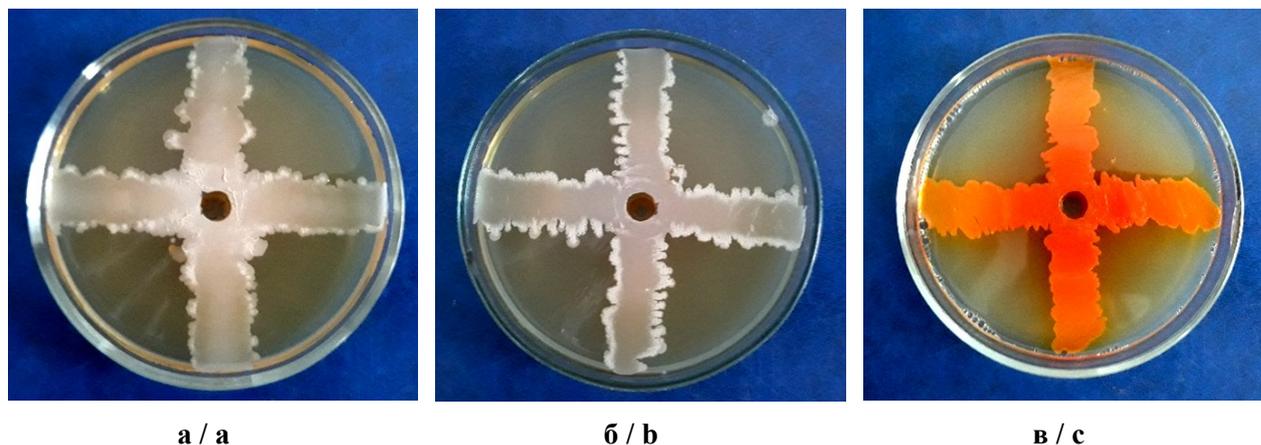


Рис. 1. Совместимость лабораторных образцов биопрепаратов с органоминеральными удобрениями: а – *B. subtilis* BZR 336 g + БЖК; б – *B. subtilis* BZR 517 + БЖУ; в – *P. chlororaphis* 245 F + БЖУ /
Fig. 1. Compatibility of laboratory samples of biological products with organomineral fertilizers
а – *B. subtilis* BZR 336 g + WPB; б – *B. subtilis* BZR 517 + WPU; в – *P. chlororaphis* 245 F + WPU

Влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы и подсолнечника. Лабораторные образцы биопрепаратов и органоминеральные удобрения оказывали различное влияние на рост и развитие исследуемых растений: при-

водили к увеличению длины либо массы побегов и корней, к уменьшению и не оказывали стимулирующего действия. Статистически значимые различия были получены по такому параметру, как длина побега (табл. 1 и 2).

На озимой пшенице в варианте с применением химического эталона Дивиденд Стар, КС отмечено статистически значимое по сравнению с контролем (-36,1%) и биологическим эталоном (-44,4%) уменьшение длины побега до 14,9 мм, что подтверждает сведения миро-

вой литературы о ретардантном действии химических протравителей на ранних этапах вегетации [17]. Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж демонстрировал достоверную по отношению к контролю прибавку длины побега на 15%. (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и органо-минеральных удобрений на рост и воздушно-сухую массу растений озимой пшеницы сорта Батко / Table 1 – The effect of laboratory samples of biological products and organo-mineral fertilizers on the growth and air-dry mass of winter wheat plants of the Batko variety

Вариант / Variant	Длина, мм / Length, mm		Масса, г / Mass, g		± к контролю, % / ± of control, %			
	побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root	длина / length		масса / mass	
					побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root
Контроль / Control	23,3 ^b	12,9 ^{cdef}	0,0161 ^b	0,0083 ^{ab}	-	-	-	-
Химический эталон Дивиденд Стар, КС / Chemical standard Dividend Star, KS	14,9 ^a	13,3 ^{def}	0,0158 ^b	0,0095 ^{ab}	-36,1	3,1	-1,9	14,5
Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж / Biological standard Fitosporin-M, F	26,8 ^c	13,4 ^{ef}	0,0165 ^b	0,0105 ^{ab}	15,0	3,9	2,5	26,5
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g	25,2 ^{bc}	13,4 ^{ef}	0,0168 ^b	0,0092 ^{ab}	8,2	3,9	4,3	10,8
<i>B. subtilis</i> BZR 517	24,9 ^{bc}	13,6 ^{ef}	0,0171 ^b	0,0101 ^{ab}	6,9	5,4	6,2	21,7
<i>P. chlororaphis</i> 245-F	24,1 ^b	11,9 ^{bcd}	0,0166 ^b	0,0089 ^{ab}	3,4	-7,8	3,1	7,2
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPU	24,4 ^{bc}	9,6 ^a	0,0164 ^b	0,0075 ^{ab}	4,7	-25,6	1,9	-9,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517 + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 517 + WPU	24,1 ^b	13,7 ^{ef}	0,0168 ^b	0,0104 ^{ab}	3,4	6,2	4,3	25,3
<i>P. chlororaphis</i> 245-F + БЖУ / <i>P. chlororaphis</i> 245-F + WPU	23,2 ^b	14,4 ^f	0,0105 ^a	0,0078 ^{ab}	-0,4	11,6	-34,8	-6,0
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPB	24,1 ^b	12,5 ^{bcde}	0,0167 ^b	0,0080 ^{ab}	3,4	-3,1	3,7	-3,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517 + БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 517 + WPB	24,7 ^{bc}	11,5 ^{bc}	0,0151 ^b	0,0108 ^{ab}	6,0	-10,9	-6,2	30,1
<i>P. chlororaphis</i> 245-F + БЖК / <i>P. chlororaphis</i> 245-F + WPB	25,9 ^{bc}	11,6 ^{bc}	0,0162 ^b	0,0069 ^a	11,2	-10,1	0,6	-16,9
БЖУ / WPU	24,5 ^{bc}	11,1 ^b	0,0176 ^b	0,0091 ^{ab}	5,2	-14,0	9,3	9,6
БЖК / WPB	23,9 ^b	14,0 ^f	0,0156 ^b	0,0117 ^b	2,6	8,5	-3,1	41,0

Примечание: между вариантами, обозначенными одинаковыми буквами, при сравнении в пределах столбцов, нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при 95%-м уровне вероятности / between the variants marked with the same letters, when comparing within the columns, there are no statistically significant differences according to the Duncan criterion at a 95% level of probability

Длина побега при обработке лабораторными образцами биопрепаратов, БЖУ, БЖК и их смесями не отличалась статистической значимостью при сравнении с контролем. Однако сопоставление с биологическим эталоном показало достоверность этих значений для отдельных вариантов. Лабораторные образцы на основе штаммов р. *Bacillus* и *Pseudomonas* обеспечили длину побега 24,1-25,2 мм (прибавка к контролю 3,4-8,2%), а органоминеральные удобрения 23,9-24,5 мм (прибавка к контролю 2,6-5,2%). При использовании смесей удобрений с образцами на основе штаммов р. *Bacillus* эти показатели были ниже – 24,1-24,7 мм (прибавка к контролю 3,4-6,0%). Исключение составили *P. chlororaphis* 245-F + БЖК, обеспечившие самую большую длину побега – 25,9 мм (11,2%) и *P. Chlororaphis* 245-F + БЖУ, показавшие отрицательный результат 23,2 мм (-0,4%).

По такому показателю, как длина корня, отмечено несколько статистически значимых по отношению к контролю и биологическому эталону показателей, однако они не обеспечивали прибавку длины, а демонстрировали отрицательный результат. В основном это касалось вариантов с использованием смесей: *B. subtilis* BZR 336 g + БЖУ – 9,6 мм (-25,6%), *B. subtilis* BZR 517 + БЖК – 11,5 мм (-10,9%), *P. chlororaphis* 245-F+ БЖК – 11,6 мм (-10,1%). По параметрам масса побега и корня не было отмечено статистически значимого увеличения показателей (табл. 1).

На растениях подсолнечника, как и на предыдущей культуре, статистически значимые показатели отметили по таким параметрам, как длина побега и длина корня. При использовании химического эталона получили статистически достоверную по отношению к контролю длину побега – 13,0 мм (прибавка 13%). Длина корня составила 9,9 мм (12,5%), однако, этот показатель не является статистически значимым. Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж обеспечил достоверные при сравнении с контролем длину и массу побега – 12,9 мм и 10,6 мм соответственно (прибавка к контролю 12,2 и 20,5%) (табл. 2).

При использовании лабораторных образцов биопрепаратов статистически значимая длина побега составила 13,6-14,6 мм (прибавка 18,3-27,0%), а длина корня – 9,2-10,2 мм (прибавка к контролю 4,5-15,9%). Статистическая значимость при сравнении с контролем была достигнута во всех вариантах, кроме *B. subtilis* BZR 517+ БЖК. Статистическая значимость при сравнении с биологическим эталоном была достигнута во всех вариантах, кроме *B. subtilis* BZR 336 g. Максимальный результат отметили в варианте с использованием *B. subtilis* BZR 517 – длина побега и корня составила 14,6 мм (27,0%) и 10,2 мм (15,9%). Органоминеральные удобрения БЖУ и БЖК стимулировали только длину побега – 14,5 мм (26,1%) и 14,2 мм (23,5%) соответственно. Следует отметить, что длина побега в перечисленных вариантах превышала данный показатель в биологическом и химическом эталонах (табл. 2., рис. 2, 3).



Рис. 2. Ростостимулирующий эффект лабораторных образцов биопрепаратов на растения подсолнечника: а – контроль, б – *B. subtilis* BZR 336 g, в – *B. subtilis* BZR 517, г – *P. chlororaphis* 245-F /

Fig. 2. The growth-promoting effect of laboratory samples of biological products on sunflower plants: а – control, б – *B. subtilis* BZR 336 g, в – *B. subtilis* BZR 517, д – *P. chlororaphis* 245-F

Таблица 2 – Влияние лабораторных образцов биопрепаратов и органоминеральных удобрений на рост и воздушно-сухую массу растений подсолнечника сорта Авангард
Table 2 – The effect of laboratory samples of biological products and organic mineral fertilizers on the growth and air-dry mass of Avangard sunflower plants

Вариант / Variant	Длина, мм / Length, mm		Масса, г / Mass, g		± к контролю, % / ± of control, %			
	побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root	длина / length		масса / mass	
					побега / shoot	корня / root	побега / shoot	корня / root
Контроль / Control	11,5 ^a	8,8 ^{abcd}	0,0464 ^{ab}	0,0190 ^{abc}	-	-	-	-
Химический эталон Дивиденд Стар, КС / Chemical standard Dividend Star, KS	13,0 ^{bc}	9,9 ^{defg}	0,0502 ^{ab}	0,0320 ^{ab}	13,0	12,5	8,2	68,4
Биологический эталон Фитоспорин-М, Ж / Biological standard Fitosporin-M, F	12,9 ^b	10,6 ^{fg}	0,0508 ^{ab}	0,0238 ^{abc}	12,2	20,5	9,5	25,3
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g	13,6 ^{bcd}	9,8 ^{defg}	0,0428 ^{ab}	0,0230 ^{abc}	18,3	11,4	-7,8	21,1
<i>B. subtilis</i> BZR 517	14,6 ^{ef}	10,2 ^{efg}	0,0517 ^{ab}	0,0197 ^{abc}	27,0	15,9	11,4	3,7
<i>P. chlororaphis</i> 245-F	13,9 ^{cde}	9,2 ^{bcde}	0,0478 ^{ab}	0,0252 ^{abc}	20,9	4,5	3,0	32,6
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPU	14,7 ^{ef}	9,8 ^{defg}	0,0487 ^{ab}	0,0250 ^{abc}	27,8	11,4	5,0	31,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517 + БЖУ / <i>B. subtilis</i> BZR 517 + WPU	14,7 ^{ef}	9,6 ^{cdef}	0,0541 ^{ab}	0,0248 ^{abc}	27,8	9,1	16,6	30,5
<i>P. chlororaphis</i> 245-F + БЖУ / <i>P. chlororaphis</i> 245-F+ WPU	15,4 ^f	8,5 ^{abc}	0,0392 ^a	0,0190 ^{abc}	33,9	-3,4	-15,5	0,0
<i>B. subtilis</i> BZR 336 g + БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 336 g + WPB	14,5 ^{def}	8,0 ^a	0,0530 ^{ab}	0,0307 ^{abc}	26,1	-9,1	14,2	61,6
<i>B. subtilis</i> BZR 517+ БЖК / <i>B. subtilis</i> BZR 517+ WPB	11,9 ^a	8,3 ^{ab}	0,0535 ^{ab}	0,0125 ^a	3,5	-5,7	15,3	-34,2
<i>P. chlororaphis</i> 245-F+ БЖК / <i>P. chlororaphis</i> 245-F+ WPB	13,8 ^{cde}	8,5 ^{cde}	0,0521 ^{ab}	0,0163 ^{ab}	20,0	-3,4	12,3	-14,2
БЖУ / WPU	14,5 ^{def}	10,8 ^g	0,0603 ^b	0,0355 ^c	26,1	22,7	30,0	86,8
БЖК / WPB	14,2 ^{dc}	10,0 ^{defg}	0,0572 ^{ab}	0,0286 ^{abc}	23,5	13,6	23,3	50,5

Примечание: между вариантами, обозначенными одинаковыми буквами, при сравнении в пределах столбцов нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при 95 %-м уровне вероятности /between the variants marked with the same letters, when comparing within the columns, there are no statistically significant differences according to the Duncan criterion at a 95% level of probability.

При использовании смесей лабораторных образцов биопрепаратов с БЖУ статистически значимая при сравнении с контролем и биологическим эталоном длина побега составила 14,7-15,4 мм (27,8-33,9%), что превысило соответствующие величины в вариантах с применением лабораторных образцов *B. subtilis* BZR 336 g и *P. chlororaphis* 245-F по отдельности. Длина побега при использовании смеси лабораторных образцов с БЖК была несколько ниже –

11,9-14,5 мм (3,5-26,1%), однако прибавки длины корня не было получено. Статистическая значимость достигнута при сравнении с контролем и/или биологическим эталоном (табл. 2). Ростостимулирующее действие органоминеральных удобрений и их смесей с лабораторными образцами биопрепаратов представлено на рисунке 3. Статистически значимого увеличения показателей масса побега и корня на культуре подсолнечника не обнаружено.

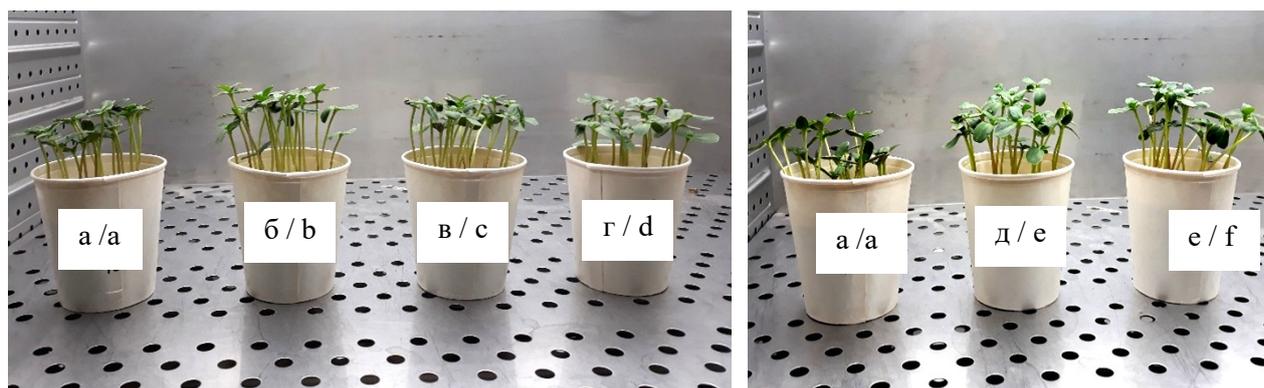


Рис. 3. Стимулирующее действие органоминеральных удобрений и их смесей с лабораторными образцами биопрепаратов на растения подсолнечника: а – контроль, б – *B. subtilis* BZR 336 г + БЖУ; в – *B. subtilis* BZR 517+ БЖУ; г – *P. chlororaphis* 245-F+ БЖУ; д – БЖУ, е – БЖК /

Fig. 3. The stimulating effect of organomineral fertilizers and their mixtures with laboratory samples of biological products on sunflower plants: a – control, b – *B. subtilis* BZR 336 g + WPU; c – *B. subtilis* BZR 517+ WPU; d - *P. chlororaphis* 245-F + WPU; e – WPU, f – WPB

Заключение. В результате проведенных исследований отмечено, что эффективность использования смесей лабораторных образцов фунгицидных биопрепаратов и органоминеральных удобрений зависит от возделываемой культуры. В данном опыте значительное ростостимулирующее действие на длину побега демонстрировали смеси лабораторных образцов биопрепаратов с БЖУ на подсолнечнике. На культуре озимой пшеницы целесообразно использовать лабораторные образцы биопрепаратов и органоми-

неральные смеси по отдельности. Однако для подтверждения полученных результатов необходимо проведение дополнительных исследований в условиях теплицы и/или поля.

Исследование совместимости лабораторных образцов биопрепаратов с органоминеральными удобрениями проведено нами впервые, полученные данные могут представлять интерес для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур в системах органического, экологизированного и интегрированного земледелия.

Список литературы

1. Kim K. H., Kabir E., Jahan S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment*. 2017;575(1):525-535. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>
2. Perez-Montano F., Alias-Villegas C., Bellogin R., Cerro del P., Espuny M. R., Jimenez-Guerrero I., Lopez-Baena F., Ollero F., Cubo T. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. *Microbiological Research*. 2014;169(5-6):325-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011>
3. Pogacean M., Gavrilescu M. Plant protection products and their sustainable and environmentally friendly use. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2009;8(3):607-627. DOI: <https://doi.org/10.30638/eemj.2009.084>
4. Азизбекян Р. Р. Использование спорообразующих бактерий в качестве биологических средств защиты растений. *Биотехнология*. 2013;29(1):69-77. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18819987>
5. Максимов И. В., Веселова С. В., Нужная Т. В., Сарварова Е. Р., Хайруллин Р. М. Стимулирующие рост растений бактерии в регуляции устойчивости растений к стрессовым факторам. *Физиология растений*. 2015;62(6):763-775. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24149790>
6. Kaushal M., Wani S. P. Rhizobacterial-plant interactions: Strategies ensuring plant growth promotion under drought and salinity stress. *Agriculture, ecosystems and environment*. 2016;231(1):68-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.031>
7. Pravin V., Rosazlin A., Tumirah K., Salmah I., Boyce A. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability – a review. *Molecules*. 2016; 573 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
8. Santoyo G., Moreno-Hagelsieb G., Orozco-Mosqueda M. del C., Glick B. R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiological Research*. 2016;183:92-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>
9. Freitas J. R., Germida J. J. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. *Canadian journal of microbiology*. 1990;36(4):265-272. DOI: <https://doi.org/10.1139/m90-046>
10. Сиунова Т. В., Анохина Т. О., Сизова О. И., Соколов С. Л., Сазонова О. И., Кочетков В. В., Борнин А. М., Patil S. G., Chaudhari A. В. Штаммы PGPR *Pseudomonas*, перспективные для создания биопрепа-

ратов для защиты и стимуляции роста растений. Биотехнология. 2017;33(2):56-67. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29143177>

11. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Фрейдкин И. А., Соколов И. В. Влияние нового органо-минерального удобрения на изменение агрохимических свойств деградированной дерново-подзолистой почвы. Агрохимия. 2019;3:30-36. DOI: <https://doi.org/10.1134/S0002188119030074>

12. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Соколов И. В., Фрейдкин И. А. Новое органо-минеральное удобрение на посевах зерновых культур. Зерновое хозяйство России. 2019; 3 (63): 64-68. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-64-68>

13. Асатурова А. М., Томашевич Н. С., Жевнова Н. А., Кривошлыков К. М., Хомяк А. И., Козицын А. Е., Дубяга В. М., Сидорова Т. М., Сидоров Н. М., Цыгичко А. А., Бондарчук Е. Ю. Экологизированная система защиты пшеницы на основе новых оригинальных биофунгицидов. Таврический вестник аграрной науки. 2019;1(17):31-42. DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-1-17-31-42>

14. Козицын А. Е., Томашевич Н. С., Асатурова А. М., Сидорова Т. М., Дубяга В. М. Совершенствование элементов технологии производства и применения новых эффективных биофунгицидов против парши яблони. Плодоводство и ягодоводство России. 2019;56:133-141. DOI: <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-133-141>

15. Маслиенко Л. В. Биологический метод защиты подсолнечника и других сельскохозяйственных культур от болезней. Агро XXI. 1999;8:9.

16. Parween T., Jan S., Mahmooduzzafar N., Fatma T., Siddiqui Z. Selective effect of pesticides on plant—a review. Critical reviews in food science and nutrition. 2016; 56: 160-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2013.787969>

References

1. Kim K. H., Kabir E., Jahan S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. Science of The Total Environment. 2017;575(1):525–535. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>

2. Perez-Montano F., Alias-Villegas C., Bellogin R., Cerro del P., Espuny M. R., Jimenez-Guerrero I., Lopez-Baena F., Ollero F., Cubo T. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. Microbiological Research. 2014;169(5-6):325-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.011>

3. Pogacean M., Gavrilescu M. Plant protection products and their sustainable and environmentally friendly use. Environmental Engineering and Management Journal. 2009;8(3):607-627. DOI: <https://doi.org/10.30638/eemj.2009.084>

4. Azizbekyan R. R. *Ispol'zovanie sporoobrazuyushchikh bakteriy v kachestve biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy*. [Application of sporiferous bacteria as agents for plant biological protection]. *Biotechnologiya = Biotechnology in Russia*. 2013;29(1):69-77. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18819987>

5. Maksimov I. V., Veselova S. V., Nuzhnaya T. V., Sarvarova E. R., Khay-rullin R. M. *Stimuliruyushchie rost rasteniy bakterii v regulyatsii ustoychivosti rasteniy k stressovym faktoram*. [Plant growth-promoting bacteria in regulation of plant resistance to stress factors]. *Fiziologiya rasteniy = Russian Journal of Plant Physiology*. 2015;62(6):763-775. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24149790>

6. Kaushal M., Wani S. P. Rhizobacterial-plant interactions: Strategies ensuring plant growth promotion under drought and salinity stress. Agriculture, ecosystems and environment. 2016;231(1):68-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.031>

7. Pravin V., Rosazlin A., Tumirah K., Salmah I., Boyce A. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability – a review. Molecules. 2016; 573 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>

8. Santoyo G., Moreno-Hagelsieb G., Orozco-Mosqueda M. del C., Glick B. R. Plant growth-promoting bacterial endophytes. Microbiological Research. 2016;183:92-99. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>

9. Freitas J. R., Germida J. J. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Canadian journal of microbiology. 1990;36(4):265-272. DOI: <https://doi.org/10.1139/m90-046>

10. Siunova T. V., Anokhina T. O., Sizova O. I., Sokolov S. L., Sazonova O. I., Kochetkov V. V., Boronin A. M., Patil S. G., Chaudhari A. B. *Shtammy PGPR Pseudomonas, perspektivnye dlya sozdaniya biopreparatov dlya zashchity i stimulyatsii rosta rasteniy*. [PGPR pseudomonas strains promising for the development of bioformulations for plant protection and stimulation]. *Biotechnologiya = Biotechnology in Russia*. 2017;33(2):56-67. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29143177>

11. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Freydkin I. A., Sokolov I. V. *Vliyanie novogo organo-mineral'nogo udobreniya na izmenenie agrokhimicheskikh svoystv degradirovannoy dernovo-podzolistoy pochvy*. [Influence of new organic-mineral fertilizer on the change of agrochemical properties of degraded sod-podzolic soil]. *Agrokhimiya*. 2019;3:30-36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.1134/S0002188119030074>

12. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Sokolov I. V., Freydkin I. A. *Novoe organo-mineral'noe udobrenie na posevakh zernovykh kul'tur*. [The new organic-mineral fertilizer for grain crops]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia*. 2019; 3 (63): 64-68. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-64-68>

13. Asaturova A. M., Tomashevich N. S., Zhevnova N. A., Krivoshlykov K. M., Khomyak A. I., Kozitsyn A. E., Dubyaga V. M., Sidorova T. M., Sidorov N. M., Tsygichko A. A., Bondarchuk E. Yu. *Ekologizirovannaya sistema zashchity pshenitsy na osnove novykh original'nykh biofungitsidov*. [Greenwheat protection system based on new original biofungicides]. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki* = Taurida herald of the agrarian sciences. 2019;1(17):31-42. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-1-17-31-42>

14. Kozitsyn A. E., Tomashevich N. S., Asaturova A. M., Sidorova T. M., Dubyaga V. M. *Sovershenstvovanie elementov tekhnologii proizvodstva i primeneniya novykh effektivnykh biofungitsidov protiv parshi yabloni*. [Improvement of technology elements of production and application of new efficient biofungicides against apple scab]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2019;56:133-141. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-133-141>

15. Maslienko L. V. *Biologicheskiy metod zashchity podsolnechnika i drugikh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot bolezney*. [Biological method of protecting sunflower and other crops from diseases]. *Agro XXI*. 1999;8:9.

16. Parween T., Jan S., Mahmooduzzafar N., Fatma T., Siddiqui Z. Selective effect of pesticides on plant—a review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2016; 56: 160-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2013.787969>

Сведения об авторах

Асатунова Анжела Михайловна, кандидат биол. наук, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID 0000-0002-0060-1995**, e-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

✉ **Жевнова Наталья Андреевна**, научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID 0000-0003-4702-1709**, e-mail: nataliazhevnova@gmail.com

Цыгичко Александра Александровна, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID 0000-0001-7209-3849**, e-mail: 23612361@inbox.ru

Аллахвердян Валерия Вазгеновна, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID 0000-0002-8679-6139**, e-mail: lera_arm@mail.ru

Хомяк Анна Игоревна, научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0001-9360-2323**, e-mail: homyakAI87@mail.ru

Бондарчук Елена Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-2164-5935**, e-mail: alena_fox95@mail.ru

Саенко Ксения Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-3947-0726**, e-mail: saenkoK1997@yandex.ru

Астахов Михаил Михайлович, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-3712-1343**, e-mail: astahov.91@inbox.ru

Гырнец Евгений Анатольевич, младший научный сотрудник лаборатории стандартизации и контроля качества микробиологических средств защиты растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-0417-8418**, e-mail: evgenijgyrnets@mail.ru

Штерншиш Маргарита Владимировна, доктор биол. наук, главный научный сотрудник лаборатории создания микробиологических средств защиты растений и коллекции микроорганизмов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений», г. Краснодар, п/о 39, Российская Федерация, 353740, **ORCID 0000-0002-9660-1606**, e-mail: shternshis@mail.ru

Information about the authors

Anzhela M. Asaturova, PhD in Biological science, director of the FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID 0000-0002-0060-1995**, e-mail: biocontrol-vniibzr@yandex.ru

✉ **Natalya A. Zhevnova**, researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID 0000-0003-4702-1709**, e-mail: nataliazhevnova@gmail.com

Aleksandra A. Tsygichko, postgraduate student, junior researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, 23612361@inbox.ru, **ORCID ID 0000-0001-7209-3849**, e-mail: 23612361@inbox.ru

Valeria V. Allakhverdyan, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID 0000-0002-8679-6139**, e-mail: lera_arm@mail.ru

Anna I. Khomyak, researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0001-9360-2323**, e-mail: homyakAI87@mail.ru

Elena Yu. Bondarchuk, junior researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-2164-5935**, e-mail: alena_fox95@mail.ru

Ksenia Yu. Saenko, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-3947-0726**, e-mail: saenkoK1997@yandex.ru

Mikhail M. Astakhov, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0003-3712-1343**, e-mail: astahov.91@inbox.ru

Evgeny A. Gyrnets, junior researcher, the Laboratory for Standardization and Quality Control of Microbiological Plant Protection Products, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID ID: 0000-0002-0417-8418**, e-mail: evgenijgyrnets@mail.ru

Margarita V. Shternshis, DSc in Biological science, chief researcher, the Laboratory for the Creation of Microbiological Plant Protection Products and the Collection of Microorganisms, FSBI «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection», Krasnodar-39, Russian Federation, 353740, **ORCID 0000-0002-9660-1606**, e-mail: shternshis@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.613-622>
УДК 631.582:631.57:633.2(470.343)



Накопление пожнивно-корневых остатков и питательных элементов в кормовых севооборотах

© 2019. А. К. Свечников ✉

Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», п. Руэм, Республика Марий Эл, Российская Федерация

С 2001 по 2018 годы в условиях Республики Марий Эл изучали шестипольные кормовые севообороты с 1-3 полями бобово-злаковых трав. Проведена оценка количества запахаемых пожнивно-корневых остатков (ПКО) и питательных элементов, поступивших с ними в почву, при различных уровнях внесения минеральных удобрений (N60P60K60 и N90P90K90 в 1-й и 2-й ротациях, N60P60K60 и P60K60 (в 3-й ротации)). В период исследований содержание общего азота в дерново-подзолистой почве увеличилось с 0,15 до 0,28%, гумуса – с 1,82 до 2,53%. Питательных веществ ПКО в слой почвы 0-20 см больше всего было запахано в кормовом севообороте при одногодичном использовании многолетних трав. В среднем за 3 ротации в этот севооборот поступило: сухого вещества – 35,2 т/га, азота – 559 кг/га, фосфора – 231 кг/га и калия – 338 кг/га. Повышение обеспеченности почвы общим азотом и гумусом увеличило накопление растительных остатков и питательных элементов в 3-й ротации до 49,9 т/га, 821 кг/га, 321 и 496 кг/га соответственно. При этом существенных различий между фонами внесения удобрений не выявлено. В структуре изученных севооборотов наибольший вклад в пополнении питательных элементов в почву через запахивание ПКО внесла клеверо-люцерно-тимофеечная травосмесь: 10,1 т сухого вещества, 199 кг азота, 89 кг фосфора и 115 кг калия на 1 га пахотного слоя почвы. Включение поукосной горчицы после озимой ржи обеспечило почти равное количество запахаемых ПКО.

Ключевые слова: культуры севооборотов, многолетние травы, ротация, питательные элементы, сухое вещество

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0767-2019-0091).

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Свечников А. К. Накопление пожнивно-корневых остатков и питательных элементов в кормовых севооборотах. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):613-622. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.613-622>

Поступила: 07.03.2019 Принята к публикации: 01.11.2019 Опубликовано онлайн: 16.12.2019

Accumulation of root-stubble residues and nutrients in feed crop rotations

© 2019. Alexander K. Svechnikov ✉

Mari Agricultural Research Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Ruem, Mari El Republic, Russian Federation

From 2001 to 2018 in Mari El Republic six-field fodder crop rotations including 1-3 fields of legume-cereal grasses were studied. The amount of plowed root-crop residues and nutrients entering the soil was assessed at different levels of minerals application (N60P60K60 and N90P90K90 in the 1st and 2nd rotations, N60P60K60 and P60K60 in the 3rd rotation). During the research the total nitrogen content in sod-podzolic soil increased from 0.15% to 0.28%, the humus content raised from 1.82% to 2.53%. The largest amount of root-crop residues nutrients was plowed into 0-20 cm soil layer during the fodder crop rotation at the 1-year use of the perennial grasses. On the average, it received 35.2 t/ha of dry matter, 560 kg/ha of nitrogen, 231 kg/ha of phosphorus and 338 kg/ha of potassium over 3 rotations. An increase in supply of soils with nitrogen and humus in the 3rd rotation raised the plant residues and nutrients accumulation to 49.9 t/ha, 821 kg/ha, 321 kg and 496 kg/ha, respectively. No significant differences were found between the fertilization backgrounds. In the structure of studied crop rotations clover-alfalfa-timothy grass mixture has made the greatest contribution to in the replenishment of nutrient elements by plowing up the root-crop residues: 10.1 tons of dry matter, 199 kg of nitrogen, 89 kg of phosphorus and 115 kg/ha of potassium. Using postcut mustard after winter rye provided almost the same amount of plowed root-crop residues as clover-alfalfa-timothy grass mixture.

Key words: crop rotation crops, perennial grasses, rotation, nutritional elements, dry matter

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0767-2019-0091).

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

For citation: Svechnikov A. K. Accumulation of root-stubble residues and nutrients in feed crop rotations. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019; 20(6):613-622. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.613-622>

Received: 07.03.2019

Accepted for publication: 01.11.2019

Published online: 16.12.2019

Ученые Марийского НИИСХ отмечают [1], что проблема органического вещества – важнейшего фактора плодородия, особо остро стоит для почв Нечерноземной зоны РФ, которые от природы бедны им и, вследствие этого, малопродуктивны. В современных зарубежных [2, 3, 4, 5, 6] и отечественных [7, 8] исследованиях подчёркивается ключевая роль пожнивнокорневых остатков (ПКО), запахиаемых в почву, в круговороте углерода и других элементов питания растений, пополнении их запасов. Они обеспечивают структурную устойчивость почв и формируют целые сообщества из почвенных организмов [3, 4, 5]. Кроме того, азот из растительных остатков вымывается в меньшей степени, чем из минеральных удобрений [9]. В результате положительное влияние ПКО на сельскохозяйственные культуры иногда может быть даже более выраженным по сравнению с органическими удобрениями [10, 11].

Лучше всего потенциал использования ПКО проявляется в севообороте, за счёт чего улучшаются питательные ресурсы почвы и эффективность их использования, сокращается потребность в органических и минеральных удобрениях [12, 13]. Выяснению количества питательных веществ ПКО и их последствию в севооборотах уделяют внимание не только в органических системах земледелия [13]. Количество питательных веществ в ПКО сильно варьирует, поскольку определяется различиями между отдельными видами растений, почвенным плодородием, погодными и другими условиями.

Известно, что больше всего растительных остатков и накопленных в них питательных веществ (особенно азота) остаётся после многолетних бобовых и бобово-злаковых трав. Бактерии в клубеньках корней бобово-злаковых трав способны продуцировать количество азота, двукратно превышающее содержание в корнях других культур [14, 15]. В обзорных российских публикациях [7, 8] продемонстрирована высокая степень изученности многолетних бобовых и бобово-злаковых трав во многих регионах России, отмечено их положительное влияние на последующие культуры в различных севооборотах, приведены данные по количеству производимых ПКО и заключённых в них веществ. В условиях Республики Марий Эл подобные исследования проводили только в полевых севооборотах [1].

Цель исследований – провести сравнительную оценку кормовых севооборотов по количеству запахиаемых растительных

остатков и содержащихся в них питательных элементов при различных уровнях внесения минеральных удобрений.

Материал и методы. Исследования проводили с 2001 по 2018 гг. на стационарном участке опытного поля Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Расположение делянок систематическое, севообороты развёрнуты во времени, повторность четырёхкратная. Почва участка дерново-подзолистая с повышенным для Республики Марий Эл содержанием питательных элементов (табл. 1).

Схема опыта включала следующие варианты:

Фактор А – севообороты.

I_A – Первый севооборот:

1. Однолетние травы (вика + овёс) с подсевом многолетних трав (клевер + люцерна + тимофеевка).
2. Многолетние травы 1 г.п. (клевер луговой + люцерна + тимофеевка).
3. Озимая рожь на зелёный корм + поукосно горчица.
4. Ячмень на фуражные цели.
5. Однолетние травы (вика + овёс) + поукосно горчица.
6. Силосные (вика + овес + подсолнечник).

II_A – Второй севооборот:

1. Однолетние травы (вика + овёс) с подсевом многолетних трав (клевер + люцерна + тимофеевка).
2. Многолетние травы 1 г.п. (клевер луговой + люцерна + тимофеевка).
3. Многолетние травы 2 г.п. (клевер луговой + люцерна + тимофеевка).
4. Озимая рожь на зелёный корм + поукосно горчица.
5. Ячмень на фуражные цели.
6. Однолетние травы (вика + овёс) + поукосно горчица.

III_A – Третий севооборот:

1. Однолетние травы (вика + овёс) с подсевом многолетних трав (клевер + люцерна + тимофеевка).
2. Многолетние травы 1 г.п. (клевер луговой + люцерна + тимофеевка).
3. Многолетние травы 2 г.п. (клевер луговой + люцерна + тимофеевка).
4. Многолетние травы 3 г.п. (клевер луговой + люцерна + тимофеевка).
5. Озимая рожь на зелёный корм + поукосно горчица.
6. Ячмень на фуражные цели.

Во втором варианте (II_A) использование многолетней травосмеси двухлетнее, а в третьем (III_A) – трехлетнее.

Фактор В – доза внесения минеральных удобрений:

I_B – рекомендуемая доза: N60P60K60;

II_B – измененные:

II_{B90} – N90P90K90 (1, 2 ротация);

II_{B-N} – P60K60 (3 ротация).

Таким образом, первый вариант (I_B) внесения минеральных удобрений был неизменным весь период исследований (N60P60K60 в рекомендуемых дозах). Во втором варианте (II_B) в течение первых двух ротаций применяли повышенные дозы (N90P90K90), а в третью ротацию – сниженные до рекомендуемых при исключении азота (P60K60). Следует также учесть, что азотные удобрения не вносили под многолетние бобово-злаковые травы.

Отбор почвенного пласта с ПКО производили рамочным способом по методу Н. З. Станкова¹ с последующей отмывкой (преимущественно учитывали живые ткани). Глубина слоя почвы для взятия корней – до 20 см. Все пробы на определение агрохимического состава почвы (содержание гумуса – ГОСТ 26213-84, общего N – ГОСТ 26107-84, P₂O₅ – колориметрическим методом, K₂O – ГОСТ 26207-84, рН_{сол} – ГОСТ 26483-85) отбирали перед посевом до внесения минеральных удобрений. Данные обработаны методом дисперсионного анализа².

По уровню влагообеспеченности вегетационные периоды в годы исследований были, большей частью, удовлетворительными и благоприятными для возделываемых культур (ГТК с 2001 по 2018 г. находился в следующей последовательности: 1,1; 0,6; 1,1; 1,0; 1,0; 1,4; 1,2; 1,6; 0,8; 0,6; 1,2; 1,4; 1,3; 0,9; 1,3; 0,7; 1,5; 1,0). Для поукосных посевов горчицы (второй севооборот) некоторые годы были очень неблагоприятными, а в 2010 году из-за сильной летней засухи вовсе не было получено урожая.

Результаты и их обсуждение. Изменения основных агрохимических показателей почвы опытного участка за 18 лет исследований представлены в таблице 1. В целом, плодородие почвы опытного участка кормовых севооборотов улучшалось. В первые годы исследований оно резко снижалось, а к концу 1-ой ротации восстанавливалось до первоначального уровня. Содержание подвижного фосфора (840 мг/кг) и общего азота (0,15%) в начале исследований было высоким для дерново-подзолистой почвы, а во вторую-третью ротацию достигло 880-860 мг/кг почвы и 0,25-0,28% соответственно. Содержание гумуса с 2004 по 2018 год увеличивалось от 1,77 до 2,53%. Обеспеченность обменным калием (190...198 мг/кг) и кислотность почвы (4,95...5,13 единиц рН) с 2004 года незначительно варьировали и были оптимальными для возделываемых культур.

Таблица 1 – Динамика агрохимических характеристик почвы опытного участка /

Table 1 – The evolution of agrochemical properties of soil on the experimental site

Показатель / Indicator	2001 г.	2004 г.	2006 г.	2012 г.	2018 г.
P ₂ O ₅ , мг/кг / P ₂ O ₅ , m/kg	840±11	759±27	820±19	880±23	860±29
K ₂ O, мг/кг / K ₂ O, m/kg	200±2	190±5	196±3	198±3	195±5
Общий азот, % / Total nitrogen, %	0,15±0,01	0,1±0,01	0,15±0,01	0,25±0,03	0,28±0,04
Гумус, % / Humus, %	1,82±0,07	1,77±0,05	1,89±0,06	2,39±0,10	2,53±0,15
рН _{сол} / рН _{of salt solution}	5,25±0,05	5,13±0,06	4,95±0,04	5,0±0,09	5,0±0,08

Улучшение агрохимических свойств было наиболее выраженным по азоту, а особенно гумусу. Как и в других исследованиях [16], данная тенденция проявилась благодаря длительному применению минеральных удобрений и накоплению массы пожнивнокорневых остатков культурами севооборотов.

Поскольку внесение органических удобрений не предусматривалось в опыте, а в качестве основного источника азота служили минеральные удобрения, ведущая роль в восполнении гумуса почвы принадлежала ПКО. Данного вывода придерживаются многие учёные [17, 18, 19].

¹Станков Н. З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 280 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Несмотря на то, что в опыте два уровня внесения удобрений, существенных различий между ними по сумме запаханых питательных веществ в виде ПКО за весь период исследований не отмечено (табл. 2). Они проявились при оценке совокупности всех вариантов фактора А опыта, или севооборотов. Известно, что содержание углерода в ПКО зависит от количества сухого вещества и обычно фиксируется на уровне 43% [20]. В наших исследованиях максимум и минимум количества сухого вещества

в запаханых остатках 35,6 и 23,9 т/га, а углерода 15 и 10 т/га соответственно были зафиксированы по фону удобрений I_B в соответствующих севооборотах I_A и III_A . Первый вариант севооборота, включающий наибольшее количество полей с последующим оборотом пласта, превосходил остальные по накоплению ПКО в среднем на 10,4 т/га (около 4,5 т/га углерода), или 42%. Однако это не объясняет того, что различия данных между севооборотами II_A и III_A находятся лишь в пределах ошибки опыта.

Таблица 2 – Количество элементов питания в биомассе запаханых ПКО, в среднем за 3 ротации севооборотов (2002-2018 гг.) /

Table 2 – The amount of nutrients in the biomass of plowed root-stubble residues (RSR), average for 3 rotations of crop rotations (2002-2018)

Вариант / Option	Сбор сухого вещества ПКО, т/га / RSR dry matter yield, t/ha			Элементы питания, кг/га / Nutrients, kg/ha								
	I_B	II_B	\bar{x}_B	N			P_2O			K_2O		
				I_B	II_B	\bar{x}_B	I_B	II_B	\bar{x}_B	I_B	II_B	\bar{x}_B
I_A	35,6	34,8	35,2	541	576	559	221	240	231	363	410	387
II_A	24,2	24,6	24,4	532	457	495	246	228	237	276	255	266
III_A	23,9	26,7	25,3	295	305	300	164	193	179	263	280	272
\bar{x}_A	27,9	28,7	28,3	456	446	451	210	220	215	301	315	308
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	12,2			125			67			91		
HCP ₀₅ (A) / LSD ₀₅ (A)	9,1			95			40			71		

Сухая масса запахаемых ПКО, в зависимости от севооборота, может оказать большее влияние на накопление калия в почве, чем азота и фосфора. Так, суммарное количество K_2O в ПКО севооборота I_A было на 121-115 кг/га, или 42-46% выше, чем в остальных севооборотах (266-272 кг/га). Севообороты I_A и II_A превосходили севооборот III_A по количеству поступивших в почву в составе ПКО элементов питания: азота – на 195-259 кг/га (61-86%), фосфора – на 52-59 кг/га (29-33%). На основе данных таблицы 2 выделен вари-

ант I_A в качестве наиболее продуктивного севооборота по накоплению ПКО и питательных элементов в почве. В нем было сформировано 35,2 т сухого вещества, с которым поступило 559 кг азота, 231 кг фосфора и 387 кг калия на 1 гектар пашни.

В последнюю ротацию кормовых севооборотов исключение внесения минерального азота и приведение доз фосфорно-калийных удобрений до рекомендуемых в варианте II_{B-N} не привело к существенному снижению поступления питательных веществ ПКО в почву (табл. 3).

Таблица 3 – Количество элементов питания в биомассе запаханых ПКО, 3 ротация севооборотов (2014-2018 гг.) /

Вариант / Option	Сбор сухого вещества ПКО, т/га / RSR dry matter yield, t/ha			Элементы питания, кг/га / Nutrients, kg/ha								
	I_B	II_{B-N}	\bar{x}_B	N			P_2O_5			K_2O		
				I_B	II_{B-N}	\bar{x}_B	I_B	II_{B-N}	\bar{x}_B	I_B	II_{B-N}	\bar{x}_B
I_A	52,0	47,7	49,9	816	827	821	314	328	321	521	472	496
II_A	38,5	42,0	40,3	831	719	775	394	359	377	426	400	413
III_A	22,8	25,3	24,0	374	337	356	203	213	208	177	191	184
\bar{x}_A	37,8	38,3	38,1	674	628	651	304	300	302	374	354	364
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	11,2			136			74			84		
HCP ₀₅ (A) / LSD ₀₅ (A)	8,8			107			58			66		

Накопление биомассы пожнивно-корневых остатков (38,1 т/га) и количество питательных веществ ПКО, поступивших в почву за 3-ю ротацию кормовых севооборотов (651 кг/га азота, 302 кг/га фосфора и 364 кг/га калия), было заметно выше, чем в среднем за 3 ротации (28,3 т/га; 451, 215, 308 кг/га соответственно). Такой результат стал ожидаемым вследствие повышения общего плодородия почвы к данному периоду и увеличения биомассы ПКО. Схожие заключения получены в работах учёных из Северной Америки [21]. Самое высокое увеличение количества биомассы ПКО и заключенных в них элементов питания (на 55-70% по сравнению со средними данными за три ротации, табл. 2) произошло в севообороте II_A, где многолетние бобово-злаковые травы использовались 2 года. В варианте I_A оно составило немного меньше (на 30-45%). В севообороте III_A повышение на уровне 16% отмечено только по количеству N и P₂O₅ в биомассе ПКО, главным образом потому, что число культур в структуре этого севооборота, после которых применялась вспашка стерни, было наименьшим по опыту. Для большинства культур в третью ротацию складывались не вполне благоприятные погодные условия. Вследствие этого сухая масса запаханых ПКО снизилась незначительно (на 5%), а количество K₂O в ней – существенно (на 32%). Наиболее вероятная причина значительного сокращения накопления калия в запахаемых растительных остатках – это его небольшой отрицательный баланс в почве, который вызван высоким выносом K₂O с зелёной массой культур севооборота. Внесение калия в виде минеральных удобрений недостаточно восполняло его дефицит. В итоге разница между севооборотами III_A и I_A по накоплению калия в ПКО усилилась, а между севооборотами II_A и I_A – сравнялась. В первых двух кормовых севооборотах (I_A и II_A) сумма сухой массы запаханых ПКО на 1 га в слое почвы 0-20 см за третью ротацию составила 40,3-49,9 т, общего азота – 775-821 кг, фосфора – 321-377 кг. Калия в ПКО севооборота I_A содержалось на 80 кг/га (на 20%) больше, чем во II_A (413 кг/га). Севооборот III_A уступал I_A и II_A по сбору сухого вещества в запаханых ПКО не менее чем в 1,7 раза, азота – 2,2, фосфора – 1,8, а калия – 2,2 раза.

Выбор вида шестилетнего кормового севооборота немного повлиял на количество запахаемых в почву ПКО и поступление

с ними азота и калия. Вклад каждого запахаемого поля севооборота в формировании ПКО можно проследить с помощью ежегодного учёта (табл. 4). В таблице представлены данные первых трёх лет запахивания ПКО в третьей ротации (приведено сравнение только тех культур, которые присутствовали во всех севооборотах).

Поле – клеверо-люцерно-тимофеечная смесь. Количество сухой массы запахаемых ПКО многолетней бобово-злаковой смеси во всех вариантах находилось в пределах 8,0...11, 2 т/га (в среднем – 10,5). В отличие от утверждений ряда ученых [8, 22], в наших исследованиях не выявлено возрастания массы растительных остатков травосмеси с увеличением срока выращивания многолетних трав.

Количество азота в растительных остатках клеверо-люцерно-тимофеечной смеси, в отличие от сухого вещества, различалось по изучаемым факторам (севооборот и удобрения). Во II севообороте (II_A) при схеме внесения удобрений I_B в первый год запахивания ПКО в почву поступило самое большое количество азота – 279 кг/га. В данном севообороте (II_A) отказ от внесения минерального азота (II_{B,N}) привел к снижению поступления элемента примерно на 48%. На данное изменение повлияла и высокая засорённость посевов (свыше 50% по массе) во втором году пользования многолетних трав, поэтому масса их ПКО уменьшилась. В других севооборотах (I_A и III_A) по фактору B не было заметных различий по накоплению азота ПКО. При внесении N60P60K60 (I_B) двухлетнее использование многолетних бобово-злаковых трав (II_A) превосходило трёхлетнее (III_A) по количеству азота ПКО в два раза. В III севообороте снижение поступления азота ПКО произошло в результате замещения основной культуры травосмеси сорной растительностью (свыше 90% по массе) на третий год использования травосмеси.

Содержание фосфора в ПКО многолетней травосмеси на 1 га пашни было самым низким (72-82 кг) при ее однолетнем (I_A) и двухлетнем использовании (II_A, без внесения минерального азота – II_{B,N}). При внесении NPK (I_B) в севообороте II_A количество фосфора в ПКО получено около 104 кг/га, в варианте III_A данного элемента было столько же. Уровень внесения минеральных удобрений в севообороте с трёхлетним использованием клеверо-люцерно-тимофеечной смеси (III_A) никак не повлиял на содержание P₂O₅ в составе ПКО.

Таблица 4 – Ежегодное количество элементов питания в биомассе запаханных ПКО в 3-й ротации севооборотов (первые 3 года запахивания (2014-2018 гг.) / Table 4 – The yearly amount of nutrients in the plowed RSR biomass in the 3rd rotation of crop rotations, the 1st three years of plowing (2014-2018)

Культура севооборота / Culture of crop rotation	Сбор сухого вещества ПКО, т/га / Residue dry matter yield, t/ha		Элементы питания, кг/га / Nutrients, kg/ha					
	I _B	II _{B-N}	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
			I _B	II _{B-N}	I _B	II _{B-N}	I _B	II _{B-N}
I севооборот (I _A) / I crop rotation (I _A)								
Клеверо-люцерно-тимо- феечная смесь / Clover- alfalfa-timothy mixture	10,5±1,6	10,6±1,3	200±34	227±41	72±12	82±17	114±18	89±14
Озимая рожь на з/к + поукосно горчица / Winter rye and postcut mustard	10,1±2,1	8,8±2,7	99±22	91±17	52±11	45±7	77±18	70±5
Яровой ячмень на зерно / Spring barley for grain	6,8±1,2	5,6±1,5	76±9	70±6	33±2	30±4	74±5	81±13
Среднее	9,1±1,3	8,3±1,4	125±13	129±11	52±6	52±7	88±11	80±9
II севооборот (II _A) / II crop rotation (II _A)								
Клеверо-люцерно-тимо- феечная смесь / Clover- alfalfa-timothy mixture	10,8±2,4	8,0±2	279±41	188±48	104±18	73±7	154±14	117±15
Озимая рожь на з/к + поукосно горчица / Winter rye and postcut mustard	12,0±1,7	16,2±2	229±44	240±31	129±12	138±20	132±18	149±6
Яровой ячмень на зерно / Spring barley for grain	2,0±0,2	3,8±0,2	47±5	55±7	30±2	26±2	12±1	13±1
Среднее	8,3±1,1	9,1±1,3	185±6	161±21	88±8	79±5	99±11	93±6
III севооборот (III _A) / III crop rotation (III _A)								
Клеверо-люцерно-тимо- феечная смесь / Clover- alfalfa-timothy mixture	9,7±2,1	11,2±1,5	146±22	153±25	103±15	102±10	109±11	112±18
Озимая рожь на з/к + поукосно горчица / Winter rye and postcut mustard	9,4±1,4	9,6±1,2	171±17	128±26	70±7	69±14	28±4	29±6
Яровой ячмень на зерно / Spring barley for grain	3,7±0,6	4,5±0,5	58±11	56±10	30±7	43±7	40±7	51±14
Среднее	7,6±1,1	8,4±0,7	125±6	112±18	68±7	71±5	59±1	64±13

Количество K₂O в ПКО травосмеси не превышало уровня 117 кг/га, кроме варианта с азотом (I_B) в севообороте II_A (154 кг/га).

В итоге можно заключить, что наибольшее содержание элементов питания запахиваемых растительных остатков травосмеси было получено после их двухлетнего использования (II_A) при полном внесении минеральных удобрений (I_B).

Поле – озимая рожь на з/к + поукосно горчица. Основная масса ПКО поля состояла из растительных остатков озимой ржи. Доля горчицы в различных вариантах не превышала 40%. Количество сухого вещества запаханных

ПКО в основном находилось в пределах 8,8...12,0 т/га. Только в кормовом севообороте с двумя полями бобово-злаковых трав (II_A) без внесения азотных удобрений (II_{B-N}) достигнут наивысший по опыту уровень – 16,2 т/га. Это можно объяснить следующим образом. Ранее упоминалось, что в почву данного севооборота было запахано наименьшее количество остатков клеверо-люцерно-тимофеечной смеси. Результатом стал пониженный вынос питательных веществ. Внесение минеральных удобрений дополнительно увеличило поступление питательных элементов в почву. Однако самую существенную прибавку ПКО в этом

поле внесла вынужденная запашка посевов горчицы по причине засушливой (ГТК в период вегетации горчицы в 2016 году менее 0,5) погоды, повлекшей за собой невозможность уборки механизированным способом (высота стеблей до 20 см). Таким образом, выращивание промежуточной культуры (горчицы) в годы с недостаточным увлажнением в качестве сидерата после озимой ржи позволило превзойти клеверо-люцерно-тимофеечную смесь по содержанию сухого вещества в ПКО.

Количество аккумулированных элементов питания, как и сухого вещества, в запаханных ПКО из озимой ржи и горчицы было самым высоким во II кормовом севообороте (II_A). Обычно растениям горчицы свойственна высокая концентрация элементов питания, особенно азота и фосфора [23], но в наших исследованиях наблюдалась схожая ситуация и по калию. Так, в севообороте II_A в ПКО ржи и горчицы, запаханных в слое почвы 0-20 см, содержалось 229-240 кг N, 129-138 кг P₂O₅ и 132-149 кг K₂O на 1 га пашни – это больше, чем в севообороте I_A примерно в 2,5 раза, III_A – в 1,5 раза (по K₂O – в 5 раз). Их количество существенно не зависело от фактора В (удобрения). Низкое содержание K₂O в севообороте III_A обусловлено вымыванием внесённого хлористого калия вместе с другими подвижными компонентами почвы регулярными обильными осадками 2017 года.

Поле – яровой ячмень на зерно. Яровой ячмень на зерно в агроклиматических условиях Республики Марий Эл – культура, после которой редко размещают промежуточные посевы. К тому же после его возделывания обычно остаётся лишь 2-3 т/га сухого вещества ПКО [24]. В наших исследованиях в поле сформировалось всего 2-7 т/га сухого вещества ПКО в слое почвы 0-20-см. Самые высокие результаты по накоплению сухого вещества ПКО ячменя (5,6-6,8 т/га) получены в севообороте I_A при достаточном весеннем запасе влаги, несмотря на засушливое лето. Количество аккумулированных в ПКО ячменя элементов питания, независимо от внесения азота, находилось на уровне: N – 70-76 кг, P₂O₅ – 30-33 кг, K₂O – 74-81 кг на 1 га. В севообороте III_A эти показатели (кроме P₂O₅) были на 20-46% ниже. Вследствие упомянутых выше погодных условий 2017 года в севообороте II_A было сформировано наименьшее количество сухого вещества в ПКО ячменя (2,0-3,8 т/га)

и содержащегося в нем калия (12-13 кг/га). Также стоит отметить, что в севообороте II_A в варианте без внесения азота (II_{B-N}) было накоплено в 1,9 раза больше сухого вещества ПКО, чем при внесении полного минерального удобрения (I_B). Ключевую роль в этом сыграло предшествующее поле (озимая рожь на з/к + поукосно горчица) с самым большим количеством оставленных в почве ПКО по опыту.

По итогам первых трёх лет запахивания стерни среднегодовое количество сухого вещества ПКО между вариантами не имело существенных различий и находилось в пределах 7,6...9,1 т/га. Наибольшее количество питательных элементов ПКО было сформировано в кормовом севообороте, где клеверо-люцерно-тимофеечная смесь использовалась два года (II_A). Среднегодовое поступление азота составило 161-185 кг/га, P₂O₅ – 79-88 кг/га, K₂O – 93-99 кг/га. Повышенные показатели отчасти обусловлены использованием горчицы в севообороте II_A в качестве сидерата, несмотря на очень низкую урожайность её надземной массы. Так, поступившее с ПКО количество K₂O в севообороте II_A было на 14% выше, чем в I_A (в пределах ошибки их средних), азота – на 40%, чем в I_A и III_A, и фосфора – на 60-20%, чем в I_A и III_A соответственно. Отказ от внесения азота (вариант II_{B-N}) не привёл к существенному снижению накопления ПКО за 3 года исследований. Этого не произошло, во-первых, благодаря восполнению бобово-злаковыми травами азота и гумуса в почве и, во-вторых, из-за последствия минеральных удобрений, внесённых в предыдущие две ротации в повышенных дозах (N90P90K90). В целом, различия между представленными трёхгодичными данными были невысокими.

Таким образом, на основании данных таблиц 2-4, наиболее существенное накопление ПКО в изученных севооборотах нами фиксировалось при увеличении числа полей с запашкой стерни.

Выводы. Шестипольные кормовые севообороты, независимо от насыщения многолетними бобово-злаковыми травами, при внесении минеральных удобрений в дозе N60P60K60 и выше способствовали повышению плодородия дерново-подзолистой почвы в условиях Республики Марий Эл. За 18-летний период исследований отмечено значительное увеличение содержания азота и гумуса в почве. Самое высокое количество питательных веществ ПКО запахивалось в севообороте

с одним полем клеверо-люцерно-тимофеечной смеси. Снижение доз внесения удобрений с N90P90K90 к третьей ротации севооборотов до P60K60 не привело к существенному уменьшению поступления питательных веществ

с ПКО. При поукосном выращивании горчицы после озимой ржи на зелёную массу количество запахиваемых ПКО за год было таким же высоким, как и у клеверо-люцерно-тимофеечной смеси.

Список литературы

1. Замятин С. А., Измestьев В. М. Влияние культур севооборота на среднегодовое поступление растительных остатков за ротацию севооборотов. Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016;(1 (5)):18-21. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125254>
2. Ghimire B., Ghimire R., VanLeeuwen D., Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization. Sustainability. 2017; 9(12):2316. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9122316>
3. Philippot L., Raaijmakers J. M., Lemanceau P., Van der Putten W. H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. Nat. Rev. Microbiol. 2013;(11):789-799. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3109>
4. Bardgett R. D., Mommer L., De Vries F. T. Going underground: root traits as drivers of ecosystem processes. Trends Ecol. Evol. 2014;29(12):692-699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.10.006>
5. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.-R., Hammelehle A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. Front Plant Sci. 2017;8:284. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284>
6. Bisen N., Rahangdale C. P. Crop residues management option for sustainable soil health in rice-wheat system: A review. International Journal of Chemical Studies. 2017;(5(4)):1038-1042. URL: https://www.researchgate.net/publication/318959582_Crop_residues_management_option_for_sustainable_soil_health_in_ricewheat_system_A_review
7. Фигурин В. А. Выращивание многолетних трав на корм. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2013. 188 с.
8. Мудрых Н. М., Самофалова И. А. Опыт использования растительных остатков в почвах Нечернозёмной зоны России (обзор). Пермский аграрный вестник. 2017;(1 (17)):88-97. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28822619>
9. Torma S., Vilček J., Lošak T., Kužel S., Martensson A. Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science. 2018;68(4):358-366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134>
10. Кузнецова Л. Н. Накопление корневой массы и пожнивных остатков растениями ячменя в плодосменном и зернопропашном севооборотах. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015;(8):132-136. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26069209>
11. Тишков Н. М., Назарько А. Н. Надземные растительные остатки подсолнечника – источник пополнения органическим веществом и элементами питания чернозёма типичного. Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015;(1 (161)):57-71. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24037001>
12. Brankatschk G., Finkbeiner M. Modeling crop rotation in agricultural LCAs – challenges and potential solutions. Agricultural Systems. 2015;138:66-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.05.008>
13. Brankatschk G., Finkbeiner M. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural carbon footprints. Agronomy for Sustainable Development. 2017;37:58. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0464-4>
14. Gan Y. T., Hamel C., O'Donovan J. T., Cutforth H., Zentner R. P., Campbell C. A., Niu Y. N., Poppy L. Diversifying crop rotations with pulses enhances system productivity. Sci. Rep. 2015;(5):14625. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep14625>
15. Niu Y., Bainard L. D., Bandara M., Hamel C., Gan Y. Soil residual water and nutrients explain about 30% of the rotational effect in 4-yr pulse-intensified rotation systems. Canadian Journal of Plant Science. 2017;97 (5):852-864. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0282>
16. Козлова Л. М., Рубцова Н. Е., Соболева Н. Н. Трансформация органического вещества агродерново-подзолистых почв Евро-Северо-Востока. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(6 (49)):47-53. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24484209>
17. Mariaselvam A. A., Dandeniya W. S., Indraratne S. P., Dharmakeerthi R. S. High C/N materials mixed with cattle manure as organic amendments to improve soil productivity and nutrient availability. Tropical Agricultural Research. 2015;(25 (2)):201-213. DOI: <https://doi.org/10.4038/tar.v25i2.8142>
18. Li W., Chen H., Cao C., Zhao Z., Qiao Y., Du S. Effects of long-term fertilization on organic carbon and nitrogen dynamics in a vertisol in Eastern China. Open Journal of Soil Science. 2018;8(3):99-117. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojss.2018.83008>
19. Халин А. В., Бакиров Ф. Г., Нестеренко Ю. М., Поляков Д. Г. Оценка влияния культур и звеньев севооборотов на количество органического вещества, поступающего в почву с растительными остатками,

на черноземах южных Оренбургской области. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2016;(1):1-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25680993>

20. Zhang J., Wang X., Wang J., Wang W. Carbon and Nitrogen Contents in Typical Plants and Soil Profiles in Yanqi Basin of Northwest China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2014;13(3):648-656. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60723-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60723-6)

21. Измest'ев В. М., Свечников А. К. Соколова Е. А. Влияние многолетних бобово-злаковых трав на продуктивность кормовых севооборотов. Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017;3(3):28-32. Режим доступа: <http://agroeconom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1437>

22. Gramss G., Voigt K. D. Turnover of minerals and organics in the postharvest herbage of annuals and perennials: Winter Wheat and Goldenrod. *Agriculture*. 2018;(8 (11)):170. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture8110170>

23. Dubey R. K. Response of Indian mustard to nutrients and plant growth regulators: the influence on yield, available soil P balance and P recycling through residues. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2017;6(8):3319-3331. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.396>

24. Борисова Е. Е. Роль в севооборотах многолетних трав. Вестник НГИЭИ. 2015;(8 (51)):12-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24306721>

References

1. Zamyatin S. A., Izmet'sev V. M. *Vliyanie kul'tur sevooborota na srednegodovoe postuplenie rastitel'nykh ostatkov za rotatsiyu sevooborotov*. [Influence of crop rotation on average annual entry of plant residues per one crop rotation]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University Chapter "Agriculture. Economics". 2016;(1 (5)):18-21. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125254>

2. Ghimire B., Ghimire R., VanLeeuwen D., Mesbah A. Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization. *Sustainability*. 2017; 9(12):2316. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9122316>

3. Philippot L., Raaijmakers J. M., Lemanceau P., Van der Putten W. H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nat. Rev. Microbiol*. 2013;(11):789-799. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3109>

4. Bardgett R. D., Mommer L., De Vries F. T. Going underground: root traits as drivers of ecosystem processes. *Trends Ecol. Evol*. 2014;29(12):692-699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.10.006>

5. Hirte J., Leifeld J., Abiven S., Oberholzer H.-R., Hammelehle A., Mayer J. Overestimation of crop root biomass in field experiments due to extraneous organic matter. *Front Plant Sci*. 2017;8:284. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00284>

6. Bisen N., Rahangdale C. P. Crop residues management option for sustainable soil health in rice-wheat system: A review. *International Journal of Chemical Studies*. 2017;(5(4)):1038-1042. URL: https://www.researchgate.net/publication/318959582_Crop_residues_management_option_for_sustainable_soil_health_in_rice-wheat_system_A_review

7. Figurin V. A. *Vyrashchivanie mnogoletnikh trav na korm*. [Cultivation of perennial feed grasses]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2013. 188 p.

8. Mudrykh N. M., Samofalova I. A. *Opyt ispol'zovaniya rastitel'nykh ostatkov v pochvakh Nechernozemnoy zony Rossii (obzor)*. [On to the experience of the usage of plant residues in soils of Non-Black soil zone of Russia (review)]. *Permskiy agrarnyy vestnik = Perm Agrarian Journal*. 2017;(1 (17)):88-97. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28822619>

9. Torma S., Vilček J., Lošák T., Kužel S., Martensson A. Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2018;68(4):358-366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134>

10. Kuznetsova L. N. *Nakoplenie kornevoy massy i pozhnivnykh ostatkov rasteniyami yachmenya v plodsmennom i zernopropashnom sevooborotakh*. [Accumulation of root mass and residues of barley plants in fruit-changing and grain and grass crop rotations]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2015;(8):132-136. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26069209>

11. Tishkov N. M., Nazar'ko A. N. *Nadzemnye rastitel'nye ostatki podsolnechnika – istochnik popolneniya organicheskim veshchestvom i elementami pitaniya chernozema tipichnogo*. [Above-ground residues of sunflower as a source of replenishment typical chernozem with organic matter and nutrients]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* = Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2015;(1 (161)):57-71. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24037001>

12. Brankatschk G., Finkbeiner M. Modeling crop rotation in agricultural LCAs – challenges and potential solutions. *Agricultural Systems*. 2015;138:66-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.05.008>

13. Brankatschk G., Finkbeiner M. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural carbon footprints. *Agronomy for Sustainable Development*. 2017;37:58. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0464-4>
14. Gan Y. T., Hamel C., O'Donovan J. T., Cutforth H., Zentner R. P., Campbell C. A., Niu Y. N., Poppy L. Diversifying crop rotations with pulses enhances system productivity. *Sci. Rep.* 2015;(5):14625. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep14625>
15. Niu Y., Bainard L. D., Bandara M., Hamel C., Gan Y. Soil residual water and nutrients explain about 30% of the rotational effect in 4-yr pulse-intensified rotation systems. *Canadian Journal of Plant Science*. 2017;97 (5):852-864. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0282>
16. Kozlova L. M., Rubtsova N. E., Soboleva N. N. *Transformatsiya organicheskogo veshchestva agrodernovo-podzolistykh pochv Evro-Severo-Vostoka*. [Transformation of organic matter of sod-podzolic soils in Euro-North-East]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2015;(6 (49)):47-53. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24484209>
17. Mariaselvam A. A., Dandeniya W. S., Indraratne S. P., Dharmakeerthi R. S. High C/N materials mixed with cattle manure as organic amendments to improve soil productivity and nutrient availability. *Tropical Agricultural Research*. 2015;(25 (2)):201-213. DOI: <https://doi.org/10.4038/tar.v25i2.8142>
18. Li W., Chen H., Cao C., Zhao Z., Qiao Y., Du S. Effects of long-term fertilization on organic carbon and nitrogen dynamics in a vertisol in Eastern China. *Open Journal of Soil Science*. 2018;8(3):99-117. DOI: <https://doi.org/10.4236/ojss.2018.83008>
19. Khalin A. V., Bakirov F. G., Nesterenko Yu. M., Polyakov D. G. *Otsenka vliyaniya kul'tur i zven'ev sevooborotov na kolichestvo organicheskogo veshchestva, postupayushchego v pochvu s rastitel'nymi ostatkami, na chernozemakh yuzhnykh Orenburgskoy oblasti*. [Assessment of effect of cultures and links of crop rotations on organic matter entering the soil with plant residues on Southern Chernozems in Orenburg region]. *Byulleten' Orenburgskogo na-uchnogo tsentra UrO RAN*. 2016;(1):1-8. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25680993>
20. Zhang J., Wang X., Wang J., Wang W. Carbon and Nitrogen Contents in Typical Plants and Soil Profiles in Yanqi Basin of Northwest China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2014;13(3):648-656. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60723-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60723-6)
21. Izmet'ev V. M., Svechnikov A. K., Sokolova E. A. *Vliyanie mnogoletnikh bobovo-zlakovykh trav na produktivnost' kormovykh sevooborotov*. [Influence of perennial legume-cereal grasses on the productivity of fodder crop rotations]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki»* = Vestnik of the Mari State University Chapter "Agriculture. Economics". 2017;3(3):28-32. (In Russ.). URL: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1437>
22. Gramss G., Voigt K. D. Turnover of minerals and organics in the postharvest herbage of annuals and perennials: Winter Wheat and Goldenrod. *Agriculture*. 2018;(8 (11)):170. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture8110170>
23. Dubey R. K. Response of Indian mustard to nutrients and plant growth regulators: the influence on yield, available soil P balance and P recycling through residues. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2017;6(8):3319-3331. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2017.608.396>
24. Borisova E. E. *Rol' v sevooborotakh mnogoletnikh trav*. [Role of perennial grasses in rotations]. *Vestnik NGIEI* = Bulletin NGII. 2015;(8 (51)):12-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24306721>

Сведения об авторе

✉ **Свечников Александр Константинович**, научный сотрудник отдела кормопроизводства Марийского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала 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/0000-0002-0070-5348>, e-mail: koalder@yandex.ru

Information about the author

✉ **Alexander K. Svechnikov**, 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/0000-0002-0070-5348>, e-mail: koalder@yandex.ru

✉ - Для контактов / Corresponding author

Влияние способов применения азотных удобрений на развитие листовой поверхности растений овса

© 2019. Д. А. Кузнецов , Г. Н. Ибрагимова, А. Д. Калинина

Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация

В статье представлены результаты полевых исследований, проведенных в 2012-2014 гг. на черноземе выщелоченном лесостепи Поволжья, о развитии листовой поверхности пленчатых (Горизонт, Кречет, Эклипс) и голозерных (Вятский, Першерон) сортов ярового овса во время вегетационного периода под воздействием азотных удобрений (без азотных удобрений, N60, N60 + N30). Наиболее быстрое формирование листового аппарата отмечено у пленчатых сортов Горизонт и Кречет в фазу выхода в трубку при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д.в (30,7-30,3 тыс. м²/га). Однако к моменту выметывания метелки по этому показателю с ними сравнился пленчатый сорт Кречет. Голозерные сорта овса по сравнению с пленчатыми формировали несколько меньшую ассимиляционную поверхность. Применение азотных удобрений оказало существенное влияние на формирование ассимилирующей поверхности листьев. Дополнительное внесение азотных удобрений в подкормку в целом достоверного прироста листового аппарата не дало. Более высокая воздушно-сухая масса (94,73 г/м²) формировалась у пленчатого сорта Кречет в фазу молочной спелости на фоне внесения предпосевной дозы азотных удобрений с дополнительной подкормкой в фазу кущения культуры (вариант N60 + N30). Голозерные сорта овса заметно уступали по этому показателю пленчатым сортам и практически не отличались друг от друга по накоплению сухого вещества в растениях. Отмечено существенное накопление сухого вещества у сортов Вятский и Першерон на фоне внесения предпосевной дозы азотных удобрений с дополнительной подкормкой в фазу кущения культуры (вариант N60 + N30). Самые высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) среди изучаемых сортов отмечены у пленчатых сортов в межфазный период «выход в трубку-выметывание» на фоне применения азотных удобрений N60 + N30 (7,17-7,38 г/м²). У голозерных сортов этот показатель несколько ниже, чем у пленчатых (6,89-6,90 г/м²). При внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д.в./га происходило увеличение ЧПФ в межфазный период «кущение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 23%, Кречета на 21, Эклипс на 15, Вятского на 44, Першерона на 11%. При дополнительном внесении N30 в подкормку отмечено дальнейшее увеличение ЧПФ у Горизонта на 46%, Кречета на 26, Эклипс на 42, Вятского и Першерона на 56% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

Ключевые слова: овес голозерный, овес пленчатый, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0744-2014-0006) и за счет внебюджетных источников Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кузнецов Д. А., Ибрагимова Г. Н., Калинина А. Д. Влияние способов применения азотных удобрений на развитие листовой поверхности растений овса. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):623-631. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.623-631>

Поступила: 18.04.2019

Принята к публикации: 06.12.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

The effect of nitrogen fertilizer application methods on the development of leaf surface of oat plants

© 2019. Dmitri A. Kuznetsov , Galina N. Ibragimova, Antonina D. Kalinina

Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation

The article presents the results of field trials conducted on leached chernozem of forest-steppe of the Volga region in 2012-2014. Studied was the development of the leaf surface of filmy varieties (Horizon, Krechet, Eclipse) and naked varieties (Vyatsky, Persheron) of spring oat during the growing season under the influence of nitrogen fertilizers (without nitrogen fertilizers, N60, N60 + N30). The most rapid formation of the leaf apparatus was observed in the filmy oats of Horizon and Krechet varieties in the phase of shooting when nitrogen fertilizers were applied at a dose of 60 kg of active ingredient (30.7-30.3 thousand m²/ha). However, by the time the panicle was headed, the filmy variety Krechet had almost achieved this value. Naked varieties of oats in comparison with the filmy ones formed a slightly smaller assimilation surface. The use of nitrogen fertilizers had a significant impact on the formation of the assimilation surface of the leaves. However, the additional application of nitrogen fertilizers did not give a significant increase in the leaf apparatus. A higher air-dry mass (94.73 g/m²) was formed in the filmy variety Krechet in the phase of milk ripeness against the background of pre-sowing dose of nitrogen

fertilizers with additional fertilizing them in the phase of tillering of the culture (variant N60 + N30). Naked varieties of oats were significantly inferior in this indicator to filmy varieties and practically did not differ from each other in the accumulation of dry matter in plants. Only a significant accumulation of dry matter in the Vyatsky and Persheron varieties was noted against the background of applying a pre-sowing dose of nitrogen fertilizers with additional fertilizing them in the tillering phase of the culture (variant N60 + N30). The highest rates of net photosynthesis productivity (NPF) among the studied varieties was observed in filmy varieties in the interphase period "shooting-heading of panicle" against the background of nitrogen fertilizers N60 + N30 (7.17-7.38 g/m²). In naked varieties, this figure was slightly lower than in the filmy ones (6.89-6.90 g/m²). When applying nitrogen fertilizers at a dose of 60 kg active ingredient /ha, there was an increase in the NPF in the interphase period "tillering-shooting" in the following varieties: Horizon by 23%, Krechet by 21%, Eclipse by 15%, Vyatsky by 44%, Persheron by 11%. With the additional introduction of N30 a further increase in the NPF was noted in Horizon by 46%, Krechet by 26%, Eclipse by 42%, Vyatsky and Persheron by 56% relative to the variant without the introduction of mineral nitrogen fertilizer.

Key words: naked oats, filmy oats, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. 0744-2014-0006) and non-budgetary sources of the Mordovia Agricultural Research Institute – branch of FARC North-East.

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

For citation: Kuznetsov D. A., Ibrahimova G. N., Kalinina A. D. The effect of nitrogen fertilizer application methods on the development of leaf surface of oat plants. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):623-631. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.623-631>

Received: 18.04.2019

Accepted for publication: 06.12.2019

Published online: 16.12.2019

Фотосинтез является важнейшим биохимическим процессом, происходящим в растениях. Именно в этом процессе образуется 90-95% запасаемой в растениях сухой массы биологического урожая [1]. Солнечная энергия в результате превращается в химическую, которая с избытком покрывает расходы на дыхание, создает материальную базу для роста и отложения запасов у посевов овса. Эффективность минерального и водного питания обусловлена фотосинтетической деятельностью растений овса. Фактор короткого дня способствует удлинению метелки и стебля, увеличению количества зерен и общей вегетативной массы растений овса. Однако в результате затягивания сроков выметывания зерно, как правило, не успевает вызреть и формируется легковесным и щуплым [2].

К основным показателям продукционного процесса относятся площадь ассимилирующей поверхности листьев, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза, отражающие тесную прямую зависимость с урожайностью биомассы культуры. Фотосинтетически активная радиация (ФАР) является одним из важнейших факторов формирования продуктивности сельскохозяйственных растений. В повышении фотосинтетической деятельности и коэффициентов использования фотосинтетически активной радиации растениями овса важную роль играет такой фактор, как минеральное питание [3].

Основную часть ассимиляционной поверхности составляют листья, именно в них

осуществляется фотосинтез. Фотосинтез может происходить и в других зелёных частях растений – стеблях, осях, зелёных плодах и т. п., однако вклад этих органов в общий фотосинтез обычно небольшой. Поэтому более облиственные растения будут давать и большее количество органического вещества. Исследованиями Т. П. Сабитовой с соавторами [4] установлено, что наибольшее количество листьев овёс формирует при поверхностно-отвальной обработке почвы в варианте с применением азотных удобрений (30 кг/га), его облиственность составила 38,2%.

Формирование на поле оптимальной по размерам площади листовой поверхности является важным элементом технологии и имеет значение с позиции эффективного поглощения световой энергии [5]. Так, площадь листьев посева в период максимума ($L_{\text{макс}}$, фазы колошения, выметывания) при внесении удобрений под урожай 25 ц/га у овса составила 50,4 тыс. м²/га и была больше, чем у пшеницы на 15,4 тыс. м²/га, тритикале – на 14,2, ячменя – на 3,6 тыс. м²/га. Увеличение доз NPK повысило $L_{\text{макс}}$ в большей степени у пшеницы (на 20,2 тыс. м²/га). У тритикале она возросла на 3,4 тыс. м²/га, а у ячменя и овса уменьшилась на 8,4 и 4,6 тыс. м²/га соответственно из-за снижения как густоты стояния, так и площади листьев одного растения [6].

Цель исследований – изучить влияние предпосевного внесения и подкормки азотными удобрениями на ассимилирующую поверхность листьев голозерных и пленчатых сортов овса в условиях лесостепи Поволжья.

Материал и методы. Исследования проводили в 2012-2014 гг. на опытном поле Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Предшественником ярового овса являлась яровая пшеница. Агротехника в опыте – рекомендованная для условий Мордовии [7], кроме изучаемых факторов.

Схема опыта включала два фактора:

Фактор А – сорта овса: Горизонт, Кречет, Эклипс (пенчатые сорта); Вятский, Першерон (голозерные).

Фактор В – дозы азотных удобрений: 1. Без удобрений (контроль). 2. N60 (предпосевное внесение под культивацию). 3. N60 + N30 (внесение в подкормку в фазу полного кущения).

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) 7,6%, общего азота (по Кьельдалю) – 0,36%, рН_{сол} (потенциметрически) – 6,1. Содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 196 и 153 мг/кг почвы соответственно. Гидролитическая кислотность (по Каппену) равна 7,7 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 28,1 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 84%. Повторность трехкратная. Размер делянок I порядка – 240 м² (10,0 × 24,0 м), II порядка – 120 м² (10,0 × 12,0 м). Учетная площадь делянки – 100 м².

Предпосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании и предпосевной культивации. Сев проводили сеялкой СН-16. После посева почву прикатали.

Минеральные удобрения в форме аммиачной селитры вносили непосредственно под культивацию, подкормку во время вегетации (начало кущения) проводили вручную в соответствии со схемой опыта.

Статистическую обработку результатов исследования проводили по программам дисперсионного анализа. Площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза определяли расчетным методом¹.

Агрометеорологические условия в годы исследований характеризовались следующими гидротермическими коэффициентами (ГТК): в 2012 г. – 0,81, в 2013 г. – 0,85, в 2014 г. – 0,6 при среднем многолетнем 1,09.

Результаты и их обсуждение. Многими исследователями установлено, что в формировании урожая большое значение имеет пло-

щадь листовой поверхности [8]. По данным Т. А. Ереминой [9], проводившей наблюдения за развитием ассимиляционной поверхностью овса на выщелоченном черноземе Республики Мордовия, листовая поверхность изменялась по фазам развития в такой последовательности: медленно нарастала до фазы кущения, интенсивнее увеличивалась в период трубкования и выметывания, достигала максимума в фазе молочного состояния зерна и снижалась к началу фазы восковой спелости.

В наших исследованиях поверхность листового аппарата овса повышалась до окончания фазы выхода в трубку, и к моменту полного выметывания метелки происходило некоторое снижение этого показателя (табл. 1). В этот период было отмечено отмирание нижнего листа у отдельных растений и повреждение нижних листьев и их влагалищ, а также нижней части стебля корончатой ржавчиной (*Puccinia coronifera* Kleb.).

Следует отметить, что наиболее быстрое формирование листового аппарата к фазе выхода в трубку было отмечено у пенчатого овса сорта Горизонт в варианте без внесения азотных удобрений. Однако к моменту выметывания метелки по этому показателю с ним сравнивался пенчатый сорт Кречет. Голозерные сорта овса по сравнению с пенчатыми формировали несколько меньшую ассимиляционную поверхность. Площадь листовой поверхности листьев у голозерных сортов практически по всем фазам развития растений была примерно равной в варианте без внесения удобрений. Следует отметить статистически значимое увеличение размера ассимиляционного аппарата листьев у голозерного сорта Першерон в варианте с припосевным внесением азотных удобрений (N60).

В целом, применение азотных удобрений оказало существенное влияние на формирование ассимилирующей поверхности листьев. Однако дополнительное внесение азотных удобрений в подкормку достоверного прироста листового аппарата не дало.

Закономерности в формировании площади листового аппарата были примерно одинаковыми во все годы исследований, с той лишь разницей, что суммарная ассимиляционная площадь зависела от метеорологических условий вегетационного периода.

¹Опытное дело в полеводстве. Под ред. Г. Ф. Никитенко. М.: Россельхозиздат, 1982. С. 76-79.

Таблица 1 – Влияние азотных удобрений на площадь листовой поверхности по фазам развития растений овса, тыс. м²/га (в среднем за три года) / Table 1 – The effect of nitrogen fertilizers on leaf surface area by phases of oat plant development, thousand m²/ha (over three years on average)

Вариант / Variant		Фаза развития растений / Phase of plant development			
сорт (фактор А) / variety (factor A)	удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)	кущение / tillering	выход в трубку / shooting	выметывание / heading of panicle	молочная спелость / milky ripeness
Горизонт / Horizon	Без удобрений / Without fertilizers	11,5	30,5	20,3	13,4
	N60	13,1	30,7	21,6	14,8
	N60 + N30	12,6	29,5	20,8	14,0
Кречет / Krechet	Без удобрений / Without fertilizers	12,2	28,9	20,5	14,0
	N60	13,6	30,3	21,3	14,4
	N60 + N30	13,8	30,2	21,2	14,7
Эклипс / Eclipse	Без удобрений / Without fertilizers	9,8	24,6	18,3	11,6
	N60	12,0	28,4	20,3	13,7
	N60 + N30	12,1	28,4	19,8	13,2
Вятский / Vyatsky	Без удобрений / Without fertilizers	10,0	24,1	18,2	12,0
	N60	12,4	22,4	17,4	11,4
	N60 + N30	12,5	22,0	17,2	13,1
Першерон / Persheron	Без удобрений / Without fertilizers	9,9	24,0	18,3	11,9
	N60	12,0	29,0	20,3	13,7
	N60 + N30	12,5	21,9	17,0	13,4
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		0,6	1,1	0,9	0,4
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (сорт / variety)		0,3	0,8	0,5	0,2
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		0,2	0,6	0,4	0,1

Овес отличается быстрыми темпами накопления сухой биомассы растений в начальный период своего развития [10]. В наших опытах накопление сухого вещества происходило пропорционально формированию ассимиляционной поверхности листового аппарата и увеличивалось с возрастом растений овса (табл. 2). Однако, если ассимилирующая поверхность листьев овса достигала максимума к моменту выметывания метелки, то накопление сухого вещества продолжалось вплоть до полной спелости культуры.

Более высокая воздушно-сухая масса отмечалась у пленчатого сорта Кречет. Голозерные сорта овса заметно уступали по этому показателю пленчатым сортам и практически не отличались друг от друга по накоплению сухого вещества. Отмечено существенное

накопление сухого вещества у сортов Вятский и Першерон на фоне внесения предпосевной дозы азотных удобрений с дополнительной подкормкой в фазу кушения культуры (вариант N60 + N30). Применение минеральных азотных удобрений оказало существенное влияние на динамику накопления сухого вещества. К примеру, сорт Кречет в варианте при предпосевном внесении азота в дозе N60 обеспечил прибавку воздушно-сухой массы в среднем по фазам развития на 24% по сравнению с контролем, а при комбинированном внесении азота (N60 + N30) этот прирост составил 28%.

Фотосинтетический потенциал (ФП) – это параметр, характеризующий возможность использования растениями активной солнечной радиации для процесса фотосинтеза в течение вегетации [11].

Таблица 2 – Влияние азотных удобрений на воздушно-сухую массу растений, г/м² (в среднем за три года) / Table 2 – The effect of nitrogen fertilizers on air-dry mass of plants, g/m² (over three years on average)

Вариант / Variant		Фаза развития растений / Phase of plant development			
сорт (фактор А) / variety (factor A)	удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)	кущение / tillering	выход в трубку / shooting	выметывание / heading of panicle	молочная спелость / milk ripeness
Горизонт / Horizon	Без удобрений/ Without fertilizers	8,72	13,07	39,03	65,46
	N60	10,98	16,46	49,14	82,34
	N60 + N30	12,12	18,17	54,26	90,75
Кречет / Krechet	Без удобрений/ Without fertilizers	9,86	14,79	44,15	73,91
	N60	12,25	18,37	54,85	91,71
	N60 + N30	12,66	18,98	56,66	94,73
Эклипс / Eclipse	Без удобрений/ Without fertilizers	7,40	11,10	33,13	55,54
	N60	9,44	14,16	42,27	70,76
	N60 + N30	11,20	16,78	50,11	83,74
Вятский / Vyatsky	Без удобрений/ Without fertilizers	7,23	10,84	32,35	54,20
	N60	9,59	14,37	42,92	71,80
	N60 + N30	10,07	15,09	45,06	75,32
Першерон / Persheron	Без удобрений/ Without fertilizers	7,24	10,86	32,42	54,32
	N60	9,37	14,05	41,95	70,25
	N60 + N30	10,02	15,03	44,86	75,02
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		0,58	0,61	0,83	0,89
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (сорт / variety)		0,29	0,35	0,5	0,46
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		0,21	0,22	0,32	0,37

Фотосинтетический потенциал растений овса тесно связан с площадью листовой поверхности [12]. Максимальное значение ФП приходится на период «выход в трубку-выметывание» (551,2-684,7 см²/сут), так как к фазе выхода в трубку ассимиляционная поверхность у сортов овса имеет наибольшее развитие. В период «выметывание-молочная спелость» эффективность работы листового аппарата во многом определяется устойчивостью сортов к биотическим и абиотическим факторам среды [13].

Проведенные по основным периодам вегетации ярового овса расчеты фотосинтетического потенциала показали (табл. 3), что по всем изучаемым сортам в начальный период вегетации (фаза кущения) фотосинтетический потенциал был наименьшим (от 367 до 474 тыс. м² сут/га). В фазу молочной спелости отмечен наивысший уровень фотопотенциала (от 1186 до 1506 тыс. м² сут/га).

Исследования показали, что при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в./га происходило достоверное увеличение ФП за вегетацию по пленчатым сортам на 5-15% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения. У голозерных сортов данный показатель существенно изменялся только по сорту Першерон (увеличение на 17% по сравнению с контрольным вариантом). При дополнительном внесении 30 кг/га азотных удобрений в подкормку по всем сортам не выявлено достоверного дальнейшего увеличения ФП относительно варианта с внесением минерального азотного в дозе 60 кг д. в. на га.

Далее был произведен расчет чистой продуктивности фотосинтеза – показателя, характеризующего общее количество сухой биологической массы, накопленной растениями за сутки в расчете на 1 м² листьев (табл. 4).

Таблица 3 – Влияние азотных удобрений на фотосинтетический потенциал растений ярового овса, тыс. м² сут/га (в среднем за три года) /

Table 3 – The effect of nitrogen fertilizers on photosynthetic potential of spring oat plants, thousand m² day/ha (over three years on average)

Вариант / Variant		Фаза развития растений / Phase of plant development			
сорт (фактор А) / variety (factor A)	удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)	кущение / tillering	выход в трубку / shooting	выметывание / heading of panicle	молочная спелость / milk ripeness
Горизонт / Horizon	Без удобрений/ Without fertilizers	456	836	505	1423
	N60	474	865	547	1506
	N60 + N30	453	835	523	1435
Кречет / Krechet	Без удобрений/ Without fertilizers	443	818	517	1413
	N60	471	857	538	1484
	N60 + N30	473	856	541	1491
Эклипс / Eclipse	Без удобрений/ Without fertilizers	373	708	449	1209
	N60	435	806	510	1390
	N60 + N30	434	801	497	1367
Вятский / Vyatsky	Без удобрений/ Without fertilizers	369	700	453	1205
	N60	374	660	433	1186
	N60 + N30	371	651	455	1206
Першерон / Persheron	Без удобрений/ Without fertilizers	367	699	453	1202
	N60	443	817	512	1406
	N60 + N30	369	645	457	1207
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		14	18	16	21
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (сорт / variety)		6	9	7	10
НСР ₀₅ /LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		4	7	5	8

Самый высокий показатель ЧПФ среди изучаемых сортов отмечен у сорта Кречет в межфазный период «выход в трубку-выметывание» на фоне применения азотных удобрений N60 + N30. У голозерных сортов этот показатель несколько ниже, чем у пленчатых. При внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в./га происходило увеличение ЧПФ в межфазный период «кущение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 23%, Кречета на 22, Эклипс на 15, Вятского на 44, Першерона на 11% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения. В межфазный период «выход в трубку-выметывание» увеличение ЧПФ происходило по следующим сортам: у Горизонта на 17%, Кречета на 22, Эклипс

на 14, Вятского на 42, Першерона на 15% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

При дополнительном внесении 30 кг/га азотных удобрений в подкормку отмечено дальнейшее увеличение ЧПФ в межфазный период «кущение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 46%, Кречета на 26, Эклипс на 42, Вятского и Першерона на 56% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения. В межфазный период «выход в трубку-выметывание» увеличение ЧПФ происходило по следующим сортам: у Горизонта на 39%, Кречета на 25, Эклипса и Вятского на 43, Першерона на 41% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

Таблица 4 – Влияние азотных удобрений на чистую продуктивность фотосинтеза, г/м² в сутки (в среднем за 3 года) / Table 4 – The effect of nitrogen fertilizers on net productivity of photosynthesis, g/m² per day (for 3 years on average)

<i>Вариант / Variant</i>		<i>Межфазный период развития растений / Phase of plant development</i>	
<i>сорт (фактор А) / variety (factor A)</i>	<i>удобрение (фактор В) / fertilizer (factor B)</i>	<i>кущение – выход в трубку / tillering – shooting</i>	<i>выход в трубку – выметывание / shooting-heading of panicle</i>
Горизонт / Horizon	Без удобрений / Without fertilizers	3,12	5,22
	N60	3,85	6,12
	N60 + N30	4,55	7,27
Кречет / Krechet	Без удобрений / Without fertilizers	3,71	5,89
	N60	4,52	7,19
	N60 + N30	4,67	7,38
Эклипс / Eclipse	Без удобрений / Without fertilizers	3,14	5,00
	N60	3,61	5,71
	N60 + N30	4,46	7,17
Вятский / Vyatsky	Без удобрений / Without fertilizers	3,14	4,88
	N60	4,53	6,91
	N60 + N30	4,89	6,99
Першерон / Persheron	Без удобрений / Without fertilizers	3,14	4,88
	N60	3,50	5,62
	N60 + N30	4,89	6,89
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ (част. разл. / particular differences)		0,79	0,84
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ (сорт / variety)		0,35	0,41
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ (удобрения / fertilizers)		0,24	0,33

Заключение. Таким образом, наиболее быстрое формирование листового аппарата отмечено у пленчатых сортов овса Горизонт и Кречет в фазу выхода в трубку при внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в. (30,3-30,7 тыс. м²/га). Однако дополнительное внесение азотных удобрений в подкормку в целом достоверного прироста листового аппарата не дало. Самый высокий показатель ЧПФ среди изучаемых сортов отмечен у пленчатых сортов в межфазный период «выход в трубку-выметывание» на фоне применения азотных удобрений N60 + N30 (7,17-7,38 г/м²).

У голозерных сортов этот показатель несколько ниже, чем у пленчатых. При внесении азотных удобрений в дозе 60 кг д. в./га происходило увеличение ЧПФ в межфазный период «кущение-выход в трубку» по следующим сортам: у Горизонта на 23%, Кречета на 21, Эклипс на 15, Вятского на 44, Першерона на 11%. При дополнительном внесении N30 в подкормку отмечено дальнейшее увеличение ЧПФ у Горизонта на 46%, Кречета на 26, Эклипс на 42, Вятского и Першерона на 56% относительно варианта без внесения минерального азотного удобрения.

Список литературы

1. Ясониди О. Е., Иванова Н. А., Гостищев В. Д. Фотосинтез с элементами математического программирования урожайности сельскохозяйственных культур. Под ред. О. Е. Ясониди. Новочеркасск, 2007. 52 с.
2. Кошкин В. А., Лоскутов И. Г., Солдатов В. Н., Матвиенко И. П. Овес. Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности. Каталог мировой коллекции ВИР. СПб., 2003. Вып. 739. 20 с.

3. Игитова Н. С. Фотосинтетическая деятельность овса в связи с обеспеченностью минеральным питанием. Доклады ТСХА. Вып. 159. М., 1970. С.12-15.
4. Сабирова Т. П., Щукин С. В., Сабиров Р. А., Носкова Е. В. Фотосинтетический потенциал и продуктивность вико-овсяной смеси в зависимости от обработки почвы и удобрений в условиях Северо-Западного региона. Вестник АПК Верхневолжья. 2019;(1(45)):16-21. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37206427>
5. Гулянов Ю. А. Продуктивность фотосинтеза озимой пшеницы. Земледелие. 2006;(6):29-31.
6. Усанова З. И., Гуляев М. В. Влияние фона минерального питания и нормы высева на продуктивность посевов яровых зерновых культур в условиях Верхневолжья. Достижения науки и техники АПК. 2011;(11):24–27. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17067626>
7. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовии: методическое руководство. Под ред. А. М. Гурьянова. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2003. 425 с.
8. Ничипорович А. А. Некоторые принципы комплексной оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений. Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. М.: Колос, 1970. С. 120-127.
9. Гостаева А. Г., Лапина В. В., Еремина Т. А. Сортовая технология возделывания овса. Зерновое хозяйство. 2002;(8):13-14.
10. Митрофанов А. С., Митрофанова К. С. Овес. Изд. 2-е перераб. М.: Колос, 1972. 269 с.
11. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 136 с.
12. Смолин Н. В., Кузнецов Д. А., Елчев О. А., Казейкин А. А. Влияние азотных удобрений на фотосинтетическую деятельность и урожайность пленчатых и голозерных сортов ярового овса. Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Владикавказ: изд-во ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2017. С. 47-49.
13. Козлова Г. Я., Акимова О. В. Ассимиляционная поверхность пленчатых и голозерных сортов овса в условиях Западной Сибири. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008;(10 (190)):19-25. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11609231>

References

1. Yasonidi O. E., Ivanova N. A., Gostishchev V. D. *Fotosintez s elementami matematicheskogo programmirovaniya urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [Photosynthesis with the elements of mathematical programming of the agricultural crops yields]. *Pod red. O. E. Yasonidi*. Novocherkassk, 2007. 52 p.
2. Koshkin V. A., Loskutov I. G., Soldatov V. N., Matvienko I. P. *Oves. Kharakteristika obraztsov po fotoperiodicheskoy chuvstvitel'nosti. Katalog mirovoy kolleksii VIR*. [Oats. Characteristics of samples by photoperiodic sensitivity. Catalogue of the world collection VIR]. Saint-Petersburg, 2003. Iss. 739. 20 p.
3. Igitova N. S. *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' ovsa v svyazi s obespechennost'yu mineral'nym pitaniem*. [Photosynthetic activity of oats in connection with the provision of mineral nutrition]. *Doklady TSKhA*. Iss. 159. Moscow, 1970. pp. 12-15.
4. Cabirova T. P., Shchukin S. V., Sabirov R. A., Noskova E. V. *Fotosinteticheskiy potentsial i produktivnost' viko-ovsyanoj smesi v zavisimosti ot obrabotki pochvy i udobreniy v usloviyakh Severo-Zapadnogo regiona*. [Photosynthetic Potential and Productivity of the Vetch-Oat Mixture Depending on Tillage and Fertilizer in the North-West Region]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* = Bulletin of the AIC of the Upper Volga. 2019;(1(45)):16-21. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37206427>
5. Gulyanov Yu. A. *Produktivnost' fotosinteza ozimoy pshenitsy*. [Productivity of photosynthesis of winter wheat. Agriculture]. *Zemledelie*. 2006;(6):29-31. (In Russ.).
6. Usanova Z. I., Gulyaev M. V. *Vliyanie fona mineral'nogo pitaniya i normy vyseva na produktivnost' posevov yarovykh zernovykh kul'tur v usloviyakh Verkhnevolzh'ya*. [Influence of the background mineral food and norms of seeding on efficiency of crops of summer grain crops in the conditions of the upper Volga region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2011;(11):24-27. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17067626>
7. *Adaptivnye tekhnologii vozdelvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh Respubliki Mordovii: metodicheskoe rukovodstvo*. [Adaptive technologies of cultivation of agricultural crops in the Republic of Mordovia: methodological guidance]. *Pod red. A. M. Gur'yanova*. Saransk: *Izd-vo Mordovskogo un-ta*, 2003. 425 p.
8. Niciporovich A. A. *Nekotorye printsipy kompleksnoy optimizatsii fotosinteticheskoy deyatel'nosti i produktivnosti rasteniy. Vazhneyshie problemy fotosinteza v rastenievodstve*. [Some principles of complex optimization of photosynthetic activity and productivity of plants. The most important problems of photosynthesis in crop production]. Moscow: *Kolos*, 1970. pp. 120-127.
9. Tostaeva A. G., Lapina V. V., Eremina T. A. *Sortovaya tekhnologiya vozdelvaniya ovsa*. [Varietal technology of cultivation of oats]. *Zernovoe khozyaystvo*. 2002;(8):13-14. (In Russ.).

10. Mitrofanov A. S., Mitrofanova K. S. *Oves*. [Oats]. *Izd. 2-e pererab.* Moscow: Kolos, 1972. 269 p.
11. Nichiporovich A. A. *Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rasteniy v posevakh*. [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow: *Izd-vo AN SSSR*, 1961. 136 p.
12. Smolin N. V., Kuznetsov D. A., Elchev O. A., Kazeykin A. A. *Vliyanie azotnykh udobreniy na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i urozhaynost' plenchatykh i golozernykh sortov yarovogo ovs*. [Influence of nitrogen fertilizers on photosynthetic activity and productivity of filmy and naked varieties of spring oats]. *Aktual'nye i novye napravleniya v seleksii i semenovodstve sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Current and new directions in breeding and seed production of agricultural crops: Proceedings of the International scientific and practical Conference.]. Vladikavkaz: *izd-vo FGBOU VO «Gorskiy gosagrouniversitet»*, 2017. pp. 47-49.
13. Kozlova G. Ya., Akimova O. V. *Assimilyatsionnaya poverkhnost' plenchatykh i golozernykh sortov ovs* v usloviyakh Zapadnoy Sibiri. [Assimilative surface of chaffy and hullless oat varieties under conditions of western Siberia]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2008;(10 (190)):19-25. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11609231>

Сведения об авторах

✉ **Кузнецов Дмитрий Александрович**, кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией Мордовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5310-5530>

Ибрагимова Галина Николаевна, зам. заведующего лабораторией крупяных зерновых культур и многолетних трав Мордовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4454-3413>

Калинина Антонина Дмитриевна, зам. заведующего лабораторией озимых и яровых зерновых культур Мордовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-1089>

Information about the authors

✉ **Dmitri A. Kuznetsov**, PhD in Agricultural science, head of the laboratory, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5310-5530>

Galina N. Ibragimova, deputy head of the Laboratory of cereals and perennial grasses, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4454-3413>**

Antonina D. Kalinina, deputy head of the Laboratory of winter and spring grain crops, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: niish-mordovia@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-1089>**

✉ - Для контактов / Corresponding author



<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.632-644>

УДК 338.436.2:338.439.5

Продовольственные цепочки с короткими поставками в развитии сельских территорий

© 2019. А. И. Костяев ✉, Е. А. Шепелева

ФГБНУ «Северо-Западный научно-исследовательский институт экономики и организации сельского хозяйства», Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

В статье представлены результаты исследования возможностей и предпосылок развития сельских территорий на основе реструктуризации агропродовольственной системы на местах. Рассмотрено включение крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ), личных подсобных хозяйств (ЛПХ), сельскохозяйственных потребительских кооперативов (СПоК) и сельскохозяйственных кооперативных рынков (СКР) в продовольственные цепочки с короткими поставками. Исследование проводили на основе данных Росстата в разрезе субъектов Российской Федерации. Осуществлено анкетирование СПоК в Вологодской, Ленинградской и Новгородской областях. Использовали методы корреляционного и социально-экономического анализа. Выявлены группы регионов с высокой долей (60-70%; 71-80%; > 80%) КФХ и ЛПХ в производстве продовольствия как территорий с предпосылками для формирования продовольственных цепочек с короткими поставками. Установлены тенденции сокращения численности СПоК и их локализации в ограниченном числе регионов. В 10 регионах России сосредоточено 52,6% СПоК и размещено 49,2% КФХ их членов. Кооперативами по России в целом охвачено лишь 5,2% всех КФХ. Функционирующие СПоК предоставляют свои услуги только 4% ЛПХ. На основе корреляции рангов Спирмена установлена умеренная теснота прямой связи между числом СПоК и количеством КФХ – членов СПоК (коэффициент корреляции – 0,56) и слабая связь между числом СПоК и количеством обслуживаемых ими ЛПХ (0,08). Сделан вывод, что СПоК могут оказывать существенное влияние на формирование продовольственных цепочек с короткими поставками только в отдельных регионах с развитой кооперативной сетью. Результаты анкетирования СПоК выявили ряд взаимосвязанных проблем по реализации продукции, необходимость развития СКР и других розничных рынков. Управление рынками и в целом продовольственными цепочками предложено осуществлять на основе модели корпоративной социальной ответственности с использованием сельских web-сетей (Rural web).

Ключевые слова: кооперативы, малые формы хозяйствования, розничные рынки, модели, механизмы, альтернативные сети, регионы

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ СЗНИЭСХ (тема № 00668-2014-0008).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Костяев А. И., Шепелева Е. Н. Продовольственные цепочки с короткими поставками в развитии сельских территорий. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(6):632-644. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.632-644>

Поступила: 05.11.2019

Принята к публикации: 27.11.2019

Опубликована онлайн: 16.12.2019

Short supply food chains in rural development

© 2019. Alexander I. Kostyaev ✉, Evgenia A. Shepeleva

Federal State Budget Scientific Institution Northwest Research Institute Economy and Organization of Agriculture, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation

The article presents the results of study of the possibilities and prerequisites for the development of rural territories based on the restructuring of the agri-food system at the local level. The inclusion of peasant farm enterprises, private subsidiary farms, agricultural consumer cooperatives and agricultural cooperative markets into short supply food chains has been observed. The study was conducted on the basis of Rosstat data across the subjects of the Russian Federation. The polling survey was carried out in Vologda, Leningrad and Novgorod regions. The methods of correlation and socio-economic analysis were used. Groups of regions with a high share (60-70%; 71-80%; > 80%) of peasant farms and private subsidiary farms in food production as territories with prerequisites for the formation of short supply food chains were identified. The tendencies of decreasing the number of agricultural consumer cooperatives and their localization in a limited number of regions have been established. In ten regions of Russia 52.6% of agricultural consumer cooperatives are concentrated and 49.2% of peasant farms as their members are located. Cooperatives in Russia as a whole cover only 5.2% of all peasant farms. Operating agricultural consumer cooperatives provide their services only to 4% of private subsidiary farms. Based on the correlation of Spearman's ranks, a moderate tightness of the direct relationship between the number of agricultural consumer cooperatives and the number of peasant farms – members of the agricultural consumer cooperatives (correlation coefficient is 0.56) and a weak relationship between the number of agricultural consumer cooperatives and the number of private subsidiary farms served by them (0.08) has been established.

It is concluded that agricultural consumer cooperatives can have a significant impact on the formation of short supply food chains only in certain regions with a developed cooperative network. The results of the questionnaire of agricultural consumer cooperatives have revealed a number of interrelated problems concerning the sale of products, the need for the development of agricultural cooperative markets and other retail markets. It was proposed to manage markets and food chains in general on the basis of a corporate social responsibility model using rural web networks (Rural web).

Key words: cooperatives; small business forms; retail markets; models; mechanisms; alternative networks; regions

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of the Federal State Budget Scientific Institution Northwest Research Institute Economy and Organization of Agriculture (theme No. 00668-2014-0008).

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

For citation: Kostyaev A. I., Shepeleva E. A. Short supply food chains in rural development. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):632-644. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.632-644>

Received: 05.11.2019

Accepted for publication: 27.12.2019

Published online: 16.12.2019

Важным процессом в рамках перехода от экзогенно-отраслевой модели развития сельских территорий к эндогенно-территориальной является формирование продовольственных цепочек с короткими поставками [1]. В образовании таких цепочек участвуют сельскохозяйственные потребительские кооперативы, крестьянские (фермерские) хозяйства (КФХ), местные розничные рынки, малые и средние сельскохозяйственные организации, личные подсобные хозяйства населения (ЛПХ), объединёнными усилиями которых могут быть созданы локальные продовольственные сети, альтернативные глобальным. Центральное место принадлежит сельскохозяйственным потребительским кооперативам.

Сельскохозяйственная потребительская кооперация является предметом изучения многих отечественных ученых-экономистов. Основы теории кооперации были заложены ещё в дореволюционной России М. И. Туган-Барановским [2], А. В. Чаяновым [3], А. Н. Челинцевым [4] и др.

Среди современных учёных проблемы развития кооперации исследовали И. Н. Буздалов, Г. И. Шмелев, В. И. Назаренко, В. Д. Мартынов, Л. А. Овчинцева, А. В. Петриков, Е. В. Серова, Р. Г. Янбых, В. А. Сарайкин и др. [5, 6, 7, 8, 9]. Перспективы развития кооперации в свете теории прав собственности исследовала Г. Н. Никонова [10]. Ранее нами изучались различные аспекты развития кооперации как в методологическом аспекте [11, 12], так и прикладном – относительно Северо-Запада РФ [13, 14].

В зарубежной научной литературе кооперация (наряду с созданием фермерских рынков и организацией прямых продаж) рассматривается в качестве механизма формирования продовольственных цепочек с короткими поставками, приближающими производителей и потребителей друг к другу, предоставляющи-

ми населению качественные продукты и способствующими развитию сельских территорий [15]. При этом, как считают известные британские учёные Т. Marsden и Е. Smith, происходит «переплетение производителей и потребителей внутри и через территорию, что укореняет цепочки поставок в определенном пространстве» [16, с. 443].

По мнению нидерландского исследователя Н. Wiskerke, альтернативные агропродовольственные сети облегчают создание добавленной стоимости, сохранение сельской среды, сокращение продовольственного транспорта, формирование социального капитала и восстановление доверия к агропродовольственной системе со стороны общества [17].

Работы зарубежных учёных указывают на то, что вопросы формирования продовольственных цепочек с короткими поставками тесно связаны с развитием сельских территорий, что требует изучения предпосылок, создаваемых для этого сельскохозяйственными потребительскими кооперативными структурами (кооперативами и рынками) и хозяйствами малых форм (КФХ и ЛПХ).

Цель исследования – поиск возможностей формирования продовольственных цепочек с короткими поставками и установление роли в этом потребительских кооперативных структур и малых форм хозяйствования, в совокупности способствующих пространственному развитию сельских территорий.

Материал и методы. Исследование проводили на основе данных Росстата с использованием итогов Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года (ВСХП-2016). Более углубленное изучение проблем развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов осуществляли на материалах Вологодской, Новгородской и Ленинградской областей методом анкетирования. Кроме того, применя-

лись методы группировки, социально-экономического и корреляционного анализа.

Результаты и их обсуждение. Продовольственные цепочки с короткими поставками могут быть сформированы на территории тех районов, где есть хозяйства малых форм (КФХ и ЛПХ), сельскохозяйственные потребительские не кредитные кооперативы (СПоК), сельскохозяйственные розничные рынки в различных сочетаниях друг с другом. При этом недостаток некоторых из них не означает отсутствия возможности создания таких цепочек, так как процесс этот диалектический и,

благодаря взаимосвязи и взаимозависимости звеньев, наличие одних из них создает предпосылки для возникновения других.

Хозяйства малых форм. Основными производителями, чья продукция формирует короткие цепочки поставок и выступает базой для развития СПоК, являются крестьянские (фермерские) хозяйства и личные подсобные хозяйства населения.

В последние годы в целом по России наметилась стойкая тенденция сокращения производства продукции ЛПХ и роста его в КФХ (рис. 1).

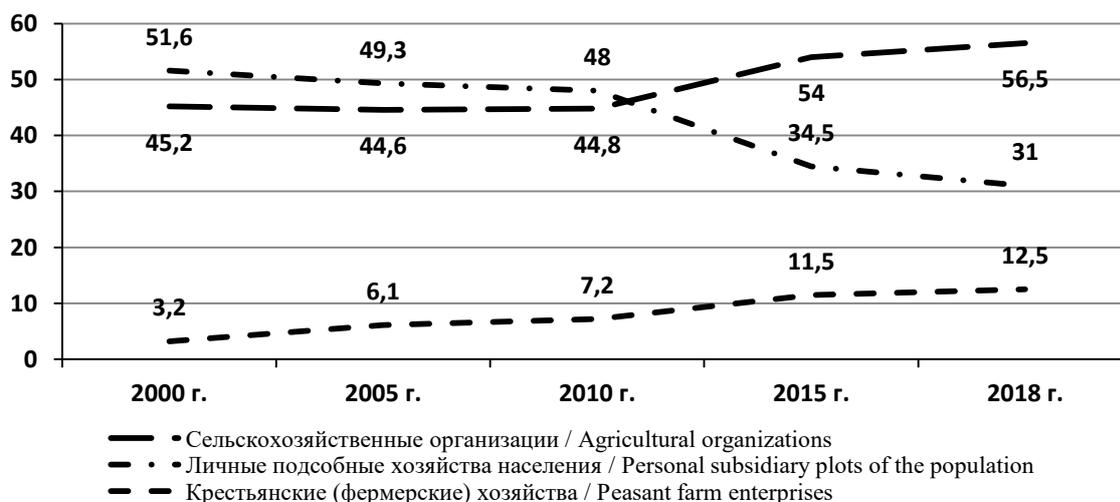


Рис. 1. Удельный вес категорий хозяйств в общем объеме производства продукции сельского хозяйства Российской Федерации в 2000-2018 гг., % /

Fig. 1. The proportion of categories of farms in the total agricultural production of the Russian Federation in 2000-2018, %

В 2018 г. в структуре производства сельскохозяйственной продукции по стране в целом КФХ и ЛПХ суммарно занимали 43,5%. Вместе с тем, 23 региона имели этот показатель на уровне 60% и выше, в том числе: 9 из них (60-70%), 4 – (71-80%), 10 регионов (свыше 80%) (табл. 1). Из данных таблицы 1 видно, что доминирование хозяйств малых форм характерно для регионов юга России, расположенных вдоль государственной границы.

Имеются также ареалы на севере страны: Республика Саха (Якутия), Магаданская область и Ханты-Мансийский автономный округ. Концентрация КФХ и ЛПХ создаёт в этих регионах предпосылки для развития СПоК, формирования продовольственных цепочек с короткими поставками и, в конечном счёте, образования альтернативных сетей.

Большинство регионов являются территориями проживания коренных народов Кавказа, Сибири и Крайнего Севера с традиционными

структурами производства и потребления продовольствия, что также является фактором, способствующим созданию альтернативных продовольственных сетей. Глобальные продовольственные сети, проникая в эти национальные регионы, несут туда чуждую местному населению структуру потребления, предлагают универсальные продукты низкого качества.

Остальные регионы России, с точки зрения представительства в структуре производства хозяйств малых форм, имеют менее значимые предпосылки формирования продовольственных цепочек с короткими поставками, но и в них имеются возможности для их создания, в особенности в отдалённых периферийных районах.

Сельскохозяйственные потребительские кооперативы

Сельскохозяйственные потребительские кооперативы являются важным звеном в цепочке коротких поставок, объединяя КФХ и ЛПХ с сельскохозяйственными розничными рынками.

Таблица 1 – Группировка субъектов Российской Федерации с удельным весом в структуре производства хозяйств малых форм 60% и выше, по данным 2018 года /
Table 1 – Grouping of subjects of the Russian Federation with the proportion in production structure of small-scale farms of 60% and more, according to 2018 data

<i>Группировочные признаки, % /</i> <i>Grouping indices</i>	<i>Субъекты Российской Федерации /</i> <i>Subjects of the Russian Federation</i>
60-70	Республика Башкортостан (61%), Курганская область (61,7%), Саратовская область (63,2%), Республика Адыгея (64%), Карачаево-Черкесская Республика (64,9%), Республика Бурятия (68,5%), Кабардино-Балкарская Республика (69%), Оренбургская область (69%), Республика Северная Осетия-Алания (69,2%) / Republic of Bashkortostan (61%), Kurgan region (61.7%), Saratov region (63.2%), Republic of Adygea (64%), Karachay-Cherkess Republic (64.9%), Republic of Buryatia (68, 5%), Kabardino-Balkar Republic (69%), Orenburg region (69%), Republic of North Ossetia-Alania (69.2%)
71-80	Республика Саха (Якутия) (72,6%), Еврейская автономная область (76,9%), Хабаровский край (77,1%), Чеченская Республика (78,3%) / Republic of Sakha (Yakutia) (72.6%), Jewish Autonomous Region (76.9%), Khabarovsk Territory (77.1%), Chechen Republic (78.3%)
Более 80 / More than 80	Магаданская область (82,5%), Республика Хакасия (82,7%), Республика Алтай (83,9%), Республика Тыва (86%), Республика Ингушетия (87,4%), Астраханская область (87%), Забайкальский край (87,4%), Республика Дагестан (87,5%), Республика Калмыкия (88,3%), Ханты-Мансийский автономный округ (88,4%) / Magadan Region (82.5%), Republic of Khakassia (82.7%), Republic of Altai (83.9%), Republic of Tuva (86%), Republic of Ingushetia (87.4%), Astrakhan Region (87%), Zabaykalsky Krai (87.4%), the Republic of Dagestan (87.5%), the Republic of Kalmykia (88.3%), the Khanty-Mansi Autonomous Okrug (88.4%).

Источник: разработка авторов на основе данных Росстата / Source: development of the authors based on Rosstat data

Всплеск роста численности СПоК произошёл в ходе реализации ПНП «Развитие АПК», когда в 2006-2007 гг. возникло 2278 таких кооперативов при плане 1550. Кроме того, было создано 1050 кредитных кооперативов вместо 1000 запланированных. Процесс роста СПоК продолжался и в период реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции сырья и продовольствия на 2008-2012 гг. (далее – Госпрограммы). Их численность, по данным Минсельхоза России, на начало 2013 года составила 7314 единиц.

Из ведомственной отчётности Минсельхоза России (форма ГП-18) следует, что на 1 января 2017 года значилось 4458 СПоК и 1381 кредитных кооперативов. По данным Росстата, на 1.01.2019 г. в России было зарегистрировано 2132 СПоК. Как видим, данные Росстата и Минсельхоза России расходятся между собой более чем в два раза. Такая же нестыковка существует между данными Минсельхоза России и Федерального союза сельскохозяйственных потребительских кооперативов (рис. 2).

Исследования показывают, что сельскохозяйственные потребительские кооперативы размещены по территории России неравномерно. В таблице 2 приведён перечень регионов России (ТОП-10) с наибольшим количеством кооперативов по данным на начало 2017 года. Сравнение данных таблиц 1 и 2 показывает, что только в Республике Саха (Якутия) и Забайкальском крае, отличающихся высоким удельным весом малых форм хозяйствования в структуре производства продукции сельского хозяйства, получили достаточное развитие сельскохозяйственные потребительские кооперативы.

Для прояснения сложившейся ситуации воспользуемся данными ВСХП-2016, в которой есть показатели численности СХО и КФХ – членов СПоК и количества ЛПХ, получившие от кооперативов в 2015-2016 гг. различного рода услуги (табл. 3). Как следует из данных таблицы 3, удельный вес КФХ – членов кооперативов в регионах из списка ТОП-10 от итога по стране в 2015-2016 гг. практически тот же, что и аналогичный показатель относительно численности самих кооперативов (табл. 2).

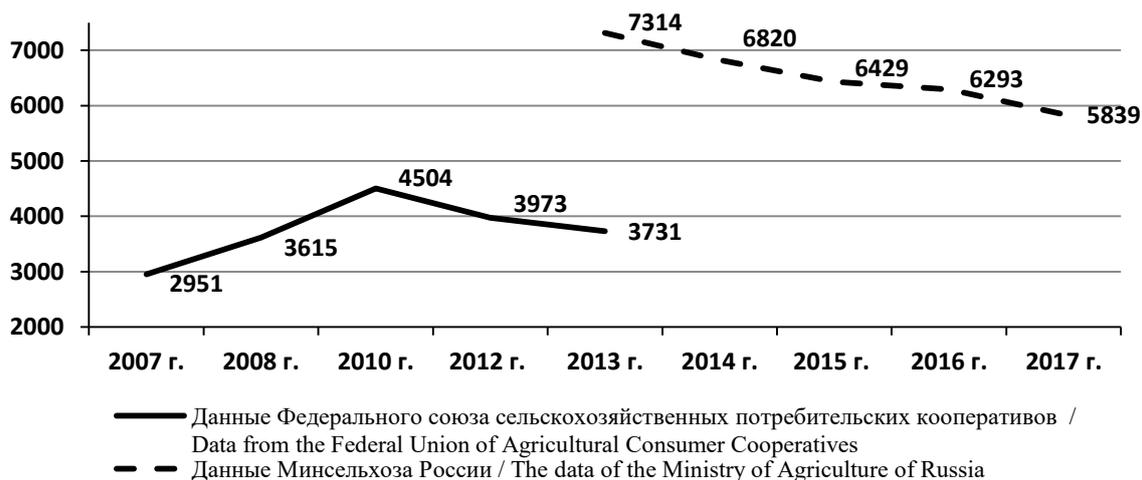


Рис. 2. Численность сельскохозяйственных потребительских кооперативов, по состоянию на начало года [18, 19] /

Fig.2. The number of agricultural consumer cooperatives, by the beginning of the year [18, 19]

Таблица 2 - Субъекты Федерации с наибольшим числом действующих сельскохозяйственных потребительских кооперативов (ТОП-10), данные на 1.01.2017 г. /

Table 2 – The subjects of the Russian Federation with the largest number of operating agricultural consumer cooperatives (TOP-10), data by 1.01.2017

Субъект Федерации / Subject of the Federation	Численность сельскохозяйственных потребительских кооперативов, единиц / The number of agricultural consumer cooperatives, units		Удельный вес работающих кооперативов, % / The proportion of operating cooperatives, %.	Справочно: численность кооперативов на 01.01.2013 г. / For reference: number of cooperatives by 01.01.2013
	работающие / operating	всего / total		
1. Липецкая область / Lipetsk region	711	846	84	480
2. Пензенская область / Penza region	559	720	78	761
3. Республика Саха (Якутия) / The Republic of Sakha (Yakutia)	159	373	43	564
4. Тюменская область / Tyumen region	112	148	76	165
5. Волгоградская область / Volgograd region	104	140	74	155
6. Забайкальский край / Transbaikal region	74	96	77	113
7. Красноярский край / Krasnoyarsk region	73	81	90	248
8. Иркутская область / Irkutsk region	64	182	42	143
9. Краснодарский край / Krasnodar region	63	124	51	139
10. Республика Мордовия / The Republic of Mordovia	55	146	38	198
Итого ТОП-10 / Total TOP 10	1974	2856	69	2966
Российская Федерация, всего / Russian Federation, total	3750	5839	64	6913
Удельный вес ТОП-10 в Российской Федерации / TOP-10 proportion in the Russian Federation	52,6	48,9	+5 п.п.	42,9

Источник: разработка авторов по данным Минсельхоза России 2017 г. [18], 2013 г. [19] / Source: development of the authors according to the Ministry of Agriculture of Russia in 2017 [18], 2013 [19]

Таблица 3 – Показатели членства в сельскохозяйственных потребительских кооперативах субъектов Российской Федерации из числа ТОП-10 и получения их услуг ЛПХ в 2015-2016 гг. / Table 3 – Indicators of membership of subjects of the Russian Federation from the TOP 10 in agricultural consumer cooperatives and receiving their services by private subsidiary farms in 2015-2016

Субъект Российской Федерации / Subject of the Russian Federation	Сельские товаропроизводители – члены сельскохозяйственных потребительских кооперативов / Rural producers – members of agricultural consumer cooperatives			ЛПХ, обслуживаемые в 2015-2016 гг. сельскохозяйственными потребительскими кооперативами / Private subsidiary farms served by agricultural consumer cooperatives in 2015-2016	
	СХО, ед. / Agricultural organization, units	КФХ		число, ед. / number, units.	доля в % от всех ЛПХ / proportion in % of all private subsidiary farms
		ед. / units	доля в % от всех КФХ / proportion in % of all peasant farm enterprises		
1. Липецкая область / Lipetsk region	24	105	14,2	82	0,04
2. Пензенская область / Penza region	9	25	2,3	4171	1,9
3. Республика Саха (Якутия) / The Republic of Sakha (Yakutia)	111	806	34,3	2407	3,6
4. Тюменская область / Tyumen region	31	122	17,8	8975	4,6
5. Волгоградская область / Volgograd region	65	440	14,8	4924	2,9
6. Забайкальский край / Transbaikal region	30	123	15,7	2565	1,5
7. Красноярский край / Krasnoyarsk region.	29	80	7,2	4056	1,2
8. Иркутская область / Irkutsk region	0	203	13,2	6416	3,6
9. Краснодарский край / Krasnodar region	20	395	5,9	13221	1,9
10. Республика Мордовия / The Republic of Mordovia	22	8	1,8	3252	2,1
Итого ТОП-10 / Total TOP-10	341	2307	12,6	50069	2,1
Российская Федерация, всего / Russian Federation, total	984	4691	5,2	548679	4,0
Удельный вес ТОП-10 в Российской Федерации, % / TOP-10 proportion in the Russian Federation, %	34,7	49,2	x	9,1	x

Источник: разработка авторов на основе данных ВСХП-2016 /

Source: development of the authors based on the data of the All-Russian Agricultural Census of 2016

При этом доля КФХ, являющихся членами сельскохозяйственных потребительских кооперативов, в регионах, входящих в ТОП-10, существенно (на 7,4 процентных пункта) выше, чем в целом по России, а показатели по обслуживанию ЛПХ сельскохозяйственными потребительскими кооперативами в регионах из ТОП-10 заметно ниже, чем в среднем по стране.

В целях статистической оценки тесноты связей между количеством СПоК, с одной сто-

роны, числом КФХ-членов СПоК и численностью ЛПХ, получающих услуги СПоК, с другой стороны, используем коэффициент ранговой корреляции Спирмена, исчисляемый по общеизвестной формуле. В расчёт взяты 76 субъектов Федерации, на сельских территориях которых имелись сельскохозяйственные потребительские кооперативы. Данные по числу КФХ-членов СПоК и численности ЛПХ, получающих услуги СПоК, взяты из итогов ВСХП-2016¹.

¹Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Т.6. Технические средства, производственные помещения и инфраструктура. М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. 526 с. Режим доступа: <https://www.gks.ru/storage/mediabank/VSHP%202016%20T%206.pdf>

Расчёты показали, что между численностью СПоК и КФХ их членами существует определённая прямая связь. В том случае, когда в расчёты было взято количество КФХ, то коэффициент корреляции рангов (0,56) указал на умеренную тесноту связей (табл. 4).

При расчётах с удельным весом КФХ – членов СПоК в общей численности КФХ в регионах данный коэффициент (0,30) отразил слабую связь между исследуемыми показателями, что указывает на низкий в целом охват КФХ членством в СПоК.

Таблица 4 – Расчёт коэффициентов корреляции рангов по Спирмену между численностью СПоК в субъектах Федерации, КФХ – членами СПоК в них и ЛПХ, обслуживаемых кооперативами / Table 4 – Calculation of Spearman rank correlation coefficients between the number of agricultural consumer cooperatives in the subjects of the Federation, peasant farms - members of the agricultural consumer cooperatives in them and private subsidiary farms served by the cooperatives

Этапы расчёта коэффициента корреляции / Stages of calculating the correlation coefficient	Коэффициент корреляции между численностью СПоК в субъектах Федерации / Correlation coefficient between the number of agricultural consumer cooperatives in the subjects of the Federation			
	количеством / quantity		удельным весом / proportion	
	КФХ – членов СПоК / Peasant farms – members of agricultural consumer cooperatives	ЛПХ, обслуживаемых СПоК / Private subsidiary farms served by agricultural consumer cooperatives	КФХ – членов СПоК в общей численности КФХ в регионе / Peasant farms – members of agricultural consumer cooperatives in the total number of peasant farms in the region	ЛПХ, обслуживаемых СПоК, в общей численности ЛПХ в регионе / Private subsidiary farms served by agricultural consumer cooperatives in the total number of private subsidiary farms in the region
$\sum d^2$	32476	67357	51548	75842
$6 \sum d^2$	194856	404142	309291	455052
$n(n^2 - 1)$	438900	438900	438900	438900
$6 \sum d^2 / n(n^2 - 1)$	0,44	0,92	0,70	1,04
$r = 1 - 6 \sum d^2 / n(n^2 - 1)$	0,56	0,08	0,30	-0,04

Коэффициенты корреляции относительно ЛПХ, обслуживаемых СПоК, указывают на крайне слабую их связь с численностью сельскохозяйственных потребительских кооперативов и низкий охват их предоставляемыми услугами.

В целом можно сделать вывод, что, несмотря на усилия органов власти по созданию СПоК, отмечаются тенденции сокращения их численности и локализации в ограниченном числе регионов. Кооперированием охвачено незначительное количество КФХ (по России – 5,2%), а функционирующие СПоК предоставляют свои услуги малому числу ЛПХ (по России – 4%).

При такой ситуации СПоК не могут оказывать существенное влияние на формирование продовольственных цепочек с короткими поставками за исключением отдельных регионов с развитой кооперативной сетью.

В целях выявления проблем развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов нами проведено анкетирование

СПоК и СПКК в Ленинградской, Новгородской и Вологодской областях по методике, разработанной ВИАПИ для мониторинга реализации Госпрограммы.

В результате анкетирования выявлено, что в указанных субъектах Федерации активно функционирует только 7 кооперативов, из которых 4 СПоК и 3 СПКК. Все кооперативы получали консультационные услуги от администраций различных уровней. Большую помощь оказывали им администрации субъектов Федерации (получение бюджетных средств на развитие, предоставление помещений, создание информационно-консультационной службы, выделение средств на субсидирование процентных ставок по кредитам и займам и др.).

Вместе с тем, такие виды поддержки, как предоставление гарантий при получении кредитов и займов, оказание помощи в организации кооперативного сельскохозяйственного рынка, создание гарантийного (залогового) фонда сельскохозяйственным кооперативам не оказывались.

Практически все кооперативы столкнулись с несовершенством нормативно-правовой базы, три из них отметили недостаточность средств, два – слабую помощь со стороны администрации, недостаток квалифицированных кадров, нежелание товаропроизводителей вступать в кооператив, низкие цены на сельскохозяйственное сырье, конкуренцию со стороны импорта, споры с налоговой инспекцией по поводу особенностей налогообложения, недобросовестность пайщиков.

При опросе респондентов относительно мер, способствующих развитию сельскохозяйственных кооперативов в регионе, они не отметили в числе основных мер такие, как «усиление разъяснительной работы и консультационной помощи в оформлении документов на получение кредитов и субсидий, страховки», «открытие новых банков (их филиалов) в районе» и «организацию кредитных кооперативов в районе».

Вместе с тем, анкетирование показало, что те кооперативы, которые своевременно получили необходимую организационную и бюджетную поддержку со стороны государства, в настоящее время успешно развиваются и имеют возможность получать дополнительные преференции.

Основываясь на результатах анкетирования и дополнительного интервьюирования руководителей кооперативов можно сделать следующие выводы относительно причин слабого развития кооперации:

1. Нормативно-правовая база сельской потребительской кооперации, в том числе и система налогообложения, продолжает оставаться несовершенной.

2. Кооперативы ощущают недостаток собственных средств, что не позволяет многим из них получать гранты на развитие своей материально-технической базы.

3. Уровень помощи кооперативам со стороны региональных и местных органов власти, в том числе в отношении субсидирования их деятельности, является недостаточным, а её формы требуют совершенствования.

4. Отмечается нежелание вступать в кооператив КФХ, ЛПХ и других сельских производителей, в связи с опасением их владельцев и руководителей относительно ограничения свободы своих действий, а также боязнью недобросовестности других пайщиков.

5. Существующая территориальная удаленность фермеров одной специализации друг от друга, при неполноте информации о нормативно-правовых основах организации коопера-

тивов, а также о выделяемых грантах, не способствуют дальнейшему развитию кооперации.

6. Многие перерабатывающие предприятия вынуждают кооперативы реализовывать фермерскую продукцию по низким ценам, не рассматривая их в качестве равноправных партнеров.

7. Низкие цены на сельскохозяйственное сырье и конкуренция со стороны импорта воспринимаются респондентами в качестве основных проблем, с которыми сталкиваются кооперативы.

Таким образом, выделяется ряд взаимосвязанных проблем, объединённых вокруг вопроса реализации продукции (низкие цены, конкуренция). Решение этих проблем как раз и возможно при формировании продовольственных цепочек с короткими поставками, которые за счёт их преимуществ способны поднять закупочные цены как у СПоК, так и у хозяйств малых форм, сделав их конкурентоспособными относительно глобальных сетей через развитые розничные сельскохозяйственные рынки.

Розничные сельскохозяйственные рынки. В Федеральном законе РФ «О розничных рынках и внесении изменений в трудовой кодекс Российской Федерации» №271-ФЗ от 30.12.2006 г. предложен механизм решения обозначенных выше проблем посредством формирования сельскохозяйственных кооперативных рынков (СКР).

Вместе с тем, среди охваченных нами опросом кооперативов только один участвовал в создании такого рынка, а остальные респонденты ответили, что они имеют, с одной стороны, проверенные каналы реализации, а с другой – в районах недостаточно кооперативов для организации отдельного рынка. Фактически получается замкнутый круг: КФХ по ряду причин не вступают в кооперативы, но с проблемами и за бесценок реализуют свою продукцию по другим каналам, а малое количество кооперативов сдерживает формирование сельскохозяйственных кооперативных рынков.

Однако, как следует из ФЗ №271 от 30.12.2006 г., СКР представляет собой сельскохозяйственный потребительский кооператив, членами которого могут быть сельскохозяйственные товаропроизводители (граждане и/или юридические лица). Следовательно, для создания СКР не обязательно иметь значительное количество СПоК, а необходимо, чтобы в районе функционировали КФХ и ЛПХ, имеющие достаточный уровень товарности и заинтере-

сованные в реализации своей продукции через сельскохозяйственные кооперативные рынки.

СКР полностью вписываются в концепцию формирования продовольственных цепочек с короткими поставками, приближающими

производителей и потребителей друг к другу и предоставляющими населению качественные продукты и содействующие развитию сельских территорий, но не являются единственными в этом роде (рис. 3).



Рис. 3. Систематизация розничных рынков, торгующих сельскохозяйственными товарами / Fig. 3. Systemization of retail markets selling agricultural products

В систему продовольственных цепочек с короткими поставками также могут входить розничные универсальные рынки, торгующие сельскохозяйственными товарами и фермерские рынки, реализующие органическую продукцию. Целями создания и функционирования рынков являются:

- для муниципальных рынков – предоставление услуг покупателям и продавцам при торговле сельскохозяйственными товарами на территории соответствующих муниципальных образований;

- для частных рынков – получение коммерческой прибыли от организации торговли сельскохозяйственными товарами;

- для кооперативных рынков – обеспечение реализации продукции, производимой участниками кооперативов и содействие другим производителям сельскохозяйственной продукции в её продаже;

- для социальных рынков – получение социальной отдачи от организации торговли сельскохозяйственными товарами на основе социального предпринимательства.

Разнообразие розничных рынков по направлениям торговли различными видами това-

ров, целям их создания и функционирования вряд ли позволит создать единую систему управления ими в пределах федерального округа или отдельного субъекта Российской Федерации на основе административных методов и государственного регулирования. Организация системы рынков по «цеховому» признаку, например, только кооперативных рынков [20], не даст того эффекта от создания продовольственных цепочек с короткими поставками, который необходим для развития сельских территорий. К тому же такие рынки пока крайне малочисленны.

Зарубежные учёные отмечают, что на управление рынками влияет ряд текущих экономических, социальных и политических траекторий, которые в аналитических целях можно свести к отношениям между правительством, гражданским обществом и рынком [21].

В связи с этим А. Midttun [22, 23] и М. Verdonk et al. [24] выделяют три общие модели управления рынками: неолиберализм, государство всеобщего благосостояния и корпоративная социальная ответственность (КСО), различия между которыми заключаются в отношениях между правительством, гражданским обществом и рынком (или отраслями) (табл. 5).

Таблица 5 – Модели управления рынком по А. Midttun [22, 23] и М. Verdonk [24]
Table 5 – The models of managing market by A. Midttun [22, 23] and M. Verdonk [24]

	<i>Нео-либеральная / Neo-liberal</i>	<i>Государство всеобщего благосостояния / The nation of general welfare</i>	<i>Корпоративная социальная ответственность (КСО) / Corporate Social Responsibility (CSR)</i>
Регулирование / Regulation	Самобалансирующаяся экономика, laissez-faire / Self-balancing economy, laissez-faire	Правительственное вмешательство / Government intervention	Мягкое государственное и внутреннее регулирование рынка / Soft governmental and internal market regulation
Роль рынка / Role of market	Поставщики товаров и услуг / Suppliers of goods and services	Промышленный партнер и работодатель / Industrial partner and employer	Социальный партнер и поставщик товаров и услуг / Social partner and supplier of goods and services
Роль правительства / Role of government	Минималистский регулятор несовершенств рынка / Minimalist regulator of market imperfections	Интервенционист и поставщик общественных услуг / Interventionist and public service provider	Партнёр и посредник / Partner and facilitator
Роль гражданского общества / The role of civil society	Индивидуалистическая рабочая сила и потребители / Individualistic workforce and consumers	Рабочие и налогоплательщики / Workers and taxpayers	Заинтересованные и организованные граждане / потребители / Concerned and organized citizens / consumers
Мета-взаимодействие / Meta interaction	Разъединены / Decoupled	Интеграция через политическое посредничество / Integration through political intermediation	Интеграция через неформальное посредничество / Integration through informal intermediation

Источник: Vihinen H., Kroger L. [25, с. 133] / Source: Vihinen H., Kroger L. [25, p. 133].

В нашем случае, мы имеем совокупность различных рынков и сельскохозяйственных потребительских сбытовых кооперативов, которые могут быть управляемы на основе модели корпоративной социальной ответственности (КСО). Модель КСО «стремится объединить лучшее из двух других моделей, подчеркивая возможности саморегулирования рынка и гражданского общества и предоставляя правительству содействующую, а не интервенционистскую роль» [24, с. 3911].

При этом на примере различных моделей мирового рынка кофе и сахара показано, «что модель справедливой является примером модели КСО» [24, с. 3912], так как она, в конечном счёте, направлена на обеспечение консенсуса между рынком, гражданским обществом и правительством.

В качестве механизма, способствующего объединению рынков, кооперативов и КФХ в продовольственные цепочки с короткими поставками, а отдельных сельских территорий в более сложные территориальные системы, следует рассматривать сельские web-сети (Rural web).

В теории и практике сельские web-сети в зарубежной Европе положены в основу про-

цессов развития сельских территорий и в научных публикациях называются «моделью взаимоотношений, взаимодействий, обменов и взаимных внешних эффектов в сельских сообществах» [21, с. 2]. По мнению J. D. Ploeg и T. Marsden, «сеть связывает действия, процессы, людей и ресурсы, и, в то же время, она формирует способы, которыми они разворачиваются» [там же 21, с. 2].

В данном случае создание специальной сельской web-сети продовольственных цепочек с короткими поставками объединит в единое информационное пространство все её звенья от КФХ и ЛПХ до СПоК и различных рынков. В эту же сеть необходимо включить представителей регионального правительства и гражданского общества, что позволит в управлении рынком реализовать модель корпоративной социальной ответственности и ускорить формирование продовольственных цепочек с короткими поставками.

Выводы. В настоящее время население сельских территорий и малых городов в своей основе приобретает продовольственные товары в сетевых супермаркетах и местных магазинах, торгующих привозной продукцией крупных агрохолдингов. Местная продукция

в торговых сетях и магазинах практически отсутствует. Формирование продовольственных цепочек прямых поставок позволит принципиально изменить ситуацию. С одной стороны, создав условия для сбыта местной продукции, прямые поставки будут стимулировать локальное производство, в том числе в ЛПХ и КФХ, с другой, при росте его объемов – активизировать формирование сельскохозяйственных потребительских сбытовых кооперативов и розничных рынков. Замыкание продовольст-

венной цепочки от производителя до потребителя в пределах конкретной территории позволит максимально сократить время продвижения продукции, снизить транспортные и трансакционные издержки, затраты на холодильное и морозильное оборудование, сделает местную продукцию конкурентоспособной. При этом до потребителя будет доходить качественная натуральная продукция в свежем или охлажденном виде. Сельские территории получают новый импульс для своего дальнейшего развития.

Список литературы

1. Костяев А. И. Концептуальные подходы к развитию сельских территорий с учётом европейского опыта. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018;(6 (67)):141-148. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.141-148>
2. Туган-Барановский М. И. Социальные основы кооперации. М.: Изд-во Юрайт, 2016. 418 с.
3. Чаянов А. В. Основные идеи и формы организации сельскохозяйственной кооперации. Избранные труды. М.: Колос, 1993. С. 247-577.
4. Челинцев А. Н. О строительстве сельскохозяйственной кооперации. Харьков: Харьковское общество сельского хозяйства, 1919. 56 с.
5. Буздалов И. Н., Овчинцева Л. А., Петриков А. В., Шмелев Г. И., Янбых Р. Г., Мартынов В. Д., Серова Е. В. Сельскохозяйственная кооперация: теория, мировой опыт, проблемы возрождения в России. М.: Наука, 1997. 256 с.
6. Буздалов И. Н., Шмелев Г. И. Проблемы развития сельскохозяйственной кооперации в переходных условиях. *Вопросы экономики*. 1995;(1):75-85.
7. Буздалов И. Н. Теория и проблемы современного кооперативного движения в России. *Вестник Института экономики Российской академии наук*. 2016;(3):7-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125079>
8. Назаренко В. И. Сельскохозяйственная кооперация. М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2012. 260 с.
9. Сарайкин В. А., Янбых Р. Г. Оценка деятельности сектора сельскохозяйственных потребительских кооперативов на основе анализа показателей финансовой отчетности. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2017;(12):59-64. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30783317>
10. Серков А. Ф., Амосов А. И., Никонова Г. Н. Экономические институты аграрного рынка (состояние и оценка). М.: Изд-во ВНИИЭСХ, 2003. 73 с.
11. Костяев А. И. Концепции развития сельских территорий: методология разработки. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2018;(7):8-12. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35289819>
12. Костяев А. И. Сельскохозяйственная потребительская кооперация как институт саморазвития сельских территорий. *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2018;(2):3-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35356571>
13. Дибиров А. А., Джабраилова Б. С., Наумова Г. А., Шепелева Е. А., Степанова Г. И., Погодина О. В. Теоретические основы и методика моделирования интегрированных, кооперативных формирований в АПК. СПб.: ГНУ СЗНИЭСХ, 2013. 50 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22768998>
14. Шепелева Е. А. Поддержка развития ЛПХ населения в Ленинградской области путем создания системы потребительской кооперации. Развитие ЛПХ: устойчивость, интеграция, стратегия: материалы заседания «круглого стола» Всероссийского научно-исследовательского института экономики, труда и управления в сельском хозяйстве. Отв. за выпуск д.э.н. К. В. Копач. 2007. С. 246-250.
15. Guinjoan E., Badia A., Tulla A. F. The new Paradigm of Rural Development. Territorial Con-Siderations and Reconceptualization using The «Rural Web». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. 2016;(71):495-500. DOI: <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2279>
16. Marsden T., Smith E. Ecological entrepreneurship: sustainable development in local communities through quality food production and local branding. *Geoforum*. 2005;(36(4)):440-451. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2004.07.008>
17. Wiskerke H. On Places Lost and Places Regained: Reflections on the Alternative Food Geography and Sustainable Regional Development. *International Planning Studies*. 2009;(14 (4)):369-387. DOI: <https://doi.org/10.1080/13563471003642803>
18. Куракин А., Гусаков Т. Сельскохозяйственная кооперация в России и за рубежом. *Агротехника и технологии*. 2018;(1). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/opinion/article/29287-selskokhozyaystvennaya-kooperatsiya-v-rossii/> (дата обращения: 30.10.2019 г.).
19. Янбых Р. Г., Морозов А. В., Явкина Г. И. О развитии сельскохозяйственной потребительской кооперации в России. ФАО Региональное бюро по Европе и Центральной Азии. М., 2014. 79 с. Режим доступа: URL: <http://www.fao.org/3/CA1808RU/ca1808ru.pdf>
20. Бахтеев Ю. Д., Частухина Ю. Ю., Казаченко О. В. Формирование и развитие системы сельскохозяйственных кооперативных рынков как направления развития малого бизнеса на селе и повышения его конкурентоспособности. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки*. 2013;(1 (25)):117-125. Режим доступа: https://izvuz_on.pnzgu.ru/on14113

21. Ploeg J. D., Marsden T. (eds). *Unfolding Webs: The Dynamics of Regional Rural Development*. Assen, the Netherlands: Van Gorcum, 2008. 262. URL: <https://www.researchgate.net/publication/283452556>
22. Midttun A. The Weakness of Strong Governance and the Strength of Soft Regulation: Environmental governance in post-modern form. *Innovation-The European Journal of Social Sciences*. 1999;12(2):235-250. DOI: <https://doi.org/10.1080/13511610.1999.9968599>
23. Midttun A. *Realigning Business, Government and Civil Society: The C(S)R model compared to the (neo)liberal and welfare state models*. Paper for the Third Annual Colloquium of the European Academy of Business in Society. 2004. Gent, Belgium.
24. Verdonk M., Deiperink C., Faaij A. P. C. Governance of the Emerging Bioenergy Markets. *Energy Policy*. 2007;35(7):3909-3924. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.028>
25. Ploeg J. D., Marsden T. (eds). *Unfolding Webs: The Dynamics of Regional Rural Development*. Assen, the Netherlands: Van Gorcum, 2008. 129-148. URL: <https://www.researchgate.net/publication/283452556>

References

1. Kostyaev A. I. *Kontseptual'nye podkhody k razvitiyu sel'skikh territoriy s uchetom evropeyskogo opyta*. [Conceptual approaches to the development of rural areas, taking into account the European experience]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;(6 (67)):141-148. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.141-148>
2. Tugan-Baranovskiy M. I. *Sotsial'nye osnovy kooperatsii*. [Social bases of cooperation]. Moscow: *Izd-vo Yurayt*, 2016. 418 p.
3. Chayanov A. V. *Osnovnye idei i formy organizatsii sel'skokhozyaystvennoy kooperatsii. Izbrannye trudy*. [The main ideas and forms of organization of agricultural cooperation]. Moscow: *Kolos*, 1993. pp. 247-577.
4. Chelintsev A. N. *O stroitel'stve sel'skokhozyaystvennoy kooperatsii*. [On the development of agricultural cooperation]. Khar'kov: *Khar'kovskoe obshchestvo sel'skogo khozyaystva*, 1919. 56 p.
5. Buzdalov I. N., Ovchintseva L. A., Petrikov A. V., Shmelev G. I., Yanbykh R. G., Martynov V. D., Serova E. V. *Sel'skokhozyaystvennaya kooperatsiya: teoriya, mirovoy opyt, problemy vozrozhdeniya v Rossii*. [Agricultural cooperation: theory, world experience, problems of revival in Russia]. Moscow: *Nauka*, 1997. 256 p.
6. Buzdalov I. N., Shmelev G. I. *Problemy razvitiya sel'skokhozyaystvennoy kooperatsii v perekhodnykh usloviyakh*. [Problems of the development of agricultural cooperation in transient conditions]. *Voprosy ekonomiki*. 1995;(1):75-85. (In Russ.).
7. Buzdalov I. N. *Teoriya i problemy sovremennogo kooperativnogo dvizheniya v Rossii*. [The theory and the issues of the modern cooperative movement in Russia]. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk = The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2016;(3):7-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26125079>
8. Nazarenko V. I. *Sel'skokhozyaystvennaya kooperatsiya*. [Agricultural cooperation]. Moscow: *ООО «NIPKTS Voskhod-A»*, 2012. 260 p.
9. Saraykin V. A., Yanbykh R. G. *Otsenka deyatelnosti sektora sel'skokhozyaystvennykh potrebitel'skikh kooperativov na osnove analiza pokazateley finansovoy otchetnosti*. [The Evaluation of Agriculture Cooperative Sector Performance on the Base of the Analysis of Their Financial Indicators]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy = Economy of agricultural and processing enterprises*. 2017;(12):59-64. (in Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30783317>
10. Serkov A. F., Amosov A. I., Nikonova G. N. *Ekonomicheskie instituty agrarnogo rynka (sostoyaniye i otsenka)*. [Economic institutions of the agricultural market (state and valuation)]. Moscow: *Izd-vo VNIIESKh*, 2003. 73 p.
11. Kostyaev A. I. *Kontseptsii razvitiya sel'skikh territoriy: metodologiya razrabotki*. [Concept of Rural Areas Development: Methodological Approaches]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy = Economy of agricultural and processing enterprises*. 2018;(7):8-12. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35289819>
12. Kostyaev A. I. *Sel'skokhozyaystvennaya potrebitel'skaya kooperatsiya kak institut samorazvitiya sel'skikh territoriy*. [Agricultural cooperation as an institution self-development of rural areas]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki = Fundamental & applied researches of coop sector of economics*. 2018;(2):3-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35356571>
13. Dibirov A. A., Dzhabrailova B. S., Naumova G. A., Shepeleva E. A., Stepanova G. I., Pogodina O. V. *Teoreticheskie osnovy i metodika modelirovaniya integrirovannykh, kooperativnykh formirovaniy v APK*. [Theoretical framework and methodology modeling integrated, cooperative formations in agriculture]. Saint-Petersburg: *GNU SZNIESKh*, 2013. 50 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22768998>
14. Shepeleva E. A. *Podderzhka razvitiya LPKh naseleniya v Leningradskoy oblasti putem sozdaniya sistemy potrebitel'skoy kooperatsii*. [Supporting the development of private subsidiary farms in the Leningrad Region by creating a system of consumer cooperation]. *Razvitie LPKh: ustoychivost', integratsiya, strategiya: materialy zasedaniya «kruglogo stola» Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ekonomiki, truda i upravleniya v sel'skom khozyaystve*. [Private subsidiary farm development: sustainability, integration, strategy. Proceedings of the «round-table» meeting of the All-Russian Research Institute of Economics, Labor and Management in Agriculture]. *Otv. za vypusk d.e.n. K. V. Kopach*. 2007. pp. 246-250
15. Guinjoan E., Badia A., Tulla A. F. The new Paradigm of Rural Development. Territorial Con-Siderations and Reconceptualization using The «Rural Web». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. 2016;(71):495-500. DOI: <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2279>

16. Marsden T., Smith E. Ecological entrepreneurship: sustainable development in local communities through quality food production and local branding. *Geoforum*. 2005;(36(4)):440-451. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2004.07.008>
17. Wiskerke H. On Places Lost and Places Regained: Reflections on the Alternative Food Geography and Sustainable Regional Development. *International Planning Studies*. 2009;(14 (4)):369-387. DOI: <https://doi.org/10.1080/13563471003642803>
18. Kurakin A., Gusakov T. *Sel'skokhozyaystvennaya kooperatsiya v Rossii i za rubezhom*. [Agricultural cooperation in Russia and abroad]. *Agrotekhnika i tekhnologii*. 2018;(1). (In Russ.). Available at: <https://www.agroinvestor.ru/opinion/article/29287-selskokhozyaystvennaya-kooperatsiya-v-rossii/> (accessed: 30.10.2019).
19. Yanbykh R. G., Morozov A. V., Yavkina G. I. *O razvitiy sel'skokhozyaystvennoy potrebitel'skoy kooperatsii v Rossii*. *FAO Regional'noe byuro po Evrope i Tsentral'noy Azii*. [On the development of agricultural consumer cooperation in Russia]. Moscow, 2014. 79 p. URL: <http://www.fao.org/3/CA1808RU/ca1808ru.pdf>
20. Bakhteev Yu. D., Chastukhina Yu. Yu., Kazachenko O. V. *Formirovanie i razvitie sistemy sel'skokhozyaystvennykh kooperativnykh rynkov kak napravleniya razvitiya malogo biznesa na sele i povysheniya ego konkurentosposobnosti*. [Formation and development of the system of agricultural cooperative markets as a means of development of small scale business in rural area and its competitiveness increase]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennye nauki* = University proceedings. Volga region. Social sciences. 2013;(1 (25)):117-125. (In Russ.). URL: https://izvuz_on.pnzgu.ru/on14113
21. Ploeg J. D., Marsden T. (eds). *Unfolding Webs: The Dynamics of Regional Rural Development*. Assen, the Netherlands: Van Gorcum, 2008. 262. URL: <https://www.researchgate.net/publication/283452556>
22. Midttun A. The Weakness of Strong Governance and the Strength of Soft Regulation: Environmental governance in post-modern form. *Innovation-The European Journal of Social Sciences*. 1999;12(2):235-250. DOI: <https://doi.org/10.1080/13511610.1999.9968599>
23. Midttun A. Realigning Business, Government and Civil Society: The C(S)R model compared to the (neo)liberal and welfare state models. Paper for the Third Annual Colloquium of the European Academy of Business in Society. 2004. Gent, Belgium.
24. Verdonk M., Deiperink C., Faaij A. P. C. Governance of the Emerging Bioenergy Markets. *Energy Policy*. 2007;35(7):3909-3924. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.028>
25. Ploeg J. D., Marsden T. (eds). *Unfolding Webs: The Dynamics of Regional Rural Development*. Assen, the Netherlands: Van Gorcum, 2008. 129-148. URL: <https://www.researchgate.net/publication/283452556>

Сведения об авторах

✉ **Костяев Александр Иванович**, доктор экон. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник отдела экономических и социальных проблем развития региональных АПК и сельских территорий с исполнением обязанностей зав. отдела ФГБНУ «Северо-Западный научно-исследовательский институт экономики и организации сельского хозяйства», ш. Подбельского д.7, Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4041-6935>**, e-mail: galekos46@gmail.com

Шепелева Евгения Александровна, кандидат экон. наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела экономических и социальных проблем развития региональных АПК и сельских территорий ФГБНУ «Северо-Западный научно-исследовательский институт экономики и организации сельского хозяйства», ш. Подбельского д.7, Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2543-3529>**, e-mail: shepeleva.ea@szniesh.ru

Information about the authors

✉ **Alexander I. Kostyaev**, DSc in Economics, professor, academician of RAS, chief scientific researcher, Department of Economic and Social Problems of the Development of Regional Agro-Industrial Complex and Rural Territories, Federal State Budget Scientific Institution Northwest Research Institute Economy and Organization of Agriculture, Podbelsky highway, 7, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4041-6935>**, e-mail: galekos46@gmail.com

Evgenia A. Shepeleva, PhD in Economics, Associate Professor, leading researcher, Department of Economic and Social Problems of the Development of Regional Agro-Industrial Complex and Rural Territories, Federal State Budget Scientific Institution Northwest Research Institute Economy and Organization of Agriculture, Podbelsky highway, 7, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation, 196608, e-mail: szniesh@gmail.com, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2543-3529>**, e-mail: shepeleva.ea@szniesh.ru

✉ – Для контактов / Corresponding autor

ХРОНИКА/CHRONICLE

14-15 ноября 2019 г. состоялись очередные выборы членов Российской академии наук. Среди избранных членов-корреспондентов РАН наши коллеги-ученые – **Игорь Александрович Домский**, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова» (г. Киров), и **Ирина Николаевна Щенникова**, заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (г. Киров). Отраднo, что Вятская земля «приросла» новыми академическими кадрами, и вклад ученых из «глубинки» по достоинству оценен российским научным сообществом.

Поздравляем новых членов-корреспондентов Российской академии наук с присвоением высокого звания! Желаем увлекательного поиска и новых «прорывных» решений в исследуемых областях знаний, формирования научных школ, успехов в развитии отечественной и мировой науки!

Член-корреспондент РАН – Игорь Александрович Домский



Игорь Александрович Домский (1958 г.р.) – директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова», доктор ветеринарных наук, профессор, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники.

Игорь Александрович Домский связал свою профессиональную деятельность с Всероссийским научно-исследовательским институтом охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова, куда был направлен на работу врачом-эпизоотологом после окончания Кировского сельскохозяйственного института. Область научных интересов – ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология. В 1999 г. И. А. Домский защитил кандидатскую диссертацию, 2003 г. – докторскую; в 2011 г. ему присвоено ученое звание профессора. Игорь Александрович на протяжении 12 лет успешно совмещал исследовательскую деятельность с научно-организационной работой в должности заместителя директора института по научной работе. С 2005 г. и по настоящее время Игорь Александрович Домский является директором института. В 2018 году ВНИИОЗ, руководимый И. А. Домским, решением Государственной

межведомственной комиссии был отнесен к категории «Лидеры науки».

Игорь Александрович – авторитетный ученый в области отечественного охотоведения и звероводства. Глубокие знания на стыке охотоведения и ветеринарной медицины позволяют И. А. Домскому успешно руководить исследованиями по изучению особо опасных болезней в природных очагах бешенства, чумы плотоядных, иксодовых клещевых боррелиозов, гриппа птиц; участвовать в работах, направленных на эффективное ведение охотничьего хозяйства и звероводства, рациональное использование природных ресурсов и поддержание биоразнообразия.

И. А. Домский – автор (соавтор) 240 научных работ, более 50 из которых опубликованы за рубежом, 2 монографий, одного учебника, 11 авторских свидетельств и патентов на изобретения РФ.

Под руководством И. А. Домского защищено 6 кандидатских и одна докторская диссертации. Научную работу до 2013 года он совмещал с преподаванием на биологическом факультете Вятской государственной сельскохозяйственной академии в качестве профессора кафедры эпизоотологии. И. А. Домский был членом экспертного совета ВАК по зоотехническим и ветеринарным наукам (до 2014 г.), членом двух специализированных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций; является председателем Диссертационного и Ученого совета ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, член редколлегий трех отраслевых изданий и редсовета научного журнала «Аграрная наука Евро-Северо-Востока».

При участии И. А. Домского возрожден питомник охотничьих собак при ВНИИОЗ (на сегодняшний день единственный государственный питомник охотничьих собак в стране). Игорь Александрович – авторитетный специалист по охотничьему собаководству (эксперт Всероссийской категории, член Президиума и Квалификационной комиссии Российской Федерации, председатель Волго-Вятского межрегионального Совета экспер-

тов). По решению Отделения сельскохозяйственных наук РАН по направлению зоотехния и ветеринария входит в состав научного, экспертного советов и методической комиссии по пушному звероводству, кролиководству и охотничьему хозяйству.

И. А. Домский – организатор эффективного международного научного сотрудничества. С 1995 г. он участвует в работе Международных конгрессов биологов-охотоведов IUGB, является Почетным членом Германского научного общества исследования дичи и охоты.

За выполнение научных исследований, внедрение результатов в производство и их высокую экономическую эффективность И. А. Домский в составе авторского коллектива удостоен звания «Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники» (1997 г.). За заслуги в области охотничьего хозяйства он удостоен почетных званий «Заслуженный работник охотничьего хозяйства России», «Почетный член Всероссийской ассоциации Росохотрыболовсоюз» и Кировского ООИР.

Член-корреспондент РАН – Ирина Николаевна Щенникова



Ирина Николаевна Щенникова (1964 г. р.) – заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства ячменя ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Ирина Николаевна – выпускница агрономического факультета Ленинградского сельскохозяйственного института, в 1986 г. направлена по распределению в Зональный НИИСХ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (ныне – ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока), где и работает по настоящее время.

Область научных интересов – создание и внедрение новых высокоурожайных сортов ярового ячменя, адаптированных к суровым условиям северного земледелия, скороспелых, устойчивых к болезням и эдафическим стрессам. В 2002 г. Ирина Николаевна Щенникова защитила кандидатскую диссертацию, в 2016 г. – докторскую. В 2008 г. Ирине Николаевне присвоено ученое звание доцента по специальности «Селекция и семеноводство». Она является автором и соавтором свыше 160 научных работ, из них 4 монографии, 7 патентов и 7 авторских свидетельств РФ на селекционные достижения.

Основные научные результаты И. Н. Щенниковой:

- решены вопросы скрининга генетических источников и подбора родительских форм для синтетической селекции ячменя с использованием современных био- и IT-технологий;

- разработаны теоретические основы адаптации ячменя к биотическим и абиотическим экологическим факторам;

- разработана методология создания сортов ячменя, толерантных к алюминокислому и/или осмотическому стрессовым факторам путем получения в каллусной культуре на селективных средах регенерантных линий, последующего скрининга в контролируемых и полевых условиях на провокационных и благоприятных фонах дерново-подзолистых среднесуглинистых почв;

- созданы для обеспечения импортозамещения и продовольственной безопасности сорта-регенеранты Форвард и Бионик; широкое распространение в производстве получили толерантные к почвенному стрессу сорта Новичок и Тандем. Новые сорта Родник Прикамья и Памяти Родины включены в список ценных по качеству зерна сортов Российской Федерации, государственное испытание проходит сорт Форсаж.

За успешную селекционную и внедренческую работу Ирина Николаевна неоднократно награждалась дипломами Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Кировской области и Правительства Кировской области, Российской академии сельскохозяйственных наук, является лауреатом Премии Кировской области в области сельского хозяйства.

Ирина Николаевна успешно совмещает научную работу с педагогической деятельностью в качестве профессора кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии, читает курс лекций и ведет практические занятия для специалистов АПК, выполняет функции председателя методической комиссии селекцентра ФАНЦ Северо-Востока. Под её руководством подготовлены и защищены 4 кандидатские и 2 магистерские диссертации. Ирина Николаевна является членом редакционных советов и рецензентом научных журналов «Вестник Марийского государственного университета», «Вестник Вятской ГСХА» и «Аграрная наука Евро-Северо-Востока».



Дринча Василий Михайлович – доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель РФ, кафедра "Технологические системы агропромышленного комплекса" ФГБОУ ВО "Якутская государственная сельскохозяйственная академия".

АНГЛО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ ПО ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ И ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИМ МАШИНАМ

Дринча В. М. Англо-русский словарь по обработке почвы и почвообрабатывающим машинам. English-Russian dictionary on soil tillage and agricultural tillage implements. – М.: ООО «Издательство Листерра», 2019. – 500 с.

Словарь составлен при участии доктора техн. наук, профессора **И. Б. Борисенко** (ФГБОУ Волгоградский ГАУ).

Словарь включает около 37 000 терминов, отражающих состояние современного языка машинных систем обработки почвы.

Данный словарь представляет собой первый в мировой практике опыт создания англо-русского словаря по почвообработке на принципах системного подхода. Представленные термины в словаре относятся к следующим разделам:

- физические и биологические свойства почвы;
- машины и процессы основной обработки почвы;
- машины и процессы для вторичной обработки почвы;
- машины и процессы для пропашной обработки;
- комбинированные машины и процессы для основной обработки почвы;
- комбинированные машины и процессы для вторичной обработки почвы;
- комбинированные машины и процессы основной и вторичной обработки почвы;
- посевные машины и процессы посева;
- системы орошения и дренажа.

К ряду терминов даются пояснения, отражающие современное их толкование. Многие термины, приведенные в данном словаре, являются новыми, отражают современные направления и подходы в почвообрабатывающих системах и по сути являются авторскими.

Особое внимание при составлении словаря было уделено вопросам подбора и представления иллюстрированного материала (166 рисунков с поименными названиями деталей и частей иллюстраций на русском и английском языках), который отражает содержание терминологии вышеперечисленных разделов.

На всех этапах работы со словарем важное внимание уделялось сокращениям, связанным с терминологией, относящейся к машинным системам почвообработки.

В приложении словаря также включены коэффициенты конвертации физических величин, часто используемые в технической и научной литературе в области почвообработки.

Предназначен студентам, аспирантам и преподавателям агроинженерных и смежных дисциплин. Может быть полезен переводчикам и широкому кругу специалистов агропромышленного комплекса.

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки «Агроинженерия».

УДК 631/635
ISBN 978-5-903413-41-6

