

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
№3
2019

Vol. 20
no. 3
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
ПИ №ФС77-72290
от 01.02.2018 г.

Цель журнала – публикация и распространение результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по научному обеспечению сельского и охотничьего 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 – **Сысуев Василий Алексеевич** – д.т.н., профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

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

Ответственный секретарь – **Соболева Наталия Николаевна**, инженер по НТИ научно-организационного отдела ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

Редакционный совет

Андреев Николай Руфеевич д.т.н., чл.-корр. РАН, научный руководитель Всероссийского научно-исследовательского института крахмалопроductов, г. Москва, Россия

Багиров Вугар Алиевич д.б.н., профессор, чл.-корр. РАН, директор Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Минобрнауки России, г. Москва, Россия

Баранов Александр Васильевич д.б.н., профессор, г. Кострома, Россия

Баталова Галина Аркадьевна д.с.-х.н., профессор, академик РАН, зам. директора по селекционной работе, зав. отделом овса ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

Гурьянов Александр Михайлович д.с.-х.н., профессор, директор Мордовского НИИСХ - филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Саранск, Россия

Дёгтева Светлана Владимировна д.б.н., врио директора Института биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Джавадов Эдуард Джавадович д.в.н., заслуженный деятель науки РФ, академик РАН, профессор кафедры эпизоотологии им. В.П. Урбана Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Россия

Еремин Сергей Петрович д.в.н., профессор, заведующий кафедрой «Частная зоотехния, разведение с.-х. животных и акушерство» 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 осушаемых 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

Мохнаткин Виктор Германович д.т.н., профессор, и.о. ректора Вятской государственной сельскохозяйственной академии, заслуженный изобретатель Российской Федерации, г. Киров, 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

Полные тексты статей доступны
на сайтах электронных научных
библиотек: eLIBRARY.RU:
<http://elibrary.ru>; ЭНЦХБ:
<http://www.cnsnb.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
13.06. 2019 г.

Дата выхода в свет
27.06.2019 г.

Формат 60x84^{1/8}.

Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 12,56.

Тираж 100 экз. Заказ 20.

Цена свободная

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

**Никонова Галина
Николаевна**

**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

**Юнусов Губейдулла
Сибяттулович**

**Агалакова Татьяна
Владимировна**

**Брандорф
Анна Зиновьевна**

**Бурков Александр
Иванович**

**Веселова Наталья
Васильевна**

**Ивановский
Александр
Александрович**

**Козлова Людмила
Михайловна**

**Костенко Ольга
Владимировна**

**Рябова Ольга
Вениаминовна**

**Устюжанин Игорь
Александрович**

**Фигурин Валентин
Алексеевич**

**Шешегова
Татьяна Кузьмовна**

**Широких
Ирина Геннадьевна**

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

д.в.н., Почетный работник ВПО РФ, профессор кафедры «Эпизоотология, паразитология и ветсанэкспертиза» 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 им. проф. 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.т.н., профессор кафедры механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции Аграрно-технологического института Марийского государственного института, заслуженный работник сельского хозяйства Республики Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Россия

Редакционная коллегия

к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории ветеринарной иммунологии ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 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

к.с.-х.н., ученый секретарь научно-организационного отдела ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 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, руководитель Управления экономики и финансов Вятской государственной сельскохозяйственной академии, г. Киров, Россия

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

к.с.-х.н., зам. директора по научной работе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

д.с.-х.н., ведущий научный сотрудник, зав. отделом кормопроизводства ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

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

д.б.н., ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией биотехнологии растений и микроорганизмов ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, 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 funda-
mental and applied researches con-
ducted by native and foreign scientists
for scientific support of agricultural
and hunting sectors, with focus on the
problems of rational use of natural
resources and adaptation of agro-
ecosystems of northern territories to
changing climatic conditions.

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

Headings

- REVIEW ARTICLE
- ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES
(Plant growing, Fodder production, Storage and processing of agricultural production; Agriculture, agrochemistry, land improvement; Zootechny, Fur farming and hunting, Veterinary medicine, 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. Sci. Tech., 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. Agric. Sci., the senior lecturer, head of scientific and organizational Department of the FARC North-East, Kirov, Russia

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

Editorial council

Nikolay R. Andreev	Dr. Sci. Tech., corresponding member of RAS, academic advisor of the All-Russia scientific research institute of Starch Products, Moscow, Russia
Vygar A. Bagirov	Dr. Sci. Biol., 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
Aleksandr V. Baranov	Dr. Sci. Biol., the professor, Kostroma, Russia
Galina A. Batalova	Dr. Sci. Agric., 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. Sci. Agric., the professor, the director of Mordovian Agricultural Research Institute, Saransk, Russia
Svetlana V. Degteva	Dr. Sci. Biol., the acting director of Institute of biology of Komi Scientific Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
Eduard D. Dzhabadov	Dr. Sci. in 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. Eremin	Dr. Sci. in Veterinary, professor, Head of the Department of Nighny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia
Dmitriy A. Ivanov	Dr. Sci. Agric., 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. Sci. Tech., 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. Sci. in Economics, the professor, academician of RAS, the director of North-West scientific research institute of economy and the organisation of agriculture, St. Petersburg, Russia
Vladimir M. Kosolapov	Dr. Sci. Agric., the professor, academician of RAS, the director of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Moscow, Russia
Ivan M. Kulikov	Dr. Sci. in 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. Sci. in Agriculture, 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

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

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
13.06.2019.
Date of exit to light
27.06.2019.
Format 60x84^{1/8}.
Offset paper.
Cond. pps. 1. 12,56.
Circulation 100 copies. Order 20.
Price available.

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

Viktor G. Mokhnatkin

Dr. Sci. Tech., the professor, the acting rector of Vjatka State Agricultural Academy, Kirov, Russia

Galina N. Nikonova

Dr. Sci. in Economics, the professor, corresponding member of RAS, North-West scientific research institute of economy and the organization of agriculture, St. Petersburg, Russia

Yulia V. Pashkina

Dr. Sci. in Veterinary, professor, Honorary worker of higher vocational education of the Russian Federation, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Kaisa Poutanen

Academy Professor, Dr.Sc. (Tech.), VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland

Wazlaw Romanjuk

Dr. Sci. Tech., the professor, Tehnological-and-naturalists' institute, Warsaw, Poland

Ivan V. Savchenko

Dr. Sci. Biol., the professor, academician of RAS, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia

Aleksandr G. Samodelkin

Dr. Sci. Biol., the professor, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Vladimir G. Safonov

Dr. Sci. Biol., the professor, corresponding member of RAS, the professor, All-Russia Institute of Game and Fur Farming, Kirov, Russia

Pavel N. Sisjagin

Dr. Sci. in Veterinary, the professor, corresponding member of RAS, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Vera I. Titova

Dr. Sci. in Agriculture, professor, Head of the Department of Agrochemistry and Agroecology of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Anton N. Tokarev

Dr. Sci. in 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. Sci. Tech., 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

Gubeidulla S. Junusov

Dr. Sci. Tech., the professor, Agrarian-and-technological institute of Mari State University, the Honored worker of agriculture of Republic of Mary El, Yoshkar-Ola, Russia

Editorial Board

Tatyana V. Agalakova

Cand. Biol. Sci., the senior researcher laboratory of veterinary immunology of the FARC North-East, Kirov, Russia

Anna S. Brandorf

Dr. Agric. Sci., Acting Director, Federal Research Center for Beekeeping, Rybnoc, Russia

Aleksandr I. Burkov

Dr. Sci. Tech., the professor, the Honored inventor of the Russian Federation, the head of Laboratory of grain- and seed-cleaning machines of the FARC North-East, Kirov, Russia

Natalya V. Veselova

Cand. Agric. Sci., the scientific secretary of the scientific and organizational Department of the FARC North-East, Kirov, Russia

Aleksandr A. Ivanovsky

Dr. Sci. Biol., the head of Laboratory of veterinary biotechnology of the FARC North-East, Kirov, Russia

Lyudmila M. Kozlova

Dr. Agric. Sci., the head of Department of agriculture, agrochemistry and land improvement of the FARC North-East, Kirov, Russia

Olga V. Kostenko

Cand. Sci. in Economics, the senior lecturer, the head of the Department of Economics and Finance of Vjatka State Agricultural Academy, Kirov, Russia

Olga V. Ryabova

Cand. Biol. Sci., associate Professor of Microbiology, Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Perm state pharmaceutical Academy", Perm, Russia

Igor A. Ustjuzhanin

Cand. Agric. Sci., the deputy director on scientific work of FARC North-East, Kirov, Russia

Valentin A. Figurin

Dr. Agric. Sci., the head of Department of fodder production of the FARC North-East, Kirov, Russia

Tatyana K. Sheshigova

Dr. Sci. Biol., the head of Laboratory of immunity and plants protection of the FARC North-East, Kirov, Russia

Irina G. Shirokikh

Dr. Sci. Biol., the head of Laboratory of genetics of the FARC North-East, Kirov, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Л.В. Волкова

Наследуемость и изменчивость признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы первого-четвертого поколений..... 207

А.А. Казак, Ю.П. Логинов, Д.И. Ерёмин

Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области..... 219

О.М. Снигирева, Ю.Е. Ведерников

Влияние сроков сева и уборки на урожайность и посевные качества семян ярового овса Сапсан..... 230

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Е.Н. Павлючик, А.Д. Капсамун, Н.Н. Иванова, В.А. Тюлин, О.С. Силина

Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании..... 238

Н.И. Касаткина, Ж.С. Нелюбина

Особенности роста и развития многолетних трав на основе клевера лугового тетраплоидного 247

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ

А.В. Ивенин, А.П. Саков

Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области..... 256

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

И.В. Сенчук

Оценка метаболического статуса при кетозе овцематок..... 265

ЗООТЕХНИЯ

О.В. Руденко

Значение паратипических факторов в формировании продуктивного долголетия красных горбатовских коров..... 273

А.З. Брандорф, М.М. Ивойлова

Морфогенетические маркеры медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высоким содержанием 10-ОДК..... 283

ЭКОНОМИКА

О.В. Костенко

Свиноводство России: основные экономические характеристики отрасли..... 290

ДИСКУССИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Редакционная статья. Приглашение к дискуссии..... 298

Н.К. Мазитов, Р.Л. Саханов, Ю.Х. Шогенов, Л.З. Шарафиев, Ю.С. Ценч, И.Р. Рахимов

Конкурентоспособный комплекс техники и технологии для производства зерна и кормов..... 299

CONTENTS

PLANT GROWING

Lyudmila V. Volkova

Inheritance and variability of productivity traits in hybrids of spring soft wheat of the first to fourth generations..... 207

Anastasiya A. Kazak, Yuriy P. Loginov, Dmitriy I. Eremin

Influence of mineral fertilizers on productivity and quality of wheat varieties seeds in the northern forest-steppe of the Tyumen region..... 219

Olga M. Snigireva, Yuri E. Vedernikov

Influence of sowing and harvesting time on productivity and sowing qualities of spring oat Sapsan seeds..... 230

FODDER PRODUCTION

Ekaterina N. Pavlyuchik, Andrei D. Kapsamun, Nadezhda N. Ivanova,

Vladimir A. Tyulin, Olga S. Silina

The role of perennial grasses in creating a sustainable feed base by conveyor us..... 238

Nadezhda I. Kasatkina, Zhanna S. Nelyubina

Characteristics of growth and development of perennial grasses in the agrocenosis on the basis of the meadow tetraploid clover..... 247

CROP FARMING, AGROCHEMISTRY, AMELIORATION

Alexey V. Ivenin, Alexander P. Sakov

Influence of processing systems of light-gray forest soil on its biological activity and productivity of peas in the Nizhny Novgorod region..... 256

VETERINARY MEDICINE

Ivan V. Senchuk

Evaluation of metabolic status of ewes infected with ketosis..... 265

ZOOTECHNY

Oksana V. Rudenko

The importance of paratypical factors in the formation of red Gorbato cows' productive longevity..... 273

Anna Z. Brandorf, Mariya M. Ivoilova

Morpho-genetic markers of honeybees producing Royal jelly with a high content of 10-HDA..... 283

ECONOMICS

Olga V. Kostenko

Economic characteristics of pig breeding in Russia..... 290

DISCUSSION PAPERS

Article editorial..... 298

Nazib K. Mazitov, Rustem L. Sakhapov, Yuri Kh. Shogenov, Lenar Z. Sharafiev,

Yuliya S. Tsench, Ildar R. Rakhimov

Competitive complex of machinery and technologies for the production of grain and feed.... 299

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.207-218>

УДК 631.524.84:631.527.5:633.111«321»



Наследуемость и изменчивость признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы первого-четвертого поколений

© 2019. Л.В. Волкова✉

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

В условиях Кировской области определены эффекты взаимодействия генотипа и среды у девяти сортов яровой мягкой пшеницы и семи гибридных популяций $F_1...F_4$, образованных с их участием. Установлено достоверное влияние экологических условий на все изучаемые признаки. Вклад фактора «год» на число зерен с колоса у сортов и гибридов составил соответственно 10,9 и 13,9%; на массу 1000 зерен – 5,8 и 19,5%; на урожайность – 47,3 и 41,1%. Генетическая компонента вносила значимый вклад в массу 1000 зерен у сортов и гибридов (81,5 и 58,8%), а также в число зерен у сортов (38,4%). Отмечена более высокая сортовая специфичность в проявлении признаков у родительских сортов по сравнению с гибридами. Проанализированы два компонентных признака продуктивности колоса в ряду поколений на фоне действия различных лим-факторов, спрогнозированы и определены сдвиги их средних значений и влияние на урожайность. Определен показатель фенотипического доминирования (h_p) в первом поколении по числу зерен с колоса ($h_p = -5,00...+7,82$) и массе 1000 зерен ($h_p = +0,23...+12,00$), выделены комбинации с высоким уровнем гетерозиса (Баганская 95 х Новосибирская 44 и Баганская 95 х Актуебе 3). Произведен расчет селекционного дифференциала и эффективности отборов, проведенных в контрастных условиях среды во втором (2016 г.) и третьем (2017 г.) гибридных поколениях. В условиях 2018 года урожайность в исходных популяциях варьировала в пределах 219,0...789,6 г/м², отобранных потомств – 317,0...647,6 г/м². Средняя прибавка урожайности у потомств, выделенных в засушливый год, по отношению к исходным популяциям, составила 56,8 г/м² (11,1%); у потомств, отобранных в условиях избытка влаги, – 10,8 г/м² (3,0%). Корреляционный анализ выявил среднюю положительную связь между показателем h_p в первом поколении и селекционным дифференциалом в последующих поколениях по признакам «масса 1000 зерен» ($r = 0,18...0,63$) и «число зерен с колоса» ($r = 0,35...0,37$). Между уровнем гетерозиса и реакцией на отбор корреляция была слабая ($r = -0,12...0,27$). Отбор генотипов с высоким уровнем селекционного дифференциала по числу зерен с колоса был более результативен, чем отбор по массе 1000 зерен. Коэффициент корреляции между степенью фенотипического доминирования признаков в первом поколении и средними значениями признаков в поколениях F_2-F_4 варьировал в пределах $r = 0,35...0,68$ (достоверные значения на 5% уровне $r = 0,75$).

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., сорт, гибридная популяция, гетерозис, наследование, число зерен в колосе, масса 1000 зерен, урожайность

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

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: 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. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.207-218>

Поступила: 03.04.2019

Принята к публикации: 13.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Inheritance and variability of productivity traits in hybrids of spring soft wheat of the first to fourth generations

© 2019. Lyudmila V. Volkova✉

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

The effects of genotype-environment interaction of nine spring soft wheat varieties and seven hybrid populations $F_1 - F_4$ formed using these varieties were determined under the conditions of the Kirov region. The significant influence of environmental conditions on all studied traits was established. The contribution of the “year” factor to the number of grains per head in varieties and hybrids was 10.9 and 13.9%, respectively; to the mass of 1000 grains – 5.8 and 19.5%; to the yield – 47.3 and 41.1%. The genetic component made a significant contribution to the mass of 1000 grains in varieties and hybrids (81.5 and 58.8%), as well as to the number of grains in varieties (38.4%). There was a higher varietal specificity in the manifestation of traits in parental varieties compared to the hybrids. The analysis was done for two component traits

of head productivity in a series of generations against the background of the action of various lim-factors, the shifts in their average values and the influence on yield were predicted and determined. The indicator of phenotypic domination (hp) in the first generation was determined according to the number of grains per head ($hp = -5.00...+ 7.82$) and 1000 grains mass ($hp = + 0.23...+ 12.00$), the combinations with a high level of heterosis were picked out (Baganskaya 95 x Novosibirskaya 44 and Baganskaya 95 x Aktjube 3). The calculation of the breeding differential and the effectiveness of the selections in contrasting environmental conditions of the second (2016) and third (2017) hybrid generations was carried out. Under the conditions of 2018, the yield of the initial populations varied within 219.0...789.6 g/m², while the figures for the selected progenies were 317.0...647.6 g/m². The average yield increase of the progenies that had been selected in the dry year was 56.8 g/m² in relation to the initial populations (11.1%); the increase of the progenies, selected in the conditions of excess moisture was 10.8 g/m² (3.0%). The correlation analysis revealed the average positive relationship between the first-generation hp indicator and the selection differential in subsequent generations according to the «1000 grains mass» ($r = 0.18...0.63$) and «number of grains per head» ($r = 0.35...0.37$) traits. The correlation was weak between the level of heterosis and the selection reaction ($r = -0.12...0.27$). The selection of genotypes with a high level of selection differential according to the number of grains per head was more effective than the selection according to the mass of 1000 grains. The correlation coefficient between the degree of phenotypic dominance of traits in the first generation and average values of traits in the F₂-F₄ generations varied within $r = 0.35...0.68$ (significant values at 5% level $r = 0.75$).

Keywords: *Triticum aestivum* L., variety, hybrid population, heterosis, inheritance, number of grains per head, mass of 1000 grains, yield

Acknowledgement: scientific work was performed in the framework of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky (theme № 0767-2019-0093).

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

For citation: Volkova L.V. 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.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.207-218>

Received: 03.04.2019

Accepted for publication: 13.05.2019

Published online: 18.06.2019

Селекционная работа, направленная на повышение продуктивности зерновых культур, включает в себя два основных уровня: оценка генотипов в онтогенезе (малый информационный канал) и в селекционном процессе в целом (большой информационный канал) [1]. Отбор уникальных растений из гибридных популяций ранних поколений проводят, как правило, в малом информационном канале. При этом отклонения условий среды от нормальных в ту или иную фазу развития растения могут приводить к изменению его фенотипа, «подставляя» под отбор определенные признаки. Это канализирует развитие генотипа в одном направлении, может привести к потере ценного селекционного материала и в конечном итоге влияет на результат селекции.

В настоящее время нет единой теории и методов идентификации генотипов по фенотипам в гибридных популяциях по полигенным признакам продуктивности. Главными помехами получения объективной информации являются шумы: экологические (случайное распределение семян растений по микро-нишам поля), эколого-генетические (системы переопределения генетических формул — эффекты взаимодействия генотипа и среды), генетические (случайность расщепления и комбинаторики генов, мультилокусный эпистаз, дифференциальная активность генов в онтогенезе) [2]. Многие авторы считают, что применение генетико-статистических характе-

ристиков позволяет существенно повысить результативность отборов в ранних поколениях [3, 4]. Другие авторы указывают на сложность разграничения наследственной и ненаследственной изменчивости, поскольку процесс формирования фенотипа в онтогенезе слишком сложный и охватывает различные структурные и информационные уровни: молекулярные, хромосомные, клеточные, организменные, популяционные [5, 6].

В литературе имеется множество исследований, опирающихся на биометрические методы: общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности по Гриффингу, диаллельный анализ по Хейману и другие, которые показывают зависимость наследования признаков продуктивности от многих факторов: генетических особенностей исходных форм, поколений гибридов, взаимодействия ядра и цитоплазмы, условий вегетационного периода, климата региона [7, 8].

Существуют и молекулярно-генетические подходы в селекции (MAS-метод), позволяющие осуществлять хромосомную локализацию и картирование генов и локусов количественных признаков (QTL), выявлять маркеры, тесно сцепленные с признаками. Однако эффективность этих методов определяется положением генов в иерархии генных сетей и зависит от сложности метаболических путей, лежащих в основе формирования фенотипических признаков. Поскольку в разных

экологических нишах один и тот же признак может быть обусловлен разными QTL [9, 10], в искусственный отбор будут вовлекаться аллельные варианты разных генов. Есть мнение, что для большинства количественных признаков, определяющих продуктивность растений, специфических и постоянных локусов в принципе не существует [11].

Условия культивирования генотипов на всех этапах селекции должны соответствовать будущей эконисше сорта. Для Волго-Вятского региона характерны неустойчивость гидротермического режима, возврат холодов в весенний и раннелетний периоды, часто повторяющиеся засухи, избыток осадков в период созревания.

Цель исследования – определить эффекты взаимодействия генотипа и среды (ВГС) у сортов яровой мягкой пшеницы и гибридов, образованных с их участием, в четырех смежных поколениях, а также особенности наследования признаков продуктивности и результативность отборов по ним во втором и третьем поколениях при действии различных лимфакторов. Новизна – в специфических условиях Волго-Вятского региона получены и проанализированы внутривидовые гибриды яровой мягкой пшеницы, выделены перспективные комбинации для селекции на продуктивность.

Материалы и методы. Исследования проведены в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров). В 2014 году было создано семь гибридных комбинаций с участием сортов Новосибирская 44, Баганская 95, Лубнинка (Россия, Новосибирская обл.), Линия 3672h (Россия, Иркутская обл.), Башкирская 28 (Россия, Башкортостан), Актюбе 3, Актюбе 92 (Казахстан), Нoffman (Канада), Nandu (Германия). В 2015 году гибриды F_1 высевали вручную по схеме 5x15 см. Гибридные популяции F_2 , F_3 , F_4 и родительские сорта изучали соответственно в 2016, 2017 и 2018 гг. в двух повторениях на делянках площадью 0,45 м² при норме высева 5 млн всхожих зерен на 1 га. Структурный анализ проводили по 20-ти растениям, взятым со средней части делянок каждой повторности. У гибридов первого поколения определяли степень фенотипического доминирования (h_p) по формуле: $h_p = F_1 - MP/P - MP$, где F_1 – значение признака гибрида; MP – среднее значение родительских особей; P – родитель с более развитым признаком [12]. Коэффициент наследуемости (H^2) в общем виде определяли

с помощью дисперсионного анализа как отношение генотипической вариации к фенотипической вариации по методике Б.А. Доспехова¹. Влияние факторов на степень развития признаков рассчитывали по методике Н.А. Плохинского². Коэффициенты корреляции (r) рассчитывали при численности выборки исходных форм и гибридов ($n = 16$), соответственно достоверными считали значения $r \geq 0,50$ и $r \geq 0,62$ при 1% и 5% уровнях значимости. Во втором и третьем поколениях из гибридных популяций проводили отборы растений с высокими значениями изучаемых признаков при интенсивности 4-5%. Определяли селекционный дифференциал S как разность средних значений между отобранной группой и исходной популяцией. В 2018 году отобранные элитные растения высевали в питомнике СП-1, определяли эффективность отборов по сдвигу в потомстве (R) как разницу в урожайности между средним значением у отобранных потомств и соответствующих гибридных семей.

Результаты и обсуждение. Отбор по хозяйственно ценным признакам является наиболее «узким» местом при оценке ранних поколений гибридов [1], и для успешного прогнозирования ответа на отбор необходимо изучить генетическую детерминацию нужных признаков в конкретных почвенно-климатических условиях. Эффекты ВГС в группах исходных сортов и гибридных популяций определяли на основе двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 1).

Доля фенотипического варьирования, обусловленного фактором «год», достоверна по большинству изученных признаков. Это согласуется с исследованиями, проведенными ранее в условиях Евро-Северо-Востока, по установлению генетического контроля хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы [13]. Достоверный вклад генетическая компонента вносила в массу 1000 зерен сортов и гибридов, а также в число зерен у сортов, урожайность в обоих случаях определялась только погодными условиями вегетации. Влияние фактора «генотип x год» у гибридов, в отличие от их родителей, статистически незначимо ни по одному из признаков. Более высокий вклад генотипа у исходных форм по сравнению с гибридами вполне закономерно объясняется их сортовой специфичностью в проявлении признаков.

¹Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

²Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

Исходя из положения о том, что отбор будет действительным только в том случае, если большая часть наблюдаемой фенотипической изменчивости признака обусловлена генотипически, можно прогнозировать высокую

эффективность отбора в ранних поколениях только по массе 1000 зерен. Многими авторами также установлена высокая степень генетического контроля этого признака и его высокая наследуемость [14, 15, 16].

Таблица 1 - Вклад факторов в формировании признаков продуктивности сортов и гибридных популяций F₂-F₄ (2016-2018 гг.) /

Table 1 - The contribution of factors in the formation productivity traits of varieties and hybrid populations F₂-F₄ (2016-2018)

Источник изменчивости / Source of changeability	Вклад факторов, % / Contribution of factors, %		
	число зерен с колоса / the number of grains per ear	масса 1000 зерен / 1000 grains mass	урожайность / yield
Сорта / Varieties			
Варианты опыта / Experience options	78,5*	94,7*	68,2*
Блоки / Blocks	1,5	0,0	12,4
Фактор А (генотип) / Factor A (genotype)	38,4*	81,5*	8,0
Фактор В (год) / Factor B (year)	10,9*	5,8*	47,3*
Взаимодействие АхВ / Interaction АхВ	29,2*	7,4*	12,9
Случайные отклонения / Random deviations	20,0	5,3	19,4
Гибридные популяции / Hybrid populations			
Варианты опыта / Experience options	50,4	90,0*	64,9*
Блоки / Blocks	4,4	0,4	17,2
Фактор А (генотип) / Factor A (genotype)	23,6	58,8*	4,8
Фактор В (год) / Factor B (year)	13,9	19,5*	41,1*
Взаимодействие АхВ / Interaction АхВ	12,9	11,7	19,0
Случайные отклонения / Random deviations	45,2	9,6	17,9

* - значимо на 5% уровне / * - significant at 5% level

Сочетание двух признаков «масса 1000 зерен» и «число зерен с колоса» образуют результирующий признак «масса зерна с колоса», по которому, в основном, ориентируются при индивидуальных отборах на продуктивность. Поскольку каждый из компонентных признаков закладывается в определенные этапы развития растений на фоне действия различных лимфакторов, важно уметь прогнозировать сдвиги значений признаков в ту или иную сторону, а также их влияние на урожайность в разных средах. На рисунках 1, 2, 3, 4 показаны средние значения признаков родителей и гибридов, сопоставляя которые можно определить их селекционную ценность, реакцию на условия выращивания, амплитуду генетической измен-

чивости и закономерности наследования признаков. Точки пересечения линий соответствующим средним значениям в опыте.

В 2015 году репродуцировали поколение F₁. Формирование колоса проходило при дефиците влаги в сочетании с повышенной температурой воздуха. Известно, что недостаток влаги в этот период может спровоцировать сброс колосков, цветков, уменьшить длину и озерненность колоса [17]. Отмечен высокий размах изменчивости числа зерен в колосе в зависимости от генотипа как в гибридных популяциях F₁ (23,7...46,6 шт.; V = 21,4%), так и в группе исходных сортов (27,4...52,5 шт.; V = 18,3%). Можно предполагать, что данный признак был обусловлен полиморфизмом

полигенов засухоустойчивости, и наиболее высокий уровень (39,2...52,5 шт.) сформировали устойчивые к засухе сорта (Линия 3672h, Актюбе 3) и гибриды (Баганская 95 х Актю-

бе 3; Баганская 95 х Новосибирская 44; Актюбе 3 х Линия 3672h; Nandu х Линия 3672h), расположенные выше положительной линии регрессии (рис. 1, 2).

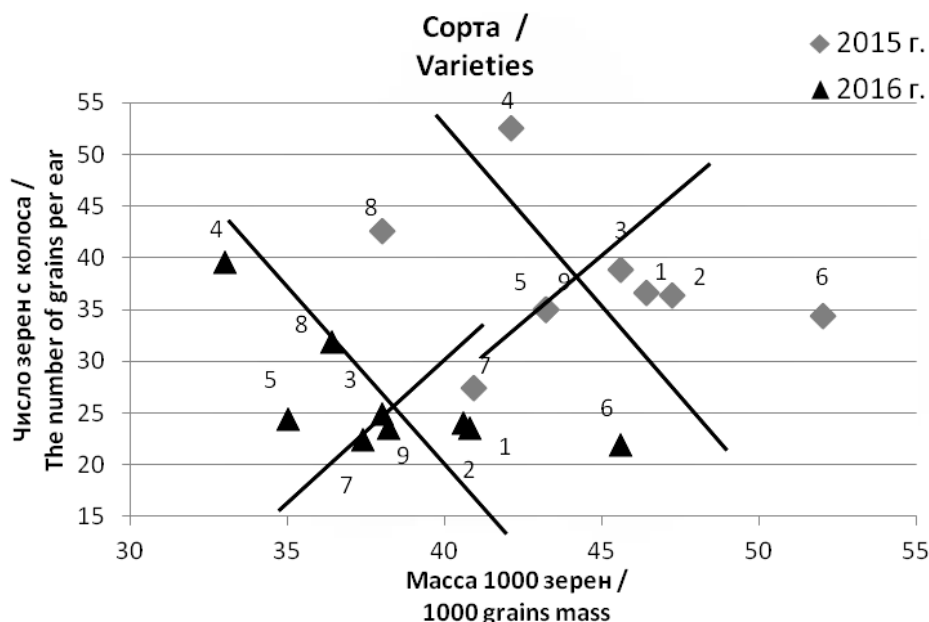


Рис. 1. Распределение средних значений родительских сортов в 2015 и 2016 гг.: 1 – Новосибирская 44; 2 – Башкирская 28; 3 – Баганская 95; 4 – Линия 3672h; 5 – Nandu; 6 – Hoffman; 7 – Актюбе 92; 8 – Актюбе 3; 9 – Лубинка /

Fig. 1. The distribution of the average values of parental varieties in 2015 and 2016: 1 – Novosibirskaja 44; 2 – Bashkirskaja 28; 3 – Baganskaja 95; 4 – Linija 3672h; 5 – Nandu; 6 – Hoffman; 7 – Aktjube 92; 8 – Aktjube 3; 9 – Lubninka

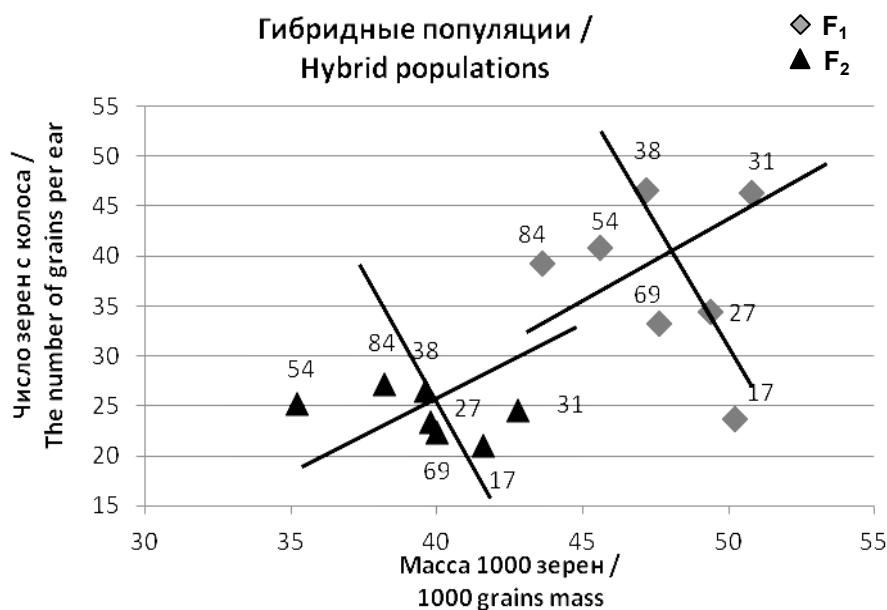


Рис. 2. Распределение средних значений гибридных популяций в условиях 2015 г. (F₁) и 2016 г. (F₂). Номера гибридов соответствуют номерам родителей (1 цифра-мать, 2 цифра-отец) /

Fig. 2. Distribution of average values of hybrid populations under the conditions of 2015 (F₁) and 2016 (F₂). The numbers of hybrids correspond to the numbers of the parents (1 digit-mother, 2 digit-father)

Признак «масса 1000 зерен» формируется в течение X-XII этапов органогенеза. В 2015 году формирование и налив зерна протекал в условиях повышенной влажности и низких температур, что увеличило период созревания растений и способствовало максимальному проявлению массы 1000 зерен. Степень варьирования признака была несколько выше у сортов (38,0...52,0 г; $V = 9,2\%$), чем у гибридов (43,6...50,8 г; $V = 5,4\%$). В таких условиях можно эффективно оценивать генотипы на потенциальную крупность зерна. Максимальную массу 1000 зерен (50,2...52,0 г) показали материнский сорт Hoffman и гибриды с участием сортов Новосибирская 44, Башкирская 28 и Актюбе 92.

В 2016 году развитие растений проходило на фоне сильного водного дефицита на протяжении всего вегетационного периода. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2,5...3,2°C, сумма эффективных температур за весь период составила 135% к среднегодовому значению. Исходя из этого, можно прогнозировать преимущество засухоустойчивых генотипов по обоим компонентным признакам и сильную межсезонную корреляцию 2015-2016 гг. по числу зерен с колоса. На практике высокий уровень признака «число зерен с колоса» подтвердили исходные формы Линия 3672h и Актюбе 3, а также комбинации с участием этих сортов; по массе 1000 зерен – сорт Hoffman и гибриды Баганская 95 х Новосибирская 44 и Новосибирская 44 х Актюбе 92. Отмечена более высокая межсортовая дифференциация по озерненности колоса у родительских сортов (21,9...39,6 шт.; $V = 22,1\%$) в сравнении с гибридами (21,1...27,2 шт.; $V = 10,8\%$). Ни одна из гибридных популяций F_2 не превысила лучшую исходную форму, в основном преобладало промежуточное наследование. Масса 1000 зерен у гибридов была на уровне или выше лучшего родителя (материнской формы). Повторяемость признаков между поколениями F_1 и F_2 была одинаково высокая как по числу зерен с колоса, так и по массе 1000 зерен ($r = 0,81$), что еще раз подтверждает преимущество выделенных в F_1 комбинаций.

В решении вопроса о том, какой из компонентов массы зерна с колоса является решающим в конкретных условиях, необходимо иметь в виду их корреляции с урожайностью. В 2016 году ни по одному из субпризнаков нельзя было в полной мере судить об урожай-

ности ($r = 0,08...0,11$), поскольку она была обусловлена другими факторами, предположительно полевой всхожестью и выживаемостью растений. Максимальную урожайность сформировал сорт Новосибирская 44 (162,0 г/м²), минимальную – Баганская 95 (92,8 г/м²), а гибриды, как правило, занимали промежуточное положение с уклоном в сторону материнской формы. Между озерненностью и крупностью зерна в условиях засухи выявлена отрицательная корреляция ($r = -0,61$).

В 2017 году анализировали гибридное поколение F_3 . Основными лим-факторами, действующими на растения пшеницы в первую половину вегетации, были недостаток теплообеспеченности (сумма эффективных температур за май-июнь составила 58% к норме) и избыток осадков (114% к норме), что повлекло за собой сильное кущение, развитие вегетативной массы и, как следствие, загущенность посевов, снижение продуктивности отдельных колосьев. Во время налива зерна избыток влаги (122% от нормы) спровоцировал полегание, развитие листовых болезней, снижение массы 1000 зерен.

Резкое отклонение условий от нормальных должно было послужить причиной проявления ВГС на организменном и популяционном уровнях и изменить ранги изучаемых образцов по всем признакам продуктивности. Высокую урожайность в таких условиях показывают низкостебельные сорта, не склонные к полеганию, обладающие повышенной аттрагирующей способностью колоса.

Проведенные исследования показали отсутствие достоверных различий по озерненности колоса у гибридов, что затрудняло оценку генотипов. Генетический полиморфизм был слабо выражен также и по массе 1000 зерен (соответственно у сортов и гибридов $V = 10,3$ и $6,2\%$). Ранее выделенный казахстанский сорт Актюбе 3 характеризовался низким числом зерен с колоса (21,4 шт.) и низкой урожайностью (211,5 г/м²). Высокие значения признаков сформировали Nandu, Линия 3672h (число зерен с колоса 26,7...27,3 шт.), Новосибирская 44, Hoffman (масса 1000 зерен 42,4...42,5 г), Nandu, Башкирская 28 (урожайность 282,2...300,6 г/м²). Среди гибридов по числу зерен с колоса выделялись Баганская 95 х Актюбе 3; Nandu х Линия 3672h (22,5...23,8 шт.); по массе 1000 зерен – Hoffman х Лубнинка (40,1 г) и Новосибирская 44 х Актюбе 92 (40,3 г), которая характеризовалась и самой

высокой урожайностью (324,9 г/м²). Корреляция между поколениями F₂ и F₃ по числу зерен в колосе, массе 1000 зерен и урожайности составила соответственно $r = 0,46$; $r = 0,81$ и $r = 0,09$). Сопряженность между числом и крупностью зерен по сравнению с предыдущим годом снизилась и составила ($r = -0,35$), между урожайностью и продуктивностью колоса была незначительной ($r = 0,10 \dots 0,18$).

В 2018 году период формирования колоса также проходил при пониженных температурах воздуха (сумма эффективных температур 76% к норме) и повышенной влажности (среднемесячная сумма осадков за июнь 122% к норме), а налив и созревание зерна – в благоприятных погодных условиях. Важно отметить более высокий генетический полиморфизм признаков у родительских сортов по сравнению с гибридами, как видно из разброса точек на графике 2017-2018 гг. (рис. 3, 4). Как и следовало предполагать, ранги родительских

сортов по числу зерен с колоса существенно не изменились в сравнении с 2017 годом, за исключением сорта Новосибирская 44. Выделялись сорта Линия 3672h, Nandu, Баганская 95 (24,9...25,0 шт.). Соответственно высокой озерненностью характеризовались гибриды F₄ от скрещивания этих сортов: Nandu x Линия 3672h и Баганская 95 x Актюбе 3 (24,1...26,1 шт.).

По массе 1000 зерен среди родительских сортов лидировали: канадский сорт Hoffman (41,4 г) и гибрид с его участием Hoffman x Лубнинка (39,0 г); сорт Новосибирская 44 (39,2 г) и гибрид Баганская 95 x Новосибирская 44 (39,6 г). В большинстве комбинаций признак масса 1000 зерен наследовался по типу лучшего родителя. Корреляционная связь между поколениями F₃-F₄ по массе 1000 зерен достоверно высокая ($r = 0,84$), по числу зерен средняя ($r = 0,48$), по урожайности отсутствует ($r = -0,07$).

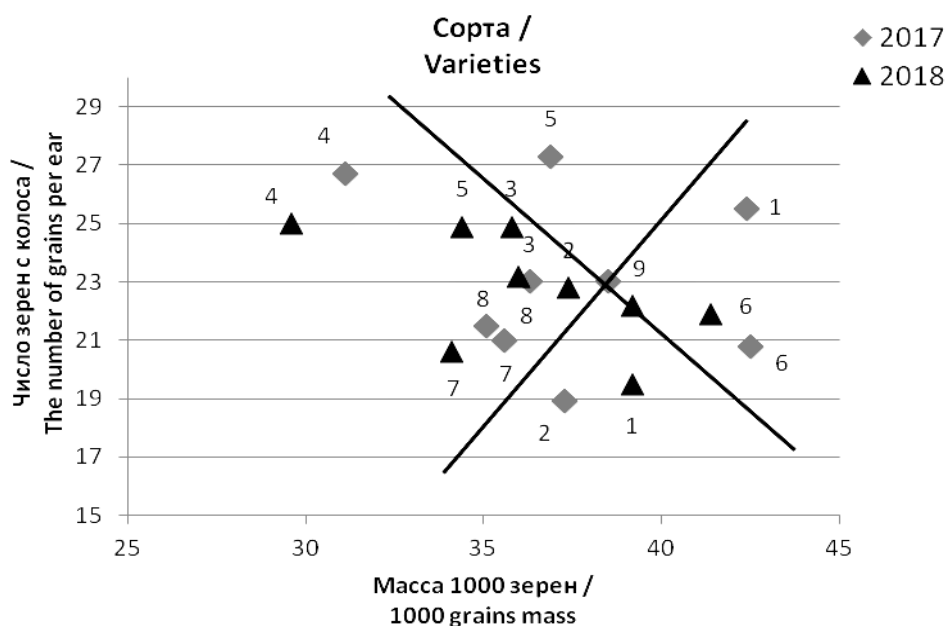


Рис. 3. Распределение средних значений родительских сортов в 2017 и 2018 гг.: 1 – Новосибирская 44; 2 – Башкирская 28; 3 – Баганская 95; 4 – Линия 3672h; 5 – Nandu; 6 – Hoffman; 7 – Актюбе 92; 8 – Актюбе 3; 9 – Лубнинка /

Fig. 3. The distribution of the average values of parental varieties in 2017 and 2018: 1 – Novosibirskaja 44; 2 – Bashkirskaja 28; 3 – Baganskaja 95; 4 – Linija 3672h; 5 – Nandu; 6 – Hoffman; 7 – Aktjube 92; 8 – Aktjube 3; 9 – Lubninka

В условиях 2018 года наблюдали отрицательную связь массы 1000 зерен и числа зерен в колосе ($r = -0,54$), положительную – урожайности и массы 1000 зерен ($r = 0,35$), отрицательную – урожайности и числа зерен в колосе ($r = -0,29$).

Знание механизмов трансгрессий и возможность прогнозировать их проявление поможет оптимизировать работу селекционеров путем выбраковки заведомо бесперспективных комбинаций уже в первых поколениях. Принято считать [14, 18], что гибридные комбинации

ции, превышающие лучшего родителя по тому или иному признаку в первом поколении, являются перспективными для дальнейшего изучения, а использование гетерозисного эффекта позволяет более эффективно находить сформированные природой генные комплексы [19]. Литературные данные о природе гетерозиса свидетельствуют о том, что он обусловлен межаллельными и межгенными взаимодействиями:

погашением действия вредных рецессивных генов; благоприятным сочетанием неаллельных, полностью доминантных генов; благоприятным влиянием всех типов аллелей в гетерозиготном состоянии; соответствием ядерного и цитоплазматического геномов. Однако экспериментальные данные, полученные для подтверждения той или иной теории, носят противоречивый характер [20, 21].

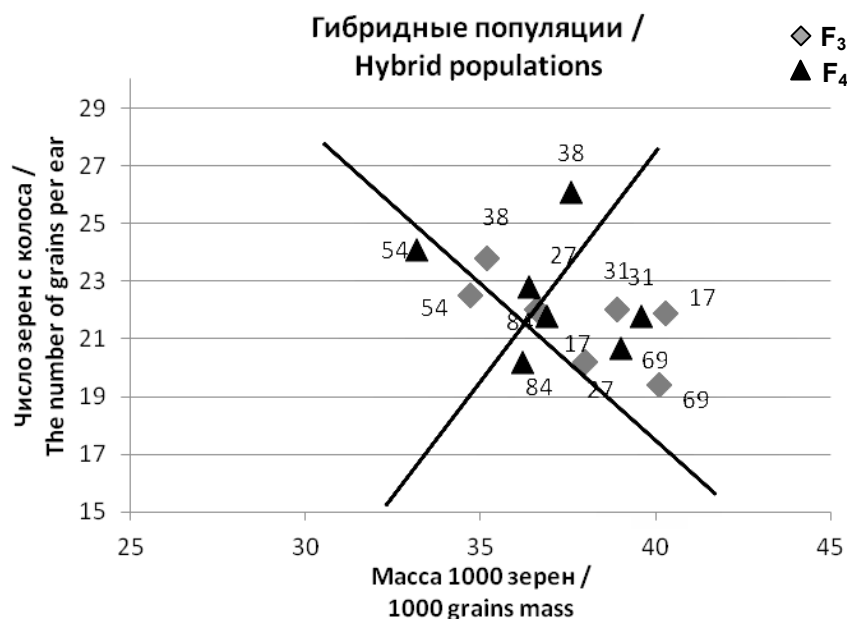


Рис. 4. Распределение средних значений гибридных популяций в условиях 2017 г. (F₃) и 2018 г. (F₄). Номера гибридов соответствуют рис. 2 /

Fig. 4. Distribution of average values of hybrid populations in the conditions of 2017 (F₃) and 2018 (F₄). Numbers of hybrids correspond to fig. 2

В данном исследовании по количеству зерен в колосе в первом поколении наблюдали все типы наследования – показатель степени фенотипического доминирования (hr) варьировал в зависимости от комбинации от -5,00 до +7,82 (табл. 2). В наследовании признака «масса 1000 зерен» преобладало положительное сверхдоминирование – шесть из семи гибридных комбинаций превышали лучшего родителя. Поскольку в специфических условиях 2015 года урожай в большей степени был обусловлен различиями в озерненности колоса, лучшими можно считать гибриды Баганская 95 х Новосибирская 44 и Баганская 95 х Актюбе 3.

Если исходить от предпосылки, что уровень гетерозиса в F₁ соответствует высокому уровню признака в последующих поколениях, то справедливость данного утверждения доказывается на примере комбинации Баганская 95 х Новосибирская 44, лиди-

ровавшей по значению hr по обоим компонентным признакам. Данная гибридная популяция характеризовалась самой высокой средней за три года массой 1000 зерен (40,4 г), но не выделялась по числу зерен с колоса и урожайности, имела высокий уровень селекционного дифференциала во все годы и положительно реагировала на отбор независимо от внешних факторов.

Комбинация Баганская 95 х Актюбе 3 с положительным сверхдоминированием признаков в F₁, характеризовалась самым высоким за три года средним значением числа зерен в колосе (25,5 шт.). Однако эта комбинация не отличалась по остальным показателям и имела отрицательный сдвиг в потомстве при отборах в условиях влажного года, несмотря на высокий уровень селекционного дифференциала. Линии, выделенные из этой комбинации, представляют ценность в селекции на засухоустойчивость.

Таблица 2 - Селекционно-генетическая характеристика гибридов F₁-F₄ (2015-2018 гг.) /
Table 2 - Selection and genetic characteristics of F₁-F₄ hybrids (2015-2018)

Комбинация скрещивания / Cross combination	Число зерен в колосе / The number of grains per ear			Масса 1000 зерен / 1000 grains mass			R (F ₄)	
	hp (F ₁)	S (F ₂)	S (F ₃)	hp (F ₁)	S (F ₂)	S (F ₃)	отбор в F ₂	отбор в F ₃
Баганская 95 x Новосибирская 44 / Baganskaja 95 x Novosibirskaja 44	+7,82	21,7	21,6	+12,00	7,3	5,6	138,0	68,2
Баганская 95 x Актюбе 3 / Baganskaja 95 x Aktjube 3	+3,10	16,7	23,5	+1,42	10,2	3,8	7,4	-58,0
Башкирская 28 x Актюбе 92 / Bashkirskaja 28 x Aktjube 92	+0,56	10,8	18,6	+1,68	8,1	3,8	86,1	-185,1
Nandu x Линия 3672h / Nandu x Linija 3672h	-0,34	13,8	25,7	+5,27	9,6	3,0	-142,0	+118,9
Актюбе 3 x Линия 3672h / Aktjube 3 x Linija 3672h	-1,70	19,4	22,2	+1,70	6,2	1,1	199,7	123,0
Новосибирская 44 x Актюбе 92 / Novosibirskaja 44 x Aktjube 92	-1,80	13,5	14,8	+2,36	7,6	2,1	128,6	-90,0
Hoffman x Лубнинка / Hoffman x Lubninka	-5,00	17,9	18,2	+0,23	3,8	3,6	-19,9	98,8
Среднее значение / Average value	+0,38	16,2	20,7	+3,53	7,5	3,3	56,8	10,8
Коэффициент наследуемости признаков (H ²) / Heritability coefficient (H ²)	-	0,48	0,39	-	0,75	0,86	-	-

Примечания: hp – степень фенотипического доминирования признаков; S – селекционный дифференциал; R – реакция на отбор, рассчитанная по урожайности в СП-1 /

Note: hp is the degree of phenotypic domination of traits; S – selection differential; R – reaction to the selection calculated according to yield in the breeding nursery 1.

Гибриды, полученные с участием южных сортов Башкирская 28 (Башкортостан) и Актюбе 92 (Казахстан), обладали самой высокой средней урожайностью в опыте и характеризовались высокой результативностью отборов в условиях засушливого 2016 года, тогда как отбор 2017 года у них дал отрицательный результат. В комбинации Nandu (Германия) x Линия 3672 h (Иркутск), имеющей высокое число зерен с колоса, высокую урожайность, но низкую массу 1000 зерен, напротив, положительный сдвиг наблюдали при отборе в условиях влажного года. Наилучший результат достигнут при отборах в комбинации Актюбе 3 x Линия 3672h, т.е. при скрещивании сортов разного эколого-географического происхождения (Казахстан и Иркутск).

Самый низкий показатель hp в первом поколении выявлен у гибридов, образованных с участием канадского и новосибирского сортов Hoffman x Лубнинка. В ряду последующих поколений эта комбинация характеризовалась низкой озерненностью колоса, но крупным зерном. Высокую урожайность сформировали

потомства, полученные в результате отборов 2017 года.

Различия в селекционном дифференциале были обусловлены не только сортовыми особенностями компонентов, включенных в скрещивания, но и условиями года, в котором производили отбор. Отбираемые во влажном году растения в целом характеризовались большим числом зерен в колосе (в среднем 42,3 шт., S = 20,7 шт.), но меньшей массой 1000 зерен (в среднем 41,0 г, S = 3,3 г), а отбираемые в условиях засухи растения, наоборот, имели меньшую озерненность (40,6 шт., S = 16,2 шт.), но более крупное зерно (47,1 г, S = 7,5 г). Для расчета результативности отборов семена, полученные от выделенных растений разных лет урожая (в 2016 г. 40 образцов; в 2017 г. 60 образцов), и исходные популяции высевали в 2018 году в питомнике СП-1 на однорядковых делянках. Урожайность гибридных семей варьировала в пределах 219,0...789,6 г/м², отобранных потомств – 317,0...647,6 г/м². Средняя прибавка урожайности у потомств, выделенных в условиях

засухи, по отношению к исходным популяциям, составила 56,8 г/м² (11,1%); у потомств, полученных в условиях избытка влаги, – 10,8 г/м² (3,0%).

Корреляционный анализ выявил среднюю положительную связь между показателями h_p в F_1 и S в последующих поколениях по признакам «масса 1000 зерен» ($r = 0,18...0,63$) и «число зерен с колоса» ($r = 0,35...0,37$). Между уровнем гетерозиса и эффективностью отборов корреляция практически отсутствовала ($r = -0,12...0,27$). Сходимость параметров S и R была выше по числу зерен с колоса ($r = 0,33...0,50$), чем по массе 1000 зерен ($r = -0,13...-0,30$), т.е. результат в данном случае был обусловлен отбором наиболее озерненных, нежели крупнозерновых генотипов. Коэффициент корреляции между значением h_p и абсолютными значениями признаков в поколениях F_2 - F_4 варьировал в пределах $r = 0,35...0,68$ (достоверные значения на 5% уровне $r = 0,75$; $n = 7$).

Выводы. Показатель числа зерен в колосе в более сильной степени подвержен влиянию условий среды, чем масса 1000 зерен, на что указывает результат двухфакторного опыта и значения коэффициентов наследуемости в широком смысле. Эффекты ВГС обуславливают смену рангов генотипов по хозяйственно ценным признакам, что важно учитывать при оценке перспективных номеров в ряду поколений. Рекомендуются проводить неоднократные отборы из гибридных популяций, ориентируясь на уровень селекционного дифференциала

тех признаков, которые были лимитированы стрессовыми условиями. Эффективность отборов зависит не только от компонентов скрещивания, но и от условий вегетации.

В практической селекции информация о том, насколько уровень гетерозиса у гибридов F_1 согласуется с величиной признаков в последующих поколениях, позволит оптимизировать работу путем отбора лучших комбинаций скрещивания. Широко используемый параметр «степень фенотипического доминирования» в средней степени коррелирует с величиной селекционного дифференциала и значениями признаков в ряду поколений.

К источникам высокой урожайности можно отнести сорта Башкирская 28, Новосибирская 44; числа зерен в колосе – Линия 3672h, Nandu, Баганская 95; массы 1000 зерен – Hoffman, Новосибирская 44. Из изученных гибридов по селекционно-генетическим характеристикам выделялись комбинации Баганская 95 х Новосибирская 44, Баганская 95 х Актюбе 3 (положительное сверхдоминирование в первом поколении); Баганская 95 х Новосибирская 44 и Актюбе 3 х Линия 3672h (высокая результативность отборов). По средним многолетним значениям признаков выделялись комбинации Баганская 95 х Актюбе 3, Nandu х Линия 3672h (число зерен с колоса); Баганская 95 х Новосибирская 44, Hoffman х Лубинка (масса 1000 зерен); Новосибирская 44 х Актюбе 92, Башкирская 28 х Актюбе 92 (урожайность).

Список литературы

1. 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>
2. Драгавцев В.А. Уроки эволюции генетики растений. Биосфера. 2012;4(3):251-262. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17954320>
3. Костылев П.И., Некрасова О.А. Изучение типов наследования ряда признаков мягкой озимой пшеницы и ее комбинационной способности. Зерновое хозяйство России. 2015;(6):10-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25311180>
4. Минькач Т.В., Селихова О.А. Генетический сдвиг при отборе гибридных потомств сои по хозяйственно-ценным признакам. Российская сельскохозяйственная наука. 2016;(2-3):18-20. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25717606>
5. Малецкий С.И. Семантическая структура понятий «наследственность» и «эволюция». Информационный вестник ВОГИС. 2009;13(4):820-852. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16691061>
6. Инге-Вечтомов С.Г. Что мы знаем об изменчивости? Экологическая генетика. 2010;8(4):4-9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15554492>
7. Пискарев В.В., Панькин А.И., Капко Т.Н. Изменчивость, наследование и генетический контроль продуктивности колоса сортов яровой мягкой пшеницы. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2011;(11-12):40-47. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17110102>
8. Никитина В.И. Изменчивость и наследование массы зерна с колоса у мягкой яровой пшеницы в условиях лесостепи Восточной Сибири. Вестник КрасГАУ. 2006;(11):53-59. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12991766>
9. Börner A., Schumann E., Fürste A., Göster H., Leithold B., Röder M.S., Weber W.E. Marring of quantitative trait loci determining agronomic important characters in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). Theor. Appl. Genet. 2002;105:921-936. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-002-0994-1>

10. Chesnokov Yu. V., Mirskaya G.V., Kanash E.V., Kocherina N.V., Lohwasser U., Börner A. QTL marring of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under controlled conditions of an agroecobiological testing ground. Russian Journal of Plant Physiology. 2017;64 (1):55-68. <https://doi.org/10.1134/S1021443716060029>
11. Драгавцев В.А., Малецкий С.И. Пути «гены-признаки» неисповедимы. Бюллетень науки и практики. 2016;(6):12-24. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26191408>
12. Дзюба В. А., Есаулова Л. В., Чухирь И. Н., Лапина Е. Н. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур. Зерновое хозяйство России. 2012;(3(21)):8–13. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17794893>
13. Баталова Г.А., Русакова И.И., Кочерина Н.В., Ловассер У., Бёрнер А., Чесноков Ю.В. Оценка линий ITMI и картирование QTL у яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в условиях Северо-Востока Российской Федерации. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2016. 52 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008757139>
14. Пискарев В.В., Тимофеев А.А., Бойко Н.И. Крупность зерна пшеницы мягкой яровой: особенности формирования и генетический контроль в условиях Западной Сибири. Достижения науки и техники АПК. 2017;31(9):16-21. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30462590>
15. Некрасова О.А., Костылев П.И., Некрасов Е.И. Изучение типов наследования массы 1000 зерен у гибридов F₂ озимой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2017;(1):20-23. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28825289>
16. Röder M.S., Huang X.Q., Börner A. Fine mapping of the region on wheat chromosome 7D controlling grain weight. Funct. Integr. Genomics. 2008;(8):79-86. URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/Fine-mapping-region-wheat-chromosome/17554574.html>
17. Осипова Л.В., Ниловская Н.Т. Формирование зачаточного колоса и продуктивность сортов яровой пшеницы в условиях нарастающей почвенной засухи. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012;(5):14-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17898534>
18. Донцова А.А. Типы наследования признака «количество зерен в колосе» гибридами F₁ и F₂ ярового ячменя в условиях Ростовской области. Достижения науки и техники АПК. 2014;28(11):34-36. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22747750>
19. Гончарова Ю.К. Метод закрепления гетерозисного эффекта – реализация на растениях (к столетию со дня рождения В.А. Струникова). Онтогенез. 2014;45(6):442-446. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=10.7868/S0475145014060044>
20. Xiao J.H., Li J.M., Yuan L.P., Tanksley S.D. Dominance is the major genetic basis of heterosis in rice as revealed by QT. Genetics. 1995;140:745-754. URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/Dominance-major-genetic-basis-heterosis/7498751.html>
21. Yu S.B., Li J.X., Xu C. G., Tan Y.F., Gao Y.J., Li X.H., Zhang Q., Saghai Maroof M.A. Importance of epistasis as the genetic basis of heterosis in an elite rice hybrid. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1997;94:9226-9231. URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/Importance-epistasis-as-genetic-basis/11038567.html>

References

1. Kil'chevskiy A.V. Genetiko-ekologicheskie osnovy selektsii rasteniy. [Genetic and ecological bases of plant breeding]. *Informatsionnyy vestnik VOGIS*. 2005;9(4):518-526. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9127861>
2. Dragavtsev V.A. Uroki evolyutsii genetiki rasteniy. [The results of the evolution of plant genetics]. *Biosfera*. 2012;4(3):251-262. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17954320>
3. Kostylev P.I., Nekrasova O.A. *Izuchenie tipov nasledovaniya ryada priznakov myagkoy ozimoy pshenitsy i ee kombinatsionnoy sposobnosti*. [The study of the types of inheritance of some traits of winter soft wheat and its combination ability]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2015;(6):10-15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25311180>
4. Min'kach T.V., Selikhova O.A. *Geneticheskiy sdvig pri otbore gibridnykh potomstv soi po khozyaystvenno-tsennym priznakam*. [Genetic shift in selection of hybrid offspring of soybeans according to economically valuable traits]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* = Russian Agricultural Sciences. 2016;(2-3):18-20. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25717606>
5. Maletskiy S.I. *Semanticheskaya struktura ponyatiy «nasledstvennost'» i «evolyutsiya»*. [Semantic structure of the terms «heredity» and «evolution»]. *Informatsionnyy vestnik VOGIS*. 2009;13(4):820-852. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16691061>
6. Inge-Vechtormov S.G. *Chto my znaem ob izmenchivosti?* [What do we know about variability?]. *Ekologicheskaya genetika* = Ecological genetics. 2010;8(4):4-9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15554492>
7. Piskarev V.V., Pan'kin A.I., Kapko T.N. *Izmenchivost', nasledovanie i geneticheskiy kontrol' produktivnosti kolosa sortov yarovoy myagkoy pshenitsy*. [Variability, inheritance and genetic control of ear productivity in spring soft wheat cultivars]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2011;(11-12):40-47. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17110102>
8. Nikitina V.I. *Izmenchivost' i nasledovanie massy zerna s kolosa u myagkoy yarovoy pshenitsy v usloviyakh lesostepi Vostochnoy Sibiri*. [Variability and inheritance of grain mass per ear of soft spring wheat under conditions

of the forest-steppe of Eastern Siberia]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2006;(11):53-59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12991766>

9. Börner A., Schumann E., Fürste A., Göster H., Leithold B., Röder M.S., Weber W.E. Marring of quantitative trait loci determining agronomic important characters in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 2002;105:921-936. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00122-002-0994-1>

10. Chesnokov Yu. V., Mirskaya G.V., Kanash E.V., Kocherina N.V., Lohwasser U., Börner A. QTL marring of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under controlled conditions of an agroecobiological testing ground. *Russian Journal of Plant Physiology.* 2017;64 (1):55-68. <https://doi.org/10.1134/S1021443716060029>

11. Dragavtsev V.A., Maletskiy S.I. *Puti «geny-priznaki» neispovedimy.* [The relation between genes and traits is inscrutable]. *Byulleten' nauki i praktiki* = Bulletin of Science and Practice. 2016;(6):12-24. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26191408>

12. Dzyuba V.A., Esaulova L.V., Chukhir' I.N., Lapina E.N. *K metodike provedeniya gibridologicheskogo analiza gibridov zernovykh kul'tur.* [On the technology of carrying out hybridological analysis of grain crops]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2012;(3(21)):8–13. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17794893>

13. Batalova G.A., Rusakova I.I., Kocherina N.V., Lovasser U., Berner A., Chesnokov Yu.V. *Otsenka liniy ITMI i kartirovanie QTL u yarovoy myagkoy pshenitsy (Triticum aestivum L.) v usloviyakh Severo-Vostoka Rossiyskoy Federatsii.* [Evaluation of ITMI and QTL mapping in spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) in conditions of the North-East of the European part of Russian Federation]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2016. 52 p. URL: <https://search.rsl.ru/record/01008757139>

14. Piskarev V.V., Timofeev A.A., Boyko N.I. *Krupnost' zerna pshenitsy myagkoy yarovoy: osobennosti formirovaniya i geneticheskii kontrol' v usloviyakh Zapadnoy Sibiri.* [Fineness of soft spring wheat grain: peculiarities of formation and genetic control under conditions of Western Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis.* 2017;31(9):16-21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30462590>

15. Nekrasova O.A., Kostylev P.I., Nekrasov E.I. *Izuchenie tipov nasledovaniya massy 1000 zeren u gibridov F2 ozimoy pshenitsy.* [The study of the modes of inheritance of the "1000 grain mass" trait in the hybrids F₂ of winter wheat]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2017;(1):20-23. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28825289>

16. Röder M.S., Huang X.Q., Börner A. Fine mapping of the region on wheat chromosome 7D controlling grain weight. *Funct. Integr. Genomics.* 2008;(8):79-86. URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/Fine-mapping-region-wheat-chromosome/17554574.html>

17. Osipova L.V., Nilovskaya N.T. *Formirovanie zachatochnogo kolosa i produktivnost' sortov yarovoy pshenitsy v usloviyakh narastayushchey pochvennoy zasukhi.* [Influence of an increasing soil drought on a rudimentary ear and productivity of wheat varieties]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* = Reports of the Russian Academy of agricultural sciences. 2012;(5):14-15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17898534>

18. Dontsova A.A. *Tipy nasledovaniya priznaka «kolichestvo zeren v kolose» gibridami F1 i F2 yarovogo yachmenya v usloviyakh Rostovskoy oblasti.* [Types of inheritance of the «number of grains per ear» trait in spring barley hybrids F₁ and F₂ in conditions of Rostov region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis.* 2014;28(11):34-36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22747750>

19. Goncharova Yu.K. *Metod zakrepleniya geteroziznogo effekta – realizatsiya na rasteniyakh (k stoletiyu so dnya rozhdeniya V.A. Strunnikova).* [Method of fixing the heterotic effect, implementation on plants (devoted to the 100th anniversary of V.A. Strunnikov)]. *Ontogenez.* 2014;45(6):442-446. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?doi=10.7868/S0475145014060044>

20. Xiao J.H., Li J.M., Yuan L.P., Tanksley S.D. Dominance is the major genetic basis of heterosis in rice as revealed by QT. *Genetics.* 1995;140:745-754. URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/Dominance-major-genetic-basis-heterosis/7498751.html>

21. Yu S.B., Li J.X., Xu C. G., Tan Y.F., Gao Y.J., Li X.H., Zhang Q., Saghai Maroof M.A. Importance of epistasis as the genetic basis of heterosis in an elite rice hybrid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 1997;94:9226-9231. URL: <http://www.biomedsearch.com/nih/Importance-epistasis-as-genetic-basis/11038567.html>

Сведения об авторе:

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

Information about the authors:

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

✉ - Для контактов / Corresponding autor

Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области

© 2019. А.А. Казак✉, Ю.П. Логинов, Д.И. Ерёмин

ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья",
г. Тюмень, Российская Федерация

В Сибирском регионе, в том числе в Тюменской области, большой вклад в производство продовольственного зерна вносят ценные и сильные сорта яровой мягкой пшеницы: Ирень, Омская 36, Новосибирская 31. Вместе с тем необходимо отметить, что элементы технологии возделывания этих сортов на семенные цели разработаны недостаточно. В статье проанализированы данные за 2016-2018 гг. по урожайности и качеству семян отмеченных сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания (на планируемую урожайность 4, 5 и 6 т/га). Установлено, что в условиях северной лесостепи Тюменской области уровень минерального питания на планируемую урожайность 4 и 5 т/га является надёжным гарантом получения семян высокого качества. В варианте с NPK на 4 т/га выход семян из общей урожайности составил 73,0-77,8%, масса 1000 зёрен – 33,9-38,5 г, содержание белка – 15,3-16,8%, энергия прорастания – 58,0-67,3%, лабораторная всхожесть – 94,3-96,5%. Основная часть семян (67-74%) проросла 5-6 зародышевыми корешками и при пересеве в 2017-2018 гг. давала густые, сильные всходы. Семена с отмеченного варианта по многим показателям качества имели преимущество перед контролем без удобрений и вариантами с более высоким уровнем минерального питания. Установлено, что энергия прорастания семян тесно коррелировала с содержанием белка в семенах ($r = 0,72...0,82$), слабо – с массой 1000 зерен ($r = 0,27...0,28$). Между урожайностью и энергией прорастания семян корреляция отрицательная ($r = -0,32...-0,40$).

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, минеральные удобрения, урожайность, качество семян, Ирень, Омская 36, Новосибирская 31

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Казак А.А., Логинов Ю.П., Ерёмин Д.И. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):219-229. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.219-229>

Поступила: 06.03.2019

Принята к публикации: 23.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Influence of mineral fertilizers on productivity and quality of wheat varieties seeds in the northern forest-steppe of the Tyumen region

© 2019. Anastasiya A. Kazak✉, Yutiy P. Loginov, Dmitriy I. Eremin

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans-Ural State Agricultural University", Tyumen, Russian Federation

In the Siberian District, including the Tyumen region, a great contribution into production of foodgrain has been made by valuable and strong varieties of spring soft wheat Iren, Omskaya 36, Novosibirskaya 31. It should be noted that elements of cultivation technology of these varieties for seeds have been developed insufficiently. In the article, the 2016-2018 data have been analyzed according to the productivity and quality of seeds of the chosen wheat varieties in dependence to the level of mineral nutrition (for planned productivity of 4.5 and 6 t/ha). It has been established that in the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region the level of mineral nutrition for productivity of 4-5 t/ha provided high quality of seeds. In the variant with NPK of 4 t/ha the yield of seeds of the general productivity was 73.0-77.8%, the mass of 1000 grains – 33.9-38.5, the protein content – 15.3-16.8%, the energy of germination – 58.0-67.3%, the laboratory viability – 94.3-96.5%. The main part of seeds (67-74%) sprouted in 5-6 seminal roots and when resowing in 2017-2018 it gave dense, strong shoots. Seeds from the chosen variant had advantage before the control without fertilizers and before variants with higher level of mineral nutrition in many quality indicators. It has been established that germination energy of seeds closely correlated with protein content ($r = 0.72...0.82$) and insignificantly – with the mass of 1000 grains ($r = 0.27...0.28$). Between productivity and energy of germination of seeds the correlation was negative ($r = -0.32...-0.40$).

Keywords: spring soft wheat, variety, mineral fertilizers, productivity, quality of seeds, Iren, Omskaya 36, Novosibirskaya 31

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

For citation: Kazak A.A., Loginov Yu.P., Eremin D.I. Influence of mineral fertilizers on productivity and quality of wheat varieties seeds in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):219-229. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.219-229>

Received: 06.03.2019

Accepted for publication: 23.05.2019

Published online: 18.06.2019

Современная Тюменская область – бурно развивающийся регион страны. На её территории создан и успешно функционирует крупнейший топливно-энергетический комплекс мирового значения. Параллельно развивается аграрный сектор экономики [1, 2, 3]. Производство зерна было и остаётся главной задачей растениеводства. При этом особое внимание уделяется производству продовольственного зерна пшеницы [4, 5, 6]. Для решения этой задачи ведётся селекция культуры в местных условиях, а также специалисты Государственного сортоиспытания по Тюменской области испытывают и подбирают для товаропроизводителей сорта инорайонной селекции [7, 8]. К их числу относятся сорта яровой мягкой пшеницы Ирень, Омская 36, Новосибирская 31, которые хорошо зарекомендовали себя во всех природно-климатических зонах области. Необходимо отметить, что возделываются эти сорта по общепринятой технологии и не реализуют полностью свою потенциальную возможность, особенно на семенных посевах [9, 10, 11]. При разработке технологии для производства продовольственного зерна, в первую очередь, возникает много вопросов по минеральному питанию [12, 13, 14]. Современное сельское хозяйство в настоящее время переходит на новый уровень развития, получивший название «точное земледелие». Актуальным в условиях современных технологий остаётся научно обоснованное минеральное питание яровой мягкой пшеницы [15, 16, 17].

Цель исследования – изучить урожайность и качество семян сортов яровой пшеницы Ирень, Омская 36, Новосибирская 31 в зависимости от уровня минерального питания в северной лесостепи Тюменской области.

Новизна исследований – в Тюменской области изучены посевные качества семенного материала новых сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания.

Материал и методы. Исследования проведены в 2016-2018 гг. в северной лесостепи Тюменской области на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Почва – чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, содержание гумуса – 7,2%, фосфора и азота – среднее, калия – высокое,

реакция почвенного раствора – 6,7 ед. pH [18]. Предшественник – однолетние травы (горох + овёс). Технология общепринятая для культуры в зоне. Дозу внесения минеральных удобрений рассчитывали балансовым методом на планируемую урожайность, ежегодно с учётом запаса питательных веществ в пахотном слое по Б.А. Ягодину и др.¹: 4 т/га = N35-120 P40-160K0; 5 т/га = N119-200P44-200K0; 6 т/га = N130-250P100-255K0.

Посев проведен селекционной сеялкой ССФК-7 в оптимальный срок. Площадь деланки 30 м², учётная – 25 м², повторность 4-кратная, размещение деланок рендомизированное. Наблюдения и учёты проведены по методикам Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур². Уборка проведена комбайном Samro 130, урожайные данные обработаны методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову³.

Результаты и их обсуждение. Годы исследований были контрастными по погодным условиям. В 2016 г. первая половина лета характеризовалась благоприятным температурным режимом (14,5°C) и влагообеспеченностью (64 мм), во второй половине лета проявилась жаркая (20,3°C), сухая погода (87 мм), что ускорило созревание хлебов на 7-10 дней по сравнению с многолетними наблюдениями (первая половина лета 13,5°C и 63 мм; вторая половина лета 16,8°C и 142 мм). Лето 2017 г. сложилось благоприятным по температурному режиму (15,4°C) и влагообеспеченности (282 мм). Погодные условия 2018 г. отличались от других лет исследований низкой температурой воздуха (11,1°C) и избыточным увлажнением в первой половине лета (140 мм).

Разнообразные погодные условия в годы исследований позволили достаточно полно изучить влияние разных уровней минерального питания на урожайность и качество семян реестровых сортов пшеницы.

Сорта яровой пшеницы, возделываемые в Тюменской области в прошлом веке (Ранг, Саратовская 29, Новосибирская 67, Стрела), при внесении минеральных удобрений сильно затягивали созревание во влажные годы и формировали семена низкого качества. Изучаемые нами сорта пшеницы нового поколения в годы исследований при внесении минеральных

¹ Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. М.: Колос, 2003. 585 с.

² Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: 1997. 216 с.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

удобрений под планируемую урожайность (4; 5; 6 т/га) созревали за 84-104 суток, и уборка их проходила в благоприятных погодных условиях. Таким образом, при научно обоснованном внесении минеральных удобрений под сорта пшеницы Ирень, Новосибирская 31, Омская 36 нет опасности в чрезмерном затягивании вегетационного периода и получении семян с низкими посевными качествами.

О реакции сортов пшеницы на разные уровни минерального питания можно судить

по урожайности семян в годы исследований (табл. 1). Максимальная урожайность семян у всех сортов получена в 2018 г. и составила в контрольном варианте 2,25-2,62 т/га, минимальная – в 2016 г. – 1,50-1,94 т/га. Аналогичная картина наблюдалась в вариантах с минеральными удобрениями под планируемую урожайность 4; 5 и 6 т/га. В контроле и вариантах с удобрениями по урожайности семян выделился сорт Ирень.

*Таблица 1 - Урожайность семян сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, т/га /
Table 1 - Yield of wheat varieties seeds depending on the level of mineral nutrition, t/ha*

<i>Coptm / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) /Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	1,94	2,18	2,62	2,24	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	1,71	1,93	2,33	1,99	-
Омская 36 / Omskaya 36	1,50	1,99	2,25	1,91	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	2,75	3,18	3,26	3,06	+0,82
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	2,59	2,92	2,90	2,80	+0,81
Омская 36 / Omskaya 36	2,62	2,97	2,98	2,85	+0,94
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	3,47	3,61	3,59	3,55	+1,31
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	2,91	3,26	3,44	3,20	+1,21
Омская 36 / Omskaya 36	2,89	3,32	3,25	3,15	+1,24
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	3,14	3,37	3,01	3,17	+0,93
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	2,78	3,20	3,52	3,16	+1,17
Омская 36 / Omskaya 36	2,74	3,18	3,24	3,05	+1,14
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,01	0,03	0,03	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,01	0,03	0,02	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,01	0,03	0,02	-	-

Внесение минеральных удобрений под планируемые уровни урожайности привело к увеличению урожайности семян у изучаемых сортов на 0,81-1,31 т/га, но она была ниже ожидаемой. Кроме того, при внесении минеральных удобрений под урожайность 6 т/га по всем сортам получена прибавка урожайности семян ниже предыдущего варианта (NPK на 5 т/га).

В семеноводстве лучших реестровых сортов пшеницы важно ежегодно получать максимальный выход семян с высокими посев-

ными показателями. Выход семян, прежде всего, зависит от сорта, затем от погодных условий и элементов технологии. Физиолого-биологические особенности каждого сорта складываются по-разному. У сортов Ирень и Новосибирская 31 физиологические процессы в период цветения, налива и созревания зерна в пределах колоса проходили дружно. Оба сорта кустились слабо (1,1-1,2), и семена формировались за счёт главных стеблей. У сорта Омская 36 в холодные влажные годы растения кустились сильнее,

и коэффициент продуктивной кустистости составил 1,3-1,4. Зерно в колосьях дополнительных стеблей созревало позже, чем в колосьях главных стеблей, и это отрицательно влияло на выход и качество семян.

Выход семян из общей урожайности представлен в таблице 2. Из анализа данных таблицы видно, что при внесении минеральных удобрений под планируемую урожайность

4 т/га выход семенной фракции увеличился от 2,5% у сорта Омская 36 до 3,5% у сорта Ирень. Дальнейшее увеличение уровня минерального питания на урожайность 5 т/га позволило получить выход семян у сорта Ирень на 4% выше контрольного варианта, а у сортов Новосибирская 31 и Омская 36, напротив, отмечено снижение выхода семян по сравнению с контролем на 0,2-0,6%.

**Таблица 2 - Влияние минеральных удобрений на выход семян реестровых сортов яровой пшеницы, % /
Table 2 - Influence of mineral fertilizers on the yield of seeds of registered spring wheat varieties, %**

<i>Copm/ Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	75,1	77,4	70,6	74,3	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	72,3	73	2	69,8	-
Омская 36 / Omskaya 36	70,5	74,1	67,0	70,5	-
NPK на 4 т/га/ NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	78,2	80,4	74,8	77,8	+3,5
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	75,0	78,1	71,5	74,9	+3,2
Омская 36 / Omskaya 36	73,4	75,2	70,6	73,0	+2,5
NPK на 5 т/га/ NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	77,3	82,1	75,7	78,3	+4,0
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	72,5	74,0	68,2	71,5	-0,2
Омская 36 / Omskaya 36	70,2	72,6	67,1	69,9	-0,6
NPK на 6 т/га/ NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	73,4	76,1	71,3	73,6	-0,7
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	67,2	70,5	68,1	68,6	-3,1
Омская 36 / Omskaya 36	65,7	68,3	67,5	67,1	-3,4
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,4	0,2	0,2	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,3	0,1	0,2	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,3	0,1	0,2	-	-

Примечание: максимальный выход семян получен с решёт 2,2х20 и 2,4х20 мм /

Note: the maximum yield of seeds obtained from the sieve 2.2x20 and 2.4x20 mm.

Внесение минеральных удобрений для получения 6 т/га снизило выход семян у всех сортов на 0,7-3,4%. Этот вариант не приемлем для изучаемых сортов. В контроле и на изучаемых уровнях минерального питания, кроме последнего, по выходу семенной фракции в лучшую сторону выделился сорт Ирень.

Крупность зерна – один из показателей качества семян. От неё зависит запас питательных веществ, сила роста и стартовый рост молодых растений. Кроме того, от крупности семян зависит норма посева пшеницы. В наших исследованиях изучаемые сорта

сформировали достаточно крупные семена в вариантах с минеральными удобрениями и без них (табл. 3).

Из анализа данных таблицы 3 следует, что масса 1000 зёрен изменялась в зависимости от сорта, погодных условий года и уровня минерального питания. Так, в контроле она варьировала от 31,7 г у сорта Новосибирская 31 в 2017 г. до 37,9 г у сорта Омская 36 в 2018 г. В среднем за три года исследований масса 1000 зёрен у сортов пшеницы составила 32,9-36,8 г. По анализируемому показателю преимущество имел сорт Омская 36.

Таблица 3 - Масса 1000 зёрен сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, г /
Table 3 - Weight of 1000 grains of wheat varieties depending on the level of mineral nutrition, g

<i>Copm / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений)/ Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	33,5	32,9	33,4	33,2	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	34,1	31,7	33,0	32,9	-
Омская 36 / Omskaya 36	36,4	36,2	37,9	36,8	-
NPK на 4 т/га/ NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	34,5	34,1	33,2	33,9	+0,7
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	35,2	33,7	35,4	34,7	+1,8
Омская 36 / Omskaya 36	37,9	38,9	39,1	38,5	+1,7
NPK на 5 т/га/ NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	35,7	34,2	35,1	35,0	+1,8
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	36,1	32,9	36,8	35,2	+2,3
Омская 36 / Omskaya 36	38,2	40,4	41,2	39,9	+3,1
NPK на 6 т/га/ NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	34,3	32,1	33,9	33,4	+0,2
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	35,9	32,6	38,4	35,6	+2,7
Омская 36 / Omskaya 36	39,1	39,7	40,6	39,8	+3,0
HCP ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,3	0,3	0,8	-	-
HCP ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,2	0,3	0,7	-	-
HCP ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,2	0,3	0,7	-	-

В вариантах с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 4; 5; 6 т/га масса 1000 зёрен у сортов пшеницы увеличилась на 0,7-3,1 г, сильнее это проявилось у сортов Новосибирская 31 и Омская 36.

Показатели качества семян (энергия прорастания, всхожесть, сила роста) зависели не только от крупности семян, но и от содержания в них белка (табл. 4).

Сорта пшеницы Ирень и Новосибирская 31 накопили белка в семенах на естественном плодородии (контроль) – 14,2-14,7%. Значительно уступил им сорт Омская 36. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность 4 т/га увеличило содержание белка на 1,8-3,2% относительно контроля. Следующий уровень минерального питания на урожайность 5 т/га также увеличил белок в семенах сортов пшеницы на 2,5-3,9%. На обоих уровнях минерального питания увеличение белка сильнее проявлено у сорта Омская 36. При внесении минеральных удобрений под урожайность 6 т/га отмечено снижение содер-

жания белка на 0,2-0,7% по сравнению с предыдущим вариантом.

Важными показателями качества семян являются энергия прорастания и всхожесть (табл. 5).

Энергия прорастания семян пшеницы в контрольном варианте изменялась от 47,3% у сорта Омская 36 в 2018 г. до 62,4% у сорта Ирень в 2016 г. В среднем за три года исследований она составила 50,2-59,4%. Минимальное значение отмечено у сорта Омская 36.

Внесение минеральных удобрений под планируемую урожайность 4 и 5 т/га привело к увеличению энергии прорастания семян у всех изучаемых сортов пшеницы на 6,2-12,1%, максимальное увеличение энергии прорастания семян отмечено у сорта Ирень (10,0-12,1%). В варианте с NPK на 6 т/га наблюдалось снижение энергии прорастания семян по сравнению с предыдущим уровнем минерального питания.

Минеральные удобрения повлияли не только на энергию прорастания семян, но и на лабораторную всхожесть (табл. 6).

Таблица 4 - Влияние уровня минерального питания на накопление белка в семенах сортов пшеницы, % /
Table 4 - Influence of mineral nutrition level on protein accumulation in seeds of wheat varieties, %

<i>Copt / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	14,9	14,1	15,3	14,7	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	14,6	13,8	14,1	14,2	-
Омская 36 / Omskaya 36	12,1	11,5	13,0	12,1	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t / ha					
Ирень / Iren'	16,5	15,8	17,4	16,5	+1,8
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	17,2	16,4	16,8	16,8	+2,6
Омская 36 / Omskaya 36	15,7	14,9	15,3	15,3	+3,2
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t / ha					
Ирень / Iren'	17,4	16,2	18,0	17,2	+2,5
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	17,9	17,1	17,5	17,5	+3,3
Омская 36 / Omskaya 36	16,3	15,6	16,1	16,0	+3,9
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t / ha					
Ирень / Iren'	16,8	16,0	17,3	16,7	+2,0
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	17,1	16,4	16,9	16,8	+2,6
Омская 36 / Omskaya 36	16,5	15,3	15,7	15,8	+3,7
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,2	0,2	0,4	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,2	0,2	0,3	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,2	0,2	0,3	-	-

Таблица 5 - Энергия прорастания семян пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, % /
Table 5 - Germination energy of wheat seeds depending on the level of mineral nutrition, %

<i>Copt / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	62,4	57,9	51,6	57,3	-
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	60,7	58,5	59,2	59,4	-
Омская 36 / Omskaya 36	53,1	50,4	47,3	50,2	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	70,8	67,3	64,0	67,3	+10,0
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	66,2	64,7	65,9	65,6	+6,2
Омская 36 / Omskaya 36	61,4	58,1	54,6	58,0	+7,8
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	72,6	70,2	65,4	69,4	+12,1
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	68,0	63,9	66,1	66,0	+6,6
Омская 36 / Omskaya 36	59,3	58,7	53,9	57,3	+7,1
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	69,1	67,4	62,7	66,4	+9,1
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	66,8	61,6	66,4	64,9	+5,5
Омская 36 / Omskaya 36	55,2	53,9	52,3	53,8	+3,6
НСР ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	1,1	1,2	2,0	-	-
НСР ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	1,0	1,1	1,7	-	-
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	1,0	1,1	1,7	-	-

Таблица 6 - Лабораторная всхожесть семян сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания, % / Table 6 - Laboratory germination of wheat seeds depending on the level of mineral nutrition, %

<i>Copt / Variety</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>Среднее / Average</i>	<i>± к контролю / ± for control</i>
Контроль (без удобрений) / Control (without fertilizers)					
Ирень / Iren'	89,2	92,5	86,3	89,3	
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	90,7	88,4	91,6	90,2	-
Омская 36 / Omskaya 36	86,9	83,1	87,8	85,9	-
NPK на 4 т/га / NPK at 4 t/ha					
Ирень / Iren'	96,1	98,4	95,2	96,5	+7,2
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	94,9	96,2	98,5	96,5	+6,3
Омская 36 / Omskaya 36	92,7	94,0	96,3	94,3	+8,4
NPK на 5 т/га / NPK at 5 t/ha					
Ирень / Iren'	95,3	92,9	95,7	94,6	+5,3
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	93,1	91,6	96,4	93,7	+3,5
Омская 36 / Omskaya 36	90,5	92,8	95,1	92,8	+6,9
NPK на 6 т/га / NPK at 6 t/ha					
Ирень / Iren'	92,7	91,4	93,2	92,4	+3,1
Новосибирская 31 / Novosibirskaya 31	91,0	89,6	93,8	91,4	+1,2
Омская 36 / Omskaya 36	90,8	91,3	94,5	92,2	+6,3
HCP ₀₅ для фактора А (норма удобрений) / LSD ₀₅ for factor A (fertilizer rate)	0,9	1,6	1,5	-	-
HCP ₀₅ для фактора В (сорт) / LSD ₀₅ for factor B (variety)	0,8	1,3	1,3	-	-
HCP ₀₅ для взаимодействия АВ / LSD ₀₅ for AB interaction	0,8	1,3	1,3	-	-

Из анализа данных таблицы 6 следует, что лабораторная всхожесть семян в контрольном варианте за годы исследований составила 85,9-90,2%. Минимальной она была у сорта Омская 36. Уровень минерального питания на планируемую урожайность 4 т/га обеспечил получение семян с лабораторной всхожестью 94,3-96,5%, увеличение к контролю составило 6,3-8,4%. Варианты с высокими дозами мине-

ральных удобрений на урожайность 5 и 6 т/га не имели преимущества по лабораторной всхожести перед предыдущим вариантом.

Уровень минерального питания на планируемую урожайность 4 т/га выделился не только по лабораторной всхожести семян, но и по силе роста (рис. 1). Дальнейшее повышение доз минеральных удобрений привело к снижению силы роста семян, за исключением сорта Ирень.

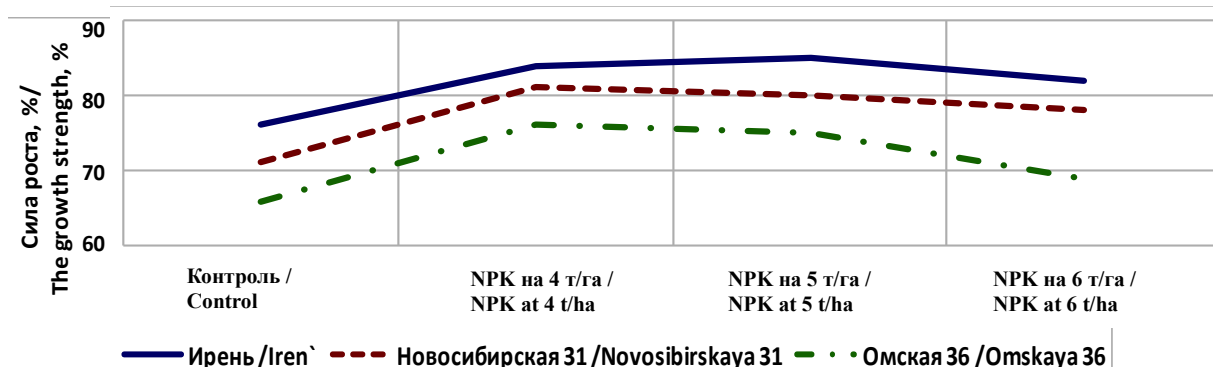


Рис. 1. Сила роста семян сортов пшеницы в зависимости от уровня минерального питания (2016-2018 гг.)

Fig. 1. The growth strength of wheat seeds depending on the level of mineral nutrition (2016-2018)

Расчёт корреляционной связи показал, что между массой 1000 зёрен и энергией прорастания семян корреляция слабая ($r = 0,27...0,28$), между содержанием белка в семенах и энергией прорастания связь тесная положительная ($r = 0,72...0,82$), между энергией прорастания семян и лабораторной всхожестью в 2016 и 2017 гг. связь сильная положительная

($r = 0,81...0,85$), в 2018 г – средняя ($r = 0,32...0,41$), между энергией прорастания и силой роста связь тесная положительная ($r = 0,65...0,72$), между урожайностью и энергией прорастания семян корреляция отрицательная ($r = -0,32...0,40$).

При изучении любого агротехнического приёма важно знать его экономическую эффективность (рис. 2).

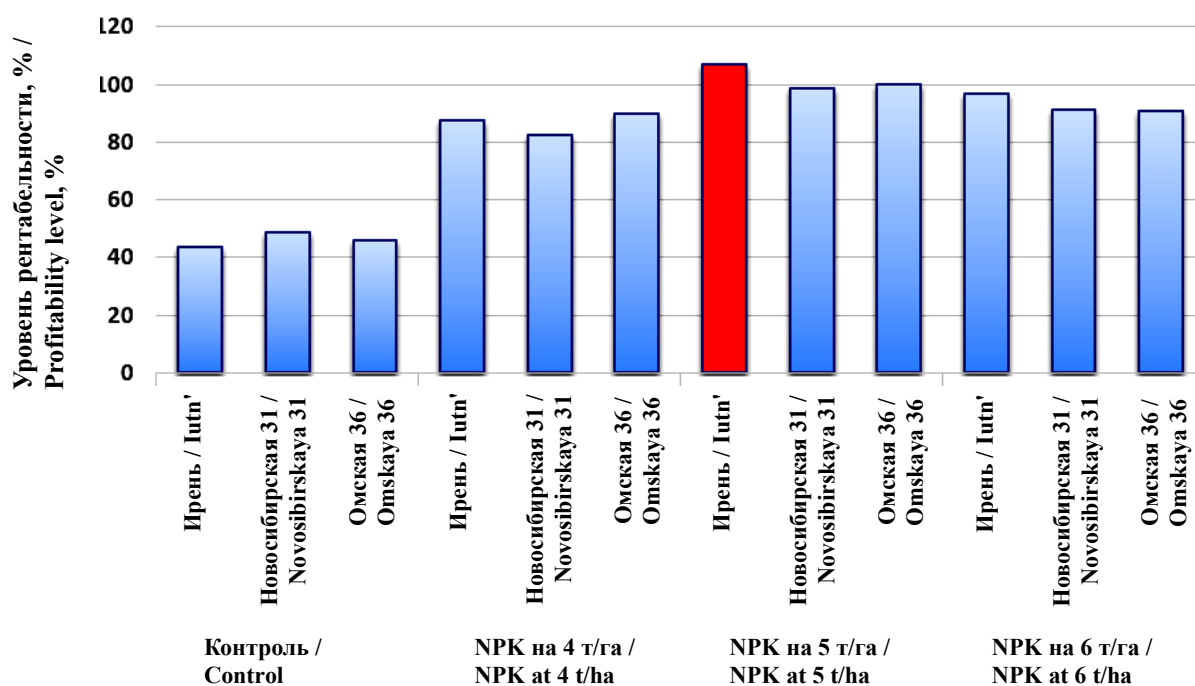


Рис. 2. Уровень рентабельности применения минеральных удобрений под сорта яровой пшеницы (2016-2018 гг.) /

Fig. 2. The profitability level of mineral fertilizers for spring wheat (2016-2018)

Внесение минеральных удобрений под урожайность 4 и 5 т/га сопровождалось увеличением рентабельности возделывания изучаемых сортов при максимальном уровне (107%) у сорта Ирень. Дальнейшее увеличение доз минеральных удобрений привело к снижению рентабельности по всем сортам.

Заключение. Исследуемые сорта пшеницы по-разному реагировали на уровень

минерального питания. Так, Новосибирская 31 и Омская 36 сформировали семена с высокими энергией прорастания, лабораторной всхожестью и силой роста при уровне минерального питания на планируемую урожайность семян 4 и 5 т/га. Уровень рентабельности по сорту Ирень составил 44-107%, Новосибирская 31 – 49-99% и Омская 36 – 46-100%.

Список литературы

1. Белкина Р.И., Барышников И.В. Эффективность возделывания сортов сильной пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2013; (1(20)):12-15. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21496266>
2. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Яровая пшеница в Тюменской области (биологические особенности роста и развития). Тюмень, 2012. 126 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23246568>
3. Letyago Y.P., Belkina R.I. Quality of Varieties of Spring Soft Wheat Grain and their Ranking for Baking Strength. International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solutions for agriculture" (AgroSMART 2018). 2018. pp. 449-452. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.84>

4. Тоболова Г.В., Летьяго Ю.А., Белкина Р.И. Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по технологическим свойствам и биохимическим признакам. *Агропродовольственная политика России*. 2015;(5 (41)):64-67. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24210428>
5. Белкина Р.И., Кучеров Д.И., Барышников И.В. Качество зерна сортов сильной пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. *Агропродовольственная политика России*. 2013;(3 (15)):51-53. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20927932>
6. Белкина Р.И. Сырьевая ценность зерна пшеницы Тюменской области. Достижения науки - агропромышленному производству: материалы ЛIII Межд. научн.-техн. конф.. Под редакцией П. Г. Свечникова. 2014. С. 64-67.
7. Казак А.А., Логинов Ю.П. Сравнительное изучение среднеспелых и среднепоздних сортов сильной пшеницы сибирской селекции в лесостепной зоне Тюменской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018;(6):33-41. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.33-41>
8. Evgeniy Demin. Growing Corns by Grain-Growing Technology in Siberia. Evgeniy Demin, Dmitry Eremin. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.136-139. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.26>
9. Иванов А.Е., Титова А.Н., Шабалина С.В., Шахова О.А. Формирование урожайности зерновых культур в зависимости от качества посевного материала. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. материалов LI Межд. студенческой научн.-практ. конф. Тюмень, 2017. С. 55-58. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30096608>
10. Летьяго Ю.А., Белкина Р.И. Потенциал качества зерна сортов яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области. *Вестник КрасГАУ*. 2014;(4 (91)):114-116. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21621494>
11. Белкина Р.И., Исупова Г.М. Факторы повышения качества зерна пшеницы в условиях Северного Зауралья. *Зерновые культуры. Зерновое хозяйство*. 1999;(6):16-19.
12. Ksenia Moiseeva, Alexander Karmatskiy, Anastasia Moiseeva Influence of Mineral Fertilizers on Winter Wheat Yield. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. pp. 499-503. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.94>
13. Иванов А.В., Белкина Р.И., Губанова В.М., Паклин В.С. Урожайность и содержание белка в зерне пшеницы под действием минеральных удобрений в Тюменской области. Современная наука - агропромышленному производству: Межд. научн.-практ. конф., посвящ. 135-летию первого среднего учебного заведения Зауралья – Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. Тюмень, 2014. С. 30-31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22710889>
14. Sergey Sherstobitov. Efficacy of Offline Differential Fertilization by Ammonia Nitrate for Summer Wheat Growing. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.641-645. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.120>
15. Diana Eremina. Agroeconomic Rationale for Applying Mineral Fertilizers to Cereal Crops in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.160-164. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.31>
16. Diana Eremina, Natalya Otekina, Svetlana Kayugina. The Interrelation of Agronomic Character and Mineral Nutrition as a Basis for Mathematical Model of Grain Growing in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.165-168. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.32>
17. Ерёмкина Д.В. Математическая модель минерального питания яровой пшеницы по результатам многолетних исследований Государственного аграрного университета Северного Зауралья. *Вестник КрасГАУ*. 2017;(1 (124)):14-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28184803>
18. Шахова О.А., Лахтина Т.С., Мордвина Е.А. Изменение водно-физических свойств чернозёма выщелоченного в зависимости от основных обработок и агрохимикатов на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее: сб. статей X Межд. научн.-практ. конф.: в 3 частях. Тюмень, 2017. С. 128-131. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29337579>

References

1. Belkina R.I., Baryshnikov I.V. *Effektivnost' vozdeleyvaniya sortov sil'noy pshenitsy v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti*. [Efficiency of cultivation of strong wheat varieties in the northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya* = Bulletin of Northern Trans-Ural State Agricultural University. 2013; (1(20)):12-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21496266>
2. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubyshina L.I. *Yarovaya pshenitsa v Tyumenskoy oblasti (biologicheskie osobennosti rosta i razvitiya)*. [Spring wheat in the Tyumen region (biological features of growth and development)]. Tyumen', 2012. 126 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23246568>

3. Letyago Y.P., Belkina R.I. Quality of Varieties of Spring Soft Wheat Grain and their Ranking for Baking Strength. International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solutions for agriculture" (AgroSMART 2018). 2018. pp. 449-452. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.84>
4. Tobolova G.V., Letyago Yu.A., Belkina R.I. *Otsenka sortov myagkoy yarovoy pshenitsy po tekhnologicheskim svoystvam i biokhimicheskim priznakam*. [Assessment of soft spring wheat varieties according to the technological properties and biochemical traits]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* = Agri-Food Policy in Russia. 2015;(5 (41)):64-67. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24210428>
5. Belkina R.I., Kucherov D.I., Baryshnikov I.V. *Kachestvo zerna sortov sil'noy pshenitsy v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti*. [Quality of grain of strong wheat varieties in the northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* = Agri-Food Policy in Russia. 2013;(3 (15)):51-53. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20927932>
6. Belkina R.I. *Syr'evaya tsennost' zerna pshenitsy Tyumenskoy oblasti*. [Raw value of seed of wheat of the Tyumen region]. *Dostizheniya nauki - agropromyshlennomu proizvodstvu: materialy LIII mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. [Achievements of science - to agro-industrial production: Materials of LIII International scientific and technical Conference]. *Pod redaktsiyey P.G. Svechnikova*. 2014. pp. 64-67.
7. Kazak A.A., Loginov Yu.P. *Sravnitel'noye izucheniye srednespelykh i srednepozdnykh sortov sil'noy pshenitsy sibirskoy selektsii v lesostepnoy zone Tyumenskoy oblasti*. [Comparative studying of mid-season and middle-late strong wheat varieties of the Siberian selection in a forest-steppe zone of the Tyumen region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(6):33-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.33-41>
8. Evgeniy Demin. Growing Corns by Grain-Growing Technology in Siberia. Evgeniy Demin, Dmitry Eremin. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.136-139. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.26>
9. Ivanov A.E., Titova A.N., Shabalina S.V., Shakhova O.A. *Formirovaniye urozhaynosti zernovykh kul'tur v zavisimosti ot kachestva posevnogo materiala*. [Formation of productivity of grain crops depending on quality of sowing material]. *Aktual'nye voprosy nauki i khozyaystva: novye vyzovy i resheniya: sb. materialov LI Mezhdunar. studencheskoy nauchn.-prakt. konf.* [Current problems of science and economy: new challenges and decisions: Collection of materials of the LI International Student scientific and practical Conference]. Tyumen', 2017. pp. 55-58. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30096608>
10. Letyago Yu.A., Belkina R.I. *Potentsial kachestva zerna sortov yarovoy pshenitsy v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti*. [Potential of quality of grain spring wheat varieties in the Northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2014;(4 (91)):114-116. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21621494>
11. Belkina R.I., Isupova G.M. *Faktory povysheniya kachestva zerna pshenitsy v usloviyakh Severnogo Zaural'ya*. [Factors of improvement of wheat seeds quality of in the conditions of the Northern Trans-Ural region]. *Zernovye kul'tury. Zernovoe khozyaystvo*. 1999;(6):16-19.
12. Ksenia Moiseeva, Alexander Karmatskiy, Anastasia Moiseeva Influence of Mineral Fertilizers on Winter Wheat Yield. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018). 2018. pp. 499-503. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.94>
13. Ivanov A.V., Belkina R.I., Gubanova V.M., Paklin V.S. *Urozhaynost' i sodержание belka v zerne pshenitsy pod deystviem mineral'nykh udobreniy v Tyumenskoy oblasti*. [Productivity and wheat seed protein content under the influence of mineral fertilizers in the Tyumen region]. *Sovremennaya nauka - agropromyshlennomu proizvodstvu: Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 135-letiyu pervogo srednego uchebnogo zavedeniya Zaural'ya - Aleksandrovskego real'nogo uchilishcha i 55-letiyu GAU Severnogo Zaural'ya*. [Modern science - to agro-industrial production: International scientific and practical Conference devoted to the 135th anniversary of the first institution of secondary educational of the Trans-Ural region - Aleksandrov non-classical secondary school and to the 55th anniversary of GAU of the Northern Trans-Ural region]. Tyumen', 2014. pp. 30-31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22710889>
14. Sergey Sherstobitov. Efficacy of Offline Differential Fertilization by Ammonia Nitrate for Summer Wheat Growing. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.641-645. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.120>
15. Diana Eremina. Agro-economic Rationale for Applying Mineral Fertilizers to Cereal Crops in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.160-164. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.31>
16. Diana Eremina, Natalya Otekina, Svetlana Kayugina. The Interrelation of Agronomic Character and Mineral Nutrition as a Basis for Mathematical Model of Grain Growing in West Siberia. International scientific and practical conference "Agro-SMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018).2018. pp.165-168. <https://doi.org/10.2991/agrosmart-18.2018.32>
17. Eremina D.V. *Matematicheskaya model' mineral'nogo pitaniya yarovoy pshenitsy po rezul'tatam mnogoletnykh issledovaniy Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya*. [Mathematical model of

mineral nutrition of spring wheat by results of long-term researches of the State agricultural university of the Northern Trans-Ural region]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2017;(1 (124)):14-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28184803>

18. Shakhova O.A., Lakhtina T.S., Mordvina E.A. *Izmenenie vodno-fizicheskikh svoystv chernozema vyshchelochennogo v zavisimosti ot osnovnykh obrabotok i agrokhimikatov na opytном pole GAU Severnogo Zaural'ya*. [Change of water physical properties of leached chernozem depending on the primary tillage and use of agrochemicals on the experimental plot of the State agricultural university of the Northern Trans-Ural region]. *Nauka i obrazovanie: sokhranyaya proshloe, sozdaem budushchee: sb. statey X Mezhdunarod. nauchn.-prakt. konf.: v 3 chastyakh*. [Science and education: keeping the past, we create the future: Collection of articles of the Xth International scientific and practical Conference: in 3 parts]. Tyumen', 2017. pp. 128-131. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29337579>

Сведения об авторах:

✉ **Казак Анастасия Афонасьевна**, кандидат с.-х. наук, зав. кафедрой, доцент, ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", ул. Республики, д.7, г. Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, e-mail: kazaknastenska@rambler.ru,

Логинов Юрий Павлович, доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", ул. Республики, д.7, г. Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-2372-9350>, e-mail: Yura.loginow2016@yandex.ru,

Ерёмин Дмитрий Иванович, доктор биол. наук, профессор ФГБОУ ВО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", ул. Республики, д.7, г. Тюмень, Тюменская область, Российская Федерация, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3672-6060>, e-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Information about the authors:

✉ **Anastasiya A. Kazak**, PhD in Agricultural sciences, head of cathedra, Associate Professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans- Ural State Agricultural University", Republic Street, 7, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, e-mail: kazaknastenska@rambler.ru,

Yuriy P. Loginov, DSc in Agriculture, professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans- Ural State Agricultural University", Republic Street, 7, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-2372-9350>, e-mail: Yura.loginow2016@yandex.ru,

Dmitriy I. Eremin, DSc in Biological sciences, professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans- Ural State Agricultural University", Republic Street, 7, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation, 625003, e-mail: acadagro@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3672-6060>, e-mail: soil-tyumen@yandex.ru

✉ - Для контактов / Corresponding autor

Влияние сроков сева и уборки на урожайность и посевные качества семян ярового овса Сапсан

© 2019. О.М. Снигирева✉, Ю.Е. Ведерников

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

Исследования проведены в 2015-2017 гг. в условиях Кировской области на сорте ярового пленчатого овса Сапсан селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Схема 1 полевого опыта включала 4 варианта по срокам сева – наиболее ранний (при физиологической спелости почвы) и три последующих с интервалом в 5 дней. Схема 2 полевого опыта включала 4 варианта по срокам уборки – ранний (когда зерно в верхней половине метелки достигло полной спелости у 70% растений) и три последующие с интервалом в 5 дней. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность получена при 2 сроке сева – 3,03 т/га. Показатели энергии прорастания и всхожести семян урожая 2015-2017 гг. снижались от 1 срока сева к последнему. Наибольший процент всхожести и энергии прорастания был у семян урожая 2017 г. – 98,6 и 96,5% соответственно, наименьший в 2016 г. – 92,8 и 90,8%. Наблюдали влияние года и срока уборки на урожайность ярового пленчатого овса. Наиболее значимое увеличение урожайности в 2015-2017 гг. было отмечено в варианте 2 срока уборки. Запоздывание с уборкой на 10-15 дней привело к снижению показателей структуры продуктивности. Лучшие показатели элементов структуры были у растений 2 срока уборки. В исследованиях отмечена тенденция уменьшения natyры зерна и массы 1000 зерен при запоздывании с уборкой на 10 и 15 дней относительно 1 срока, наиболее высокие показатели у зерна при 2 сроке уборки (488 г/л, 39,4 г соответственно). В исследованиях установлена слабая отрицательная корреляционная зависимость между содержанием белка в зерне и количеством осадков, выпавших в межфазный период «вымётывание - восковая спелость» ($r = -0,28$). В среднем за годы исследований оптимальным сроком сева (посев через 5 дней после наиболее раннего срока) и оптимальным сроком уборки (когда 100% растений достигли полной спелости зерна) установлен 2 срок.

Ключевые слова: сорт, срок сева, срок уборки, зерно, natyра, масса 1000 зёрен, белок, энергия прорастания, всхожесть, элементы структуры продуктивности

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема №0767-2014-0039).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Снигирева О.М., Ведерников Ю.Е. Влияние сроков сева и уборки на урожайность и посевные качества семян ярового овса Сапсан. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):230-237. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.230-237>

Поступила: 20.03.2019

Принята к публикации: 08.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Influence of sowing and harvesting time on productivity and sowing qualities of spring oat sapsan seeds

© 2019. Olga M. Snigireva✉, Yuri E. Vedernikov

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

In 2015-2017 under conditions of Kirov region studies with spring covered oat Sapsan bred in FARC North-East were conducted. The scheme of the first field experiment included four variants by sowing terms –the earliest one (at physiological maturity of soil), and three following variants with 5-day intervals. The scheme of the second field experiment included four variants in harvesting terms – the early one (when grains in the upper half of the panicle are fully matured in 70% of plants), and three following variants with 5-day intervals. On the average during the years of studies the highest productivity was obtained at the second term of sowing – 3.03 t/ha. Indicators of germination energy and germination of seeds harvested in 2015-2017 were decreasing from the first sowing term to the last one. The highest percent of germination and germination energy was in seeds harvested in 2017 – 98.6 and 96.5% respectively; the lowest in 2016 – 92.8 and 90.8%. In 2015-2017 the most significant increase in productivity was noted in the second variant of the harvesting term. From 10 to 15 days delay with harvesting lead to the decrease of yield structure parameters. The best indicators of structure elements were in plants of the second term of harvesting. The study revealed a tendency to decrease in test weight and 1000-grain mass at delay with harvesting for 10 and 15 days as compared with the first term; the most significant decrease – in grain at the second harvesting term (488 g/l and 39.4 g respectively). The research defined a weak negative correlation between the protein content in grain and the amount of precipitations in inter-phase period "heading – wax ripening" ($r = -0.28$). On the average during the years of studies, the second sowing term was the most optimal (sowing 5 days after the earliest term). The optimal harvesting term is the second one, when 100% of plants reach the full grain maturity.

Keywords: variety, sowing term, harvesting term, grain, test weight, 1000-grain mass, protein, germination energy, germination, yield structure elements

Acknowledgement: scientific work was performed in the framework of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky (theme №0767-2014-0039).

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

For citation: Snigireva O.M., Vedernikov Yu.E. Influence of sowing and harvesting time on productivity and sowing qualities of spring oat Sapsan seeds. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):230-237. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.230-237>

Received: 20.03.2019

Accepted for publication: 08.05.2019

Published online: 18.06.2019

Овес – одна из наиболее распространенных и ценных зерновых культур в России, имеет важную продовольственную и зернофуражную значимость, используется в пищевой промышленности и медицине. Это пластичная и высокоадаптивная культура. Современные сорта дают экономически выгодные, устойчивые урожаи зерна на низкоплодородных дерново-подзолистых почвах европейского Северо-Востока России. Основными технологическими факторами, обеспечивающими реализацию биологического потенциала культуры через количество и качество урожая, являются адаптивный сорт, качественный семенной материал, предшественники, сроки сева и уборки, нормы высева, использование комплексных минеральных удобрений, способы обработки почвы, уход за посевами и т.д. [1, 2, 3].

Срок сева – одно из важных условий для получения своевременных и дружных всходов, оказывающих большое влияние на продуктивность и качество семенного материала. Необходимо определить оптимальные сроки сева, поскольку при поздних сроках уменьшается количество влаги в плодородном слое почвы, увеличивается температура, снижается относительная влажность воздуха, всходы повреждаются злаковыми мухами, снижаются продуктивная кустистость и качество зерна [4]. Уменьшение урожайности зерновых культур позднего срока посева объясняется снижением коэффициента кущения и массы 1000 зерен из-за ускоренного прохождения фаз вегетации растениями (на 4-6 дней) [5]. В связи с этим посев овса проводят рано, чтобы использовать запас зимней влаги в почве, так как от количества влаги зависит урожай и биохимический состав зерна [6]. Если посев провести в очень ранние сроки (в холодную слишком влажную почву) в сравнении с оптимальным сроком сева (при физической спелости почвы) происходит снижение величины урожая.

Комплекс агротехнических мероприятий, который направлен на получение высоких урожаев зерна и качественных семян, завершается уборкой [1]. Своевременная уборка, проведенная в сжатые сроки, – одно из немало-

важных условий сохранения количества и качества зерна. Отмечают преимущество однофазной уборки [7].

При изучении нового селекционного материала и выявлении наилучших по качеству зерна форм особенно важно учитывать факторы, которые способны повлиять на крупные свойства овса. Одним из этих факторов являются условия и сроки уборки. Физиологические процессы, которые протекают в переспевших растениях овса, связаны с потерей сухого вещества, что приводит к снижению натуре и массы 1000 зерен [8].

Овес созревает крайне неравномерно. Процесс созревания зерна начинается с верхних колосков и постепенно распространяется вниз. При полном созревании зерна в верхней части метелки в нижней оно еще находится в молочно-восковом состоянии. Начинают уборку, когда зерно в верхней половине метелки достигнет полной спелости. Лучшая влажность зерна для обмолота 14-17% [1, 7]. При изучении нового селекционного материала овса в условиях северной зоны Западной Сибири для выявления перспективных форм по качеству зерна и урожайности оправдана уборка пленчатых сортов при полной спелости зерна (влажностью 14,5%), не допуская перестоя на корню [9].

Новизна работы заключается в проведении комплексных исследований по разработке эффективной технологии управления продукционным процессом сорта ярового овса Сапсан, обеспечивающей получение качественных семян в условиях изменения климата на основе оптимизации сроков сева и уборки.

Цель исследований – определить оптимальные сроки сева и уборки ярового овса Сапсан для получения высокой урожайности семян с хорошими посевными качествами.

Материал и методы. Исследования проведены в 2015-2017 гг. в условиях Кировской области на сорте ярового овса Сапсан селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Сорт среднеранней группы спелости, урожайный по зерну (до 8,3 т/га), толерантный к почвенной кислотности.

Опыт 1. Влияние сроков сева на урожайность и посевные качества семян ярового овса: 1 срок (контроль) – наиболее возможно ранний, когда почва готова к обработке; 2 срок – посев через 5 дней после 1 срока; 3 срок – посев через 10 дней; 4 срок – посев через 15 дней (в 2015 г. – 30 апреля, 5, 10, 15 мая; в 2016 г. – 28 апреля, 4, 10, 14 мая; в 2017 г. – 16, 20, 25, 30 мая). Уборку растений начинали, когда зерно в верхней половине метелки достигло полной спелости у 100% растений.

Опыт 2. Влияние сроков уборки на урожайность и посевные качества семян ярового овса: 1 срок (контроль) – уборка, когда зерно в верхней половине метелки достигло полной спелости у 70% растений; 2 срок – уборка через 5 дней; 3 срок – уборка через 10 дней; 4 срок – уборка через 15 дней (в 2015 г. – 9, 14, 20, 25 августа; в 2016 г. – 1, 5, 10, 15 августа; в 2017 г. – 1, 6, 11, 16 сентября). Посев 2 опыта был проведен в ранние сроки, когда почва достигла биологической спелости.

Метеоусловия в период вегетации в годы исследований различались по тепло- и влагообеспеченности.

В апреле 2015 г. наблюдали неустойчивую погоду. Средняя за месяц температура воздуха 2,0-5,3°C была близка к климатической норме. В апреле 2016 г. преобладала теплая с частыми осадками погода. Средняя за месяц температура воздуха составила 5-7°C, что на 1,5-3°C выше климатической нормы и на 2-3°C выше показателя 2015 г. За апрель месяц в 2015-2016 гг. выпало 50-55 мм осадков, или 130-185% нормы. Посев проводили в конце апреля.

В мае 2015-2016 гг. преобладала очень теплая и сухая погода. Средняя за месяц температура воздуха составила 11,0-19,3°C, или на 3-5°C выше климатической нормы. За месяц выпало 20-26 мм осадков (25-35% нормы). В периоды «посев-всходы» и «всходы-выметывание» наблюдали недостаточное увлажнение (ГТК = 0,9).

В мае 2017 г. из-за частых дождей и низких температур было отмечено переувлажнение почвы. Посев проводили во второй декаде мая. Средняя за месяц температура воздуха составила 7,6°C. За месяц осадков выпало 56 мм, или 102% нормы. В периоды «посев-всходы» и «всходы-выметывание» в 2017 г. наблюдали избыточное увлажнение (ГТК > 1,6).

В августе 2015 г. была неустойчивая, с частыми, временами сильными дождями пого-

да. Средняя за месяц температура воздуха составила 12,1-16,2°C, или на 0,5-1,5°C ниже климатической нормы. За месяц отмечено 104 мм осадков, или 180% нормы. В августе 2016 г. преобладала жаркая с редкими лишь в третьей декаде дождями погода. Средняя за месяц температура воздуха составила 20,9°C, что на 5,7°C выше климатической нормы, количество осадков составило 48 мм (68% нормы). В целом вегетационный период в 2015 г. был достаточно увлажненный (ГТК = 1,3), а 2016 г. был недостаточно увлажненный (ГТК < 1). Уборку в 2015 г. и в 2016 г. начали в первой декаде августа, когда 70% растений достигли полной спелости.

Из-за затянувшейся весенней посевной и неблагоприятных погодных условий в течение всей вегетации к уборке в 2017 г. приступили только 1 сентября, когда зерно в верхней половине метелки полностью созрело у 70% растений. В сентябре преобладала неустойчивая по температуре погода от теплой до прохладной, в первой декаде преимущественно сухая или с небольшими осадками, а во второй декаде с частыми, временами сильными дождями. Средняя за месяц температура воздуха составила 9,9°C. За месяц выпало 80,7 мм осадков, или 130% нормы. В вегетационный период 2017 г. наблюдали избыточное увлажнение (ГТК = 1,83).

Закладка опытов, наблюдения и учеты произведены в соответствии с методикой¹. Для статистической обработки данных использовали пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ Agros версия 2.07 и прикладных программ Microsoft Excel из стандартного набора Microsoft Office. Для оценки степени увлажненности проведены расчеты гидротермического коэффициента (ГТК)².

Стрессоустойчивость сорта определяли по уровням А.А. Rossielle, J. Hemblin (1981) в изложении А.А. Гончаренко [10].

Результаты и их обсуждение. Урожайность ярового овса сорта Сапсан в годы исследований различалась в зависимости от срока сева, а так же от агроклиматических условий периода вегетации. Коэффициент вариации по годам был высокий (47,5-58,6%). Наименьшее влияние условий произрастания на урожайность наблюдали при 3 сроке сева. Максимальная средняя урожайность была получена в 2015 г. – 3,76 т/га; минимальная в 2016 г. – 1,18 т/га (табл. 1).

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

²Лосев А. П. Журин Л.Л. Агрометеорология. М.: Колос, 2001. 291 с.

Таблица 1 - Урожайность овса сорта Сапсан в зависимости от сроков сева /
Table 1 - Productivity of Sapsan variety depending on sowing term

Срок сева / Sowing term	Урожайность, т/га / Productivity, t/ha			Среднее / Average	Стрессоустойчивость / Stress resistance	Коэффициент вариации (V, %) / Coefficient of variation
	2015 г.	2016 г.	2017 г.			
1 срок / 1 term	4,67	1,37	2,52	2,86	-3,30	58,6
2 срок / 2 term	4,73	1,48	2,87	3,03	-3,25	53,8
3 срок / 3 term	2,86	0,98	2,70	2,18	-1,88	47,5
4 срок / 4 term	2,78	0,87	2,87	2,17	-2,00	56,2
Среднее / Average	3,76	1,18	2,85	-	-	-
HCP _{0,5} / LSD _{0,5}	0,29	0,23	0,61	-	-	-

В 2015 году урожайность варьировала от 2,78 т/га (4 срок сева) до 4,73 т/га (2 срок сева). В 2016 году, в зависимости от срока сева, получена урожайность от 0,87 т/га (4 срок сева) до 1,48 т/га (2 срок сева). В 2017 г. урожайность увеличивалась от 1 срока сева к последнему. Наибольшую урожайность за годы исследований наблюдали при 2 сроке сева – 3,03 т/га; наименьшую при 4 сроке – 2,17 т/га.

В исследованиях отмечена отрицательная зависимость урожайности от количества выпавших осадков ($r = -0,82$) в период «вымётывание – полная спелость» при запаздывании с посевом на 10 и 15 дней. Количество осадков в зависимости от срока сева составило 130 мм (1 срок), 127 мм (2 срок), 134 мм (3 срок), 139 мм (4 срок).

Устойчивость к экологическим стрессам – важный показатель адаптивности сортов в регионах с жестким характером метеорологических условий в период вегетации. Показатель стрессоустойчивости определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью и принимает отрицательное значение, чем показатель больше, тем меньшей стрессоустойчивостью характеризуется сорт [11].

В целом сорт Сапсан независимо от срока посева характеризовался низкой стрессоустойчивостью. Лучший показатель данного параметра был при 3 сроке посева (-1,88).

Энергия прорастания и всхожесть – важнейшие показатели, характеризующие посевные качества семян. Всхожесть регламентирует ГОСТ Р 52325-2005: для оригинальных, элитных и репродукционных семян – не ниже 92%; для семян, используемых в товарных посевах – не менее 87%. Для Кировской области и других регионов с неблагоприятными климатическими условиями требуемый показатель всхожести семян снижается до 89%.

Показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян в годы исследований снижались от 1 срока сева к последнему (табл. 2). Исключение отмечено для семян урожая 2017 г., когда энергия прорастания (97,5%) и всхожесть (99,0%) были выше в варианте 4 срока сева. Наибольший средний по опыту процент всхожести и энергии прорастания установлен для семян урожая 2017 г.: всхожесть – 98,6%, энергия прорастания – 96,5%, наименьший для семян 2016 г.: всхожесть – 92,8%, энергия прорастания – 90,8%.

Таблица 2 - Посевные качества семян овса сорта Сапсан в зависимости от года урожая и срока сева /
Table 2 - Sowing qualities of spring oat variety Sapsan seeds depending on crop year and on sowing term

Срок сева / Sowing term	Энергия прорастания, % / Germination energy, %				Лабораторная всхожесть, % / Laboratory germination, %			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее / average	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее / average
1 срок / 1 term	92,7	93,7	95,7	94,0	96,2	94,7	98,7	96,2
2 срок / 2 term	91,5	91,2	96,7	93,1	95,7	93,7	98,2	95,9
3 срок / 3 term	91,0	89,0	96,0	92,0	95,7	91,7	98,7	95,4
4 срок / 4 term	88,5	89,5	97,5	91,8	92,0	91,3	99,0	94,1
Среднее / Average	90,9	90,8	96,5	-	94,9	92,8	98,6	-

В исследованиях отмечена высокая зависимость урожая от посевных качеств семян овса: урожайность – энергия прорастания ($r = 0,84$), урожайность – лабораторная всхожесть ($r = 0,65$).

Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности в опыте со сроками уборки сложились в 2015 г., когда средняя по срокам уборки урожайность составила 5,17 т/га, неблагоприятные в 2016 году (табл. 3).

Таблица 3 - Урожайность сорта Сапсан в зависимости от сроков уборки /
Table 3 - Productivity of Sapsan variety depending on harvesting term

Срок уборки / Harvesting term	Урожайность, т/га / Productivity, t/ha			Среднее / Average	Стрессо- устойчи- вость / Stress	Коэффициент вариации (V, %) / Coefficient of variation
	2015 г.	2016 г.	2017 г.			
1 срок / 1 term	5,35	1,75	3,16	3,42	-3,60	53,0
2 срок / 2 term	5,32	2,19	4,49	4,0	-3,13	40,5
3 срок / 3 term	5,0	2,09	4,73	3,94	-2,91	40,8
4 срок / 4 term	5,0	1,54	4,21	3,58	-3,46	50,6
Среднее / Average	5,17	1,89	4,15	-	-	-
НСР _{0,5} / LSD _{0,5}	0,19	0,33	0,54	-	-	-

В 2017 г. отмечено максимальное увеличение урожайности при 3 сроке уборки по сравнению с 1 сроком на 1,57 т/га. Увеличение урожайности в 2016 г. отмечено при втором сроке уборки на 0,44 т/га. В 2015 г. наибольшая урожайность отмечена при 1 сроке уборки – 5,35 т/га. В среднем за годы исследований увеличение урожайности наблюдали при 2, 3, 4 сроках уборки, а наибольший средний показатель 4,0 т/га в варианте 2 срока уборки. Наиболее стабилен сорт был при 2 сроке уборки ($V = 40,5\%$). Лучший показатель стрессоустойчивости также отмечен при 2 сроке уборки (-2,91).

Низкая урожайность при более поздних сроках уборки связана со снижением показателей элементов структуры продуктивности и количества продуктивных стеблей на единицу

площади. Показатели элементов структуры варьировали по годам ($V = 1,6-46,7\%$). Показатель массы 1000 зерен был наиболее стабильным. Коэффициент варьировал от 1,6% при 3 сроке уборки до 9,9% при 4 сроке уборки. Наиболее нестабильны были показатели количества зерен с метелки ($V = 27,9-30,0\%$) и массы зерна с метелки ($V = 18,8-46,7\%$).

В исследованиях поздние сроки уборки (3 и 4) привели к снижению озерненности метелки и массы зерна с метелки, как следствие, уменьшению процента выхода зерна (табл. 4). В среднем за годы исследований наибольшие показатели элементов структуры продуктивности наблюдали у растений 2 срока уборки (продуктивных стеблей с единицы площадки – 126 шт., количество зерен в метелке 20 шт., масса зерна с метелки – 0,74 г).

Таблица 4 - Влияние сроков уборки на формирование элементов структуры урожая овса сорта Сапсан (среднее за 2015-2017 гг.) /

Table 4 - Influence of harvesting term on the formation of yield structure elements of Sapsan variety (average for 2015-2017)

Срок уборки / Harvesting term	Количество, шт. / Number, pcs		Масса зерна с метелки, г / Grain weight per panicle, g
	прод. стеблей на 1 м ² / productive stems per 1 m ²	зерен в метелке / grains per panicle	
1 срок / 1 term	123	18	0,45
2 срок / 2 term	126	20	0,74
3 срок / 3 term	123	18	0,55
4 срок / 4 term	116	10	0,20

Своевременность уборки и подработки зерна сказывается на его технологических свойствах. Перестоявшее зерно способно к прорастанию на корню. Снижается натура и

масса 1000 зёрен [7]. Это связано с повышением влажности зерна, которая усиливает дыхание (окислительно-восстановительные процессы), меняет направление ферментатив-

ных процессов за счёт усиления отрицательного действия вредителей и возбудителей болезней [1].

В исследованиях отмечена тенденция уменьшения массы зерна и массы 1000 зерен от первого и второго сроков уборки к последнему (табл. 5). Показатели массы и массы

1000 зерен варьировали по годам незначительно. Наименьшее влияние условий произрастания на качество зерна наблюдали при 1 сроке уборки ($V = 4,9\%$, $V = 5,8\%$ соответственно). Высокие показатели массы и массы 1000 зерен были отмечены при 2 сроке уборки (488 г/л и 39,4 г соответственно).

Таблица 5 - Влияние сроков уборки на качество зерна овса сорта Сапсан (среднее 2015-2017 гг.) /
Table 5 - Influence of harvesting term on grain quality of Sapsan oat variety (average for 2015-2017)

<i>Срок уборки /</i> <i>Harvesting term</i>	<i>Масса, г/л /</i> <i>Test weight, g/l</i>	<i>Масса 1000 зерен, г /</i> <i>1000-grain mass, g</i>	<i>Содержание белка, % /</i> <i>Content of protein, %</i>
1 срок / 1 term	483	38,6	11,1
2 срок / 2 term	488	39,4	11,1
3 срок / 3 term	482	37,8	10,8
4 срок / 4 term	471	37,1	11,0
$HCP_{0,5} / LSD_{0,5}$	12,08	1,3	0,7

Оптимальный срок сева благоприятствует увеличению содержания белка в зерне по сравнению с более поздними и ранними сроками сева [12]. Содержание белка в зерне также связано с количеством выпавших осадков и их распределением в течение всей вегетации растений. Однако выпадение большого количества осадков не всегда приводит к снижению содержания белка в зерне³. Наибольшее количество белка накапливается в условиях засухи и высоких температур в фазу налива зерна. Доля влияния погодных условий на изменение содержания белка – 87%, сорта – 10% [13, 14].

За годы исследований показатель содержания белка в зерне варьировал незначительно ($V = 2,0-9,2\%$). Низкое содержание белка отмечено в 2017 г., особенно для зерна первого срока уборки – 9,8%. Наибольшее содержание белка в зерне было в 2015 г. и 2016 г. при первом сроке уборки – 11,7%. В исследованиях

установлена слабая отрицательная корреляционная зависимость между содержанием белка в зерне и количеством осадков, выпавших в межфазный период «вымётывание - восковая спелость», $r = -0,28$.

Известно, что за счет посевных качеств семян можно повысить урожай зерна на 15-20% и более. Поздняя уборка приводит к существенным потерям из-за обламывания плодоносящих частей растений и осыпания семян. Чаще всего осыпаются лучшие по качеству семена, наиболее зрелые и выполненные. С перестоявших посевов семена овса отличаются низкими посевными качествами [15]. Неблагоприятные условия для формирования высоких посевных качеств семян сложились в 2016 г. (табл. 6). Наибольший средний по опыту процент всхожести и энергии прорастания установлен для семян урожая 2017 г.

Таблица 6 - Посевные качества семян овса сорта Сапсан в зависимости от года урожая и срока уборки /
Table 6 - Sowing qualities of spring oat Sapsan seeds depending on crop year and on harvesting term

<i>Срок уборки /</i> <i>Harvesting term</i>	<i>Энергия прорастания, % /</i> <i>Germination energy, %</i>				<i>Лабораторная всхожесть, % /</i> <i>Laboratory germination, %</i>			
	<i>2015 г.</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>среднее /</i> <i>average</i>	<i>2015 г.</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>среднее /</i> <i>average</i>
1 срок / 1 term	92,2	89,0	98,2	93,1	95,7	90,7	99,5	95,3
2 срок / 2 term	96,0	89,5	97,2	94,2	98,0	94,0	98,7	96,9
3 срок / 3 term	92,0	92,0	95,7	93,2	95,0	92,5	98,7	95,4
4 срок / 4 term	93,7	87,7	95,0	92,1	95,0	91,2	98,0	94,7
Среднее / Average	93,5	89,5	96,5	-	95,9	92,1	98,7	-

³Сичкар Н.М., Лишкевич М.И. Биохимия овса. Биохимия культурных растений: хлебные и крупяные культуры. Под ред. А.И. Ермакова, М.И. Княгиничева, И.К. Мурри. 2-е изд. перераб. и доп. М.- Л.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1958. Т. 1. С. 331-387.

В среднем за годы исследований энергия прорастания и лабораторная всхожесть были ниже при запаздывании с уборкой на 15 дней (92,1 и 94,7% соответственно). Наиболее высокие показатели посевных качеств семян отмечены при 2 сроке уборки – в среднем 94,2 и 96,9%. Коэффициенты корреляции в парах признаков «урожайность-энергия прорастания», «урожайность – лабораторная всхожесть» были средними ($r = 0,68$ и $0,71$ соответственно). Также отмечалась отрицательная корреляционная зависимость между осадками и энергией прорастания ($r = -0,90$) и между осадками и лабораторной всхожестью ($r = -0,76$).

Выводы. Таким образом, установлено влияние сроков сева и уборки на урожайность и качество зерна ярового пленчатого овса сорта Сапсан. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность отмечена при 2 сроке сева и уборки (3,03 и 4,0 т/га соответственно). Средние показатели посевных качеств

семян снижались в исследованиях от 1 срока сева к последнему: энергия прорастания с 94,0 до 91,8%, всхожесть с 96,4 до 94,1%. Запаздывание с уборкой на 10-15 дней привело к снижению показателей структуры урожая. Наибольшие показатели структуры были при 2 сроке. В среднем за годы исследований по срокам уборки показатели натуры зерна и массы 1000 зерен были выше при 2 сроке уборки (488 г/л, 39,4 г соответственно).

В среднем за годы исследований установлено, что запаздывание с посевом на 10-15 дней привело к снижению урожайности и посевных качеств семян. Оптимальным сроком сева установлен 2 срок (через 5 дней от наиболее раннего). Запаздывание с уборкой более чем на 5 дней также приводило к снижению урожайности и качества семян. Оптимальным сроком уборки установлен 2 срок, когда 100% растений достигли полной спелости зерна.

Список литературы

1. Баталова Г.А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: ООО «Орма», 2013. 288 с.
2. Гончаров П.Л. Оптимизация селекционного процесса. Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений. Новосибирск, 2002. С. 5-16.
3. Алабушев А.В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата. Зерновое хозяйство России. 2001;(4):8-13. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17050350>
4. Ханиев М.Х., Жуков Р.А., Шибзухов З.С. Изменение качественных показателей зерна яровой пшеницы в зависимости от срока посева при разных нормах высева. Зерновое хозяйство. 2005;(2):23-24.
5. Макаров В.Н., Кельчин В.И. Влияние отдельных агротехнических приемов на урожайность и качество семян зерновых культур в Приамурье. Дальневосточный аграрный вестник. 2016;(3 (39)):25-30. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27216015>
6. Сичкарь Н.М. Изменчивость состава химических веществ в семенах ячменя и овса. Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1966. Т. 38. Вып. 1. С. 91-98.
7. Разумовский А.Г., Плеханова Л.В. Качество зерновых культур и пути его повышения в Восточной Сибири. Под ред. Н.А. Сурина. Новосибирск, 2005. 176 с.
8. Колесникова В.Г. Способы и сроки уборки овса Улов. Аграрная наука. 2008;(6):18-19.
9. Пыко Т.Ю. Срок уборки овса как фактор формирования качества зерна. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015;(12 (134)):34-37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25284988>
10. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. Вестник РАСХН. 2005;(6):49-53.
11. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность и параметры адаптивности сортов яровой пшеницы при различных сроках посева. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017;(10):13-18. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30079203>
12. Мусатов А.Г., Семашкина А.А., Дашевский Р.Ф. Факторы оптимизации формирования продуктивности растений и качества зерна ярового ячменя и овса. Хранение и переработка зерна. 2003;(6):16-19. Режим доступа: <https://www.apk-inform.com/ru/planting/8625>
13. Козлова Г.Я., Акимова О.В. Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна. Сельскохозяйственная биология. 2009;(5):87-89. Режим доступа: <http://www.agrobiology.ru/5-2009kozlova.html>
14. Taam I. Influence of genotype and meteorological conditions on grain yield and quality of oat in Estonia. In: P. Peltonen-Sainio, M. Topi-Hulmi (eds) Proc/ 7-th International Oat Conference. MTT Agrifood Research Finland. 2004. P. 156. URL: <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/eb0fcf16-ab3d-4507-88c9-dfeade3f95e9/>
15. Замостный А.А., Марухняк А.Я. Посевные качества и урожайные свойства семян овса в зависимости от сроков и способов уборки. Селекция и семеноводство: Республиканский межведомственный тематический научный сборник. Киев: Урожай, 1989. Вып. 67. С. 86-88.

References

1. Batalova G.A. *Oves v Volgo-Vyatskom regione*. [Oat in Volga-Vyatka region]. Kirov: ООО «Orma», 2013. 288 p.
2. Goncharov P.L. *Optimizatsiya selektsionnogo protsessa. Povyshenie effektivnosti seleksii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh rasteniy*. [Optimization of the breeding process. Improving the efficiency of breeding and seed production of agricultural plants]. Novosibirsk, 2002. pp. 5-16.
3. Alabushev A.V. *Stabilizatsiya proizvodstva zerna v usloviyakh izmeneniya klimata*. [Stabilization of grain production in the conditions of climate change]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia*. 2001;(4):8-13. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17050350>
4. Khaniev M.Kh., Zhukov R.A., Shibukhov Z.S. *Izmenenie kachestvennykh pokazateley zerna yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot sroka poseva pri raznykh normakh vyseva*. [Change of quality parameters of spring wheat grain in dependence of sowing term at different sowing rates]. *Zernovoe khozyaystvo*. 2005;(2):23-24. (In Russ.).
5. Makarov V.N., Kel'chin V.I. *Vliyaniye otdel'nykh agrotekhnicheskikh priemov na urozhaynost' i kachestvo semyan zernovykh kul'tur v Priamur'e*. [Influence of some agrotechnical methods on crop capacity of cereals and quality of their seeds in Amur River region]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. 2016;(3 (39)):25-30. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27216015>
6. Sichkar' N.M. *Izmenchivost' sostava khimicheskikh veshchestv v semenakh yachmenya i ovs*. [Variability in composition of chemical matters in seeds of barley and oat]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*. Leningrad, 1966. Vol. 38. Iss. 1. pp. 91-98.
7. Razumovskiy A.G., Plekhanova L.V. *Kachestvo zernovykh kul'tur i puti ego povysheniya v Vostochnoy Sibiri*. [Quality of cereal crops and ways of its increasing in Eastern Siberia]. *Pod red. N.A. Surina*. Novosibirsk, 2005. 176 p.
8. Kolesnikova V.G. *Sposoby i sroki uborki ovs*. [Ways and terms of oat Ulov harvesting]. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*. 2008;(6):18-19. (In Russ.).
9. Pyko T.Yu. *Srok uborki ovs kak faktor formirovaniya kachestva zerna*. [Oat harvesting time as a factor of grain quality formation]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2015;(12 (134)):34-37. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25284988>
10. Goncharenko A.A. *Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kul'tur*. [On adaptability and ecological stability of grain varieties]. *Vestnik RASKhN = Vestnik of the Russian agricultural science*. 2005;(6):49-53. (In Russ.).
11. Sapega V.A., Tursumbekova G.Sh. *Urozhaynost' i parametry adaptivnosti sortov yarovoy pshenitsy pri razlichnykh srokakh poseva*. [Productivity and adaptivity parameters in varieties of spring wheat at different sowing terms]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017;(10): 13-18. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30079203>
12. Musatov A.G., Semyashkina A.A., Dashevskiy R.F. *Faktory optimizatsii formirovaniya produktivnosti rasteniy i kachestva zerna yarovogo yachmenya i ovs*. [Factors of optimization of formation of plants productivity and grain quality of spring barley and oat]. *Khraneniye i pererabotka zerna*. 2003;(6):16-19. (In Russ.). URL: <https://www.apk-inform.com/ru/planting/8625>
13. Kozlova G.Ya., Akimova O.V. *Sravnitel'naya otsenka голозерных i пленчатых сортов оvs по основным показателям качества зерна*. [Comparative estimation of naked and covered oat varieties by main parameters of grain quality]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2009;(5):87-89. (In Russ.). URL: <http://www.agrobiology.ru/5-2009kozlova.html>
14. Taam I. Influence of genotype and meteorological conditions on grain yield and quality of oat in Estonia. In: P. Peltonen-Sainio, M. Topi-Hulmi (eds) *Proc/ 7-th International Oat Conference*. MTT Agrifood Research Finland. 2004. P. 156. URL: <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/eb0fcf16-ab3d-4507-88c9-dfeadc3f95e9/>
15. Zamostnyy A.A., Marukhnyak A.Ya. *Posevnye kachestva i urozhaynye svoystva semyan ovs v zavisimosti ot srokov i sposobov uborki*. [Sowing qualities and harvesting features of oat seeds in dependence of terms and ways of harvesting]. *Selektsiya i semenovodstvo: Respublikanskiy mezhvedomstvennyy tematicheskiy nauchnyy sbornik*. [Breeding and seed rising: Republican inter-departmental thematic scientific collection]. Kiev: *Urozhay*, 1989. Iss. 67. pp. 86-88.

Сведения об авторах:

✉ **Снигирева Ольга Михайловна**, мл. 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/0000-0002-4771-5332>,

Ведерников Юрий Евграфович, кандидат с.-х. наук, ст. 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

Information about the authors:

✉ **Olga M. Snigireva**, junior researcher, Federal Agricultural Research Center of North-East named N.V. Rudnitsky, 166-a Lenin Street, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4771-5332>,

Yuri E. Vedernikov, PhD in Agriculture, senior researcher, Federal Agricultural Research Center of North-East named N.V. Rudnitsky, 166-a Lenin Street, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru.

✉ - Для контактов / Corresponding author

КОРМОПРОИЗВОДСТВО/ FODDER PRODUCTION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.238-246>

УДК 633.2:633.3

Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании© 2019. Е.Н. Павлючик¹✉, А.Д. Капсамун¹, Н.Н. Иванова¹, В.А. Тюлин², О.С. Силина¹¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», п. Эммаусс, Тверская область, Российская Федерация,²ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, Российская Федерация

В настоящее время наиболее актуальной задачей при совершенствовании отрасли кормопроизводства является создание зелёного и сырьевого конвейеров, что позволит обеспечить бесперебойное снабжение растительным сырьём с ранней весны и до поздней осени для подкормки сельскохозяйственных животных и приготовления высококачественных кормов. Исследованиями выявлено, что наиболее оптимальными сроками скашивания люцерно-клеверно-злаковых травосмесей с высокими кормовыми достоинствами является фаза бутонизации – начало цветения бобовых трав в конвейерной системе при содержании в растительной массе сырого протеина 10,6–15,2%. Отмечено, что возделывание разноспелых сортов клевера лугового в смеси с люцерной изменчивой и злаковыми травами широкого набора позволяет снизить воздействие неблагоприятных погодных условий и на 15–20% повысить продуктивность кормовых травосмесей. В статье представлены рекомендации по увеличению сроков продуктивного долголетия травостоев до пяти лет при использовании смесей с разноспелыми сортами клевера лугового и люцерны изменчивой со злаковыми компонентами нового поколения с продуктивностью до 32,8 т/га зелёной массы. На основе проведенного полевого опыта (2013–2017 гг.) представлены данные продуктивности зелёной массы люцерно-клеверно-злаковых травостоев с использованием раннеспелых сортов трав, которые составили в среднем за два укоса в 2013–2014 гг. – 29,4 т/га; в 2015–2017 гг. – 30,1 т/га, указаны приёмы создания и использования травосмесей, отмечены наилучшие сроки их скашивания при конвейерном использовании в Верхневолжье. Приведена схема зелёного и сырьевого конвейера с использованием разноспелых травосмесей, состоящих из новых видов и сортов кормовых трав разных сроков созревания. Установлено, что использование бобово-злаковых травосмесей позволяет в течение 110–120 дней получать высококачественное сырьё для производства объёмистых кормов, что является приёмом повышения эффективности кормопроизводства. Расширенный ассортимент кормовых трав создает условия для повышения устойчивости кормопроизводства в меньшей зависимости от экстремальных погодных условий.

Ключевые слова: клевер луговой *Trifolium pratense* L., люцерна изменчивая *Medicago x varia* T., клевер гибридный *Trifolium hybridum* L., злаковые травы, тимopheвка луговая *Phleum pratense* L., овсяница луговая *Festuca pratensis* Huds., ежа сборная *Dactylis glomerata* L., травосмеси, продуктивное долголетие, питательность, сроки использования, зелёный и сырьевой конвейер

Благодарности: научное исследование выполнено в рамках Государственного задания ФГБНУ ВНИИМЗ (тема № 0651-2019-0010).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Тюлин В.А., Силина О.С. Роль многолетних трав в создании устойчивой кормовой базы при конвейерном использовании. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):237–245. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.238-246>

Поступила: 12.04.2019

Принята к публикации: 23.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

The role of perennial grasses in creating a sustainable feed base by conveyor use© 2019. Ekaterina N. Pavlyuchik¹✉, Andrey D. Kapsamun¹, Nadezhda N. Ivanova¹, Vladimir A. Tyulin², Ol'ga S. Silina¹¹Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Settlement Emmaus, Tver Region, Russian Federation,²Federal State Budgetary Scientific Institution of Higher Education «Tver State Agricultural Academy», Tver, Russian Federation

Currently, the most urgent task in improving the industry of feed production is the creation of green and raw materials conveyors, which will allow an uninterrupted supply of vegetable raw materials from early spring to late autumn for feed-

ing farm animals and preparing high-quality feed. The research has shown that the most optimal time for mowing alfalfa-clover-cereals mixtures with high fodder values is the budding phase - the start of flowering of legume grasses in the conveyor system with 10.6-15.2% of raw protein content in the crop. It was noted that the cultivation of meadow clover varieties of various ripening time mixed with a wide range of alfalfa and cereal grasses lead to the decrease in the effect of unfavorable weather conditions and to 15-20% increase in grass mixtures productivity. The article presents recommendations for the extension of the productive longevity of grass stands up to five years using mixtures with different ripening varieties of meadow clover and alfalfa with grass components of a new generation with productivity up to 32.8 t / ha of green mass. According to the field test of 2013-2017, the article provides data on the green mass productivity of alfalfa-clover-cereals grass stands with the addition of early ripening varieties of grasses, which for two mowings averaged 29.4 t / ha in 2013-2014 and 30.1 t / ha in 2015-2017. The methods of creating and using grass mixtures have been indicated, the best time for mowing has been defined by conveyor use of them in the Upper Volga region. The scheme of the green and raw materials conveyor with the use of differently ripening grass mixtures, consisting of new species and varieties of forage grasses of different periods of ripening, is given. It has been established that the use of legume-grass mixtures allows to obtain high-quality raw material for the production of bulk feed within 110-120 days, which acts as the way to increase the efficiency of fodder production. An expanded range of fodder grasses creates the conditions for improving the sustainability of fodder production in less dependence on extreme weather conditions.

Keywords: meadow clover *Trifolium pratense* L., alfalfa changeable *Medicago x varia* T., hybrid clover *Trifolium hybridum* L., cereal grasses, timothy grass *Phleum pratense* L., *Festuca pratensis* Huds., cocksfoot *Dactylis glomerata* L., grass mixtures, productive longevity, nutritional value, terms of use, green and raw materials conveyor

Acknowledgement: scientific work was performed in the framework of the State task of the FSBI VNIIMZ on the topic (№ 0651-2019-0010).

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

For citation: Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N., Tyulin V.A., Silina O.S. The role of perennial grasses in creating a sustainable feed base by conveyor us. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):238-246. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.238-246>

Received: 12.04.2019

Accepted for publication: 23.05.2019

Published online: 18.06.2019

Условия Тверской области благоприятны для произрастания многолетних трав, и представлены они в основном клеверо-тимофеечной смесью. Расширение видового и сортового ассортимента многолетних бобовых и злаковых трав на мелиорированных землях северных областей Нечерноземной зоны способствует повышению энергетической и белковой ценности корма [1, 2, 3].

Агрофитоценозы биологически разнородных кормовых трав обеспечивают конвейерную заготовку зеленого и сырьевого корма с начала июня и до сентября при рациональном использовании техники для уборки кормов и трудовых ресурсов. Разное время прохождения укосной спелости – фазы бутонизации - начала цветения бобовых трав позволяет проводить скашивание растительной массы в оптимальные для каждого вида и сорта сроки, что способствует повышению устойчивости кормопроизводства. Использование смешанных травосмесей способствует улучшению качества корма, питательности и сбалансированности, сокращает дефицит кормового белка [4, 5, 6, 7].

Видовое и сортовое разнообразие кормовых культур позволяет выявить наиболее экологически устойчивые травы, адаптированные к природным условиям региона, способствует своевременной заготовке энергосыщенного высокобелкового корма за счет более продолжительного периода уборки кор-

ма, обеспечивающего непрерывное и полноценное кормление животных в весенне-летний период [8, 9, 10].

Цель исследований – научное обоснование и рекомендации производству по созданию зеленого и сырьевого конвейеров на основе высокопродуктивных и высокопитательных бобово-злаковых травосмесей в системе укосных технологий, с использованием современных видов и сортов кормовых многолетних трав на осушаемых землях Нечерноземья.

Научная новизна исследований заключалась в установлении продуктивного потенциала, долголетия и выявление наиболее эффективного режима скашивания при конвейерном использовании сложных травосмесей.

Материал и методы. Опыты проводили на стационарном полевом полигоне отдела кормопроизводства ФГБНУ ВНИИМЗ в 2012-2017 гг. на дерново-подзолистой суглинистой почве, осушенной в 1982 году закрытым гончарным дренажем. Расстояние между дренами 22 м, глубина заложения 0,8 м.

Перед закладкой опыта почва опыта характеризовалась слабокислой реакцией почвенной среды – pH_{KCl} 5,6-5,8 со средней обеспеченностью – 54-79 мг/кг почвы легкогидролизуемым азотом (по Корнфилду), в основном повышенным содержанием – 138-180 мг/кг почвы подвижного фосфора (по Кирсанову) и средней обеспеченностью – 93-113 мг/кг

почвы обменного калия (по Масловой). По степени обеспеченности гумусом почвы среднеокультуренные – 2,5-3,3%.

За шесть лет возделывания бобово-злаковых травостоев отмечено изменение почвенной реакции ближе к нейтральной – 5,64-6,65 ед. рН в пахотном слое почвы. Содержание легкогидролизуемого азота оставалось на прежнем уровне, содержание подвижного фосфора увеличилось на 30-117 мг/кг почвы, а содержание обменного калия снизилось на 7-55 мг/кг почвы, что подтверждает высокую потребность многолетних трав в калийных удобрениях.

Размещение вариантов и повторностей в опытах последовательное. Повторность опыта трехкратная, размер делянки 72 м², учётная площадь делянки – 50 м².

Объектами исследований являлись травосмеси, сформированные на основе разнопоспевающих сортов клевера лугового: ультрараннеспелого клевера лугового Марс, раннеспелых ВИК 7 и Дымковский, позднеспелого Витязь в смеси со злаковыми травами – раннеспелой ежой сборной Хлыновская, среднеспелой овсяницей луговой Сахаровская и позднеспелой тимopheевкой луговой ВИК 9. Вторым более долготелетним бобовым компонентом в смеси являлись люцерна изменчивая Находка и клевер гибридный Йыгева.

При создании травосмесей применяли рекомендуемые нормы высева семян: клевер луговой, люцерна изменчивая и клевер гибридный по 8 кг/га, тимopheевка луговая – 4, овсяница луговая и ежа сборная – 8 кг/га¹ [11].

Укосы проводили при достижении бобовыми культурами фазы бутонизации – начала цветения, при высоте среза первого укоса трав 4-5 см, отавы – 7-8 см.

На опытном полигоне применялась ресурсоэкономичная технология, рекомендованная для Тверской области и Центрального района Нечерноземной зоны России, которая включала: подбор высокопродуктивных видов и сортов клевера лугового, люцерны изменчивой и злаковых трав, адаптированных к условиям осушаемых земель; минимализацию обработки почвы путём уменьшения числа и глубины рыхлений; применение комбинированных агрегатов; использование оптималь-

ных сроков и способов посева, доз удобрений и рациональное использование кормовых культур. Технологию в опыте осуществляли согласно методическим рекомендациям².

При закладке опыта применялись приёмы создания травостоев, адаптированные к условиям осушаемых агроландшафтов, направленные на борьбу с сорняками, накопление влаги в пахотные почвы, тщательную разделку пласта и выравнивание поверхности. Подготовка почвы предусматривала: зяблевую вспашку, весеннее дискование зяби (в 2 следа), предпосевную обработку почвы блочно-модульным культиватором. В качестве минеральных удобрений использовалось сложное удобрение – азофоска (N60P60K60). В годы пользования травостоями проводилась их подкормка: 2/3 рекомендуемой дозы ранней весной и 1/3 после проведения 1-го укоса.

Фенологические наблюдения, учет плотности травостоя, продуктивности кормовой массы, отбор почвенных и растительных образцов для химического анализа проводили по общепринятым методикам.

Определение биохимического состава корма проводили по методикам: азот – по ГОСТ 13496.4-93, сырой белок – расчётом (общий азот (%) × 6,25) по ГОСТ 32343-2013.

Для статистической обработки результатов исследований применяли метод дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову³ с использованием компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение. В период проведения исследований наблюдения за развитием видов и сортов многолетних бобовых трав и их смесей позволили определить, что сроки наступления фаз зависят от видовых и сортовых особенностей кормовых культур, а также складывающихся погодных условий.

Укосная спелость в период роста и развития травостоев с разнопоспевающими травами наступала поочередно: у клевера сорта Марс – на 10-12 дней раньше ВИК 7 и Дымковский, которые за период вегетации при благоприятных почвенно-климатических условиях формировали 2 укоса. Разные сроки созревания кормовых трав позволяют обеспечивать непрерывное поступление зеленой массы с ранней весны до поздней осени.

¹Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Под ред. Ю.К. Новоселова и др. М.: РАСХН, 1997. 156 с.

²Методические рекомендации по рациональному использованию осушаемых земель в Нечерноземной зоне России. 1997. М.: Россельхозакадемия. 76 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 1985. М.: Колос. 352 с.

При двухукосном режиме скашивания агроценозов продолжительность вегетации клеверов в зависимости от скороспелости и погодных условий составила у ультрараннеспелого – 112-115 дней, раннеспелого – 118-124, среднеспелого – 125-128 и позднеспелого – 128-132 дня, что способствует увеличению продолжительности уборки трав в оптимальные сроки [12, 13].

Ботанический состав травосмесей является показателем сохранности травостоев и изменяется по годам пользования.

В первый год пользования (1 г.п.) травостоями при первичном скашивании преобладал в смесях клевер луговой – 70-80%, при 2-ом укосе соотношение бобовых растений и злаковых уравнилось. Наиболее высокими показателями отличались смеси с клеверами Дымковский и Витязь – 80% в 1-ом укосе и 50% во втором.

Во второй год пользования преобладали злаковые компоненты – 70%, бобовые составляли 30%; при вторичном скашивании составляющие изменились: злаковых трав было только 30%, а бобовых 60%, на повышении процента бобовых культур отразился активный рост люцерны изменчивой.

На 3 г.п. при проведении 1-го укоса бобовые культуры в травосмесях составляли свыше 70%. Наиболее высокий этот показатель у травосмесей с ВИК 7. Из злаковых компонентов высокий показатель у ежи сборной – 27-38%, низкий у овсяницы луговой – 17%. Ботанический состав бобово-злаковых травостоев при втором укосе показал значительное в процентном отношении участие в травостоях бобовых культур – 65-93%. Выше этот показатель у травосмесей с клевером Марс. Низкий показатель у травосмесей, в состав которых входил клевер гибридный Йыгева – 4-12%.

На 4 г.п. тенденция сохранилась, до 1-го укоса в смесях большую часть имели бобовые культуры (58-82%). В раннеспелых смесях данный показатель высок за счёт участия в смесях третьего, более долголетнего, компонента – люцерны изменчивой – 22-60%, клевера составляли 22-28%. По виду злакового компонента в смесях большее участие принимали тимopheевка луговая и ежа сборная – 30-32%. В ботаническом составе травостоев при втором укосе сохранялся высокий процент содержания бобовых культур 49-89%.

На пятый год жизни травостоев широкое распространение во всех вариантах опыта

имела высококонкурентная культура – ежа сборная, процент её содержания в стеблестое, где она являлась компонентом, составлял 39-67%, данные как внедрившегося вида – 25-56%.

На шестом году жизни (5-ый г.п.) при первичном отчуждении в составе травосмесей бобовые культуры имели 67-92%, в основном это люцерна изменчивая, а доля клеверов не превышала 6%. Из злаковых компонентов, в смесях больше всего было ежи сборной – 35%, в сравнении данный показатель у овсяницы и тимopheевки луговой не превышал 23-25%.

Ботанический состав бобово-злаковых травостоев сенокосного типа при 2-ом укосе показал также высокое в % отношении участие в травостоях люцерны изменчивой – 62-63%, клевер луговой присутствовал в единичном экземпляре.

К зональным особенностям создания зеленого и сырьевого конвейеров в регионе относится небогатый набор трав раннего корма. Наиболее раннеспелые сорта клевера способны увеличить разнообразие раннего корма, а позднеспелые – обеспечить сельскохозяйственных животных кормом осенью.

Анализ сроков наступления укосной спелости бобово-злаковых травостоев при разных режимах скашивания показал, что на осушаемых землях Нечерноземья на основе разнопоспевающих сортов клевера лугового возможно создание зеленого и сырьевого конвейеров для молочного скота в течение 110-120 дней. Получение растительного сырья возможно с начала июня и до сентября с концентрацией обменной энергии в 1 кг сухого вещества 10,4-12,9 МДж и содержанием сырого протеина от 10,6 до 14,5% (табл. 1).

Исследования показали, что благодаря высокой зимостойкости и хорошим темпам отрастания клеверо-люцерно-злаковые агрофитоценозы разных сроков созревания в условиях региона формируют за вегетационный период два полноценных укоса. При возделывании многолетних трав отмечено, что клевера в травосмеси способны при двухукосном скашивании достигать фазы бутонизации - начала цветения и продуцировать на протяжении 2-3-х лет с продуктивностью от 25,7 до 32,8 т/га зелёной массы. В дальнейшем, вследствие биологических особенностей, клевера выпадают, и травостои формируют урожайность от 28,3 до 32,0 т/га растительной массы за счёт активного развития более долголетнего бобового компонента – люцерны изменчивой. Кле-

вер гибридный при использовании в трёхкомпонентных смесях не выдерживал конкуренции со стороны быстрорастущих клевера лугового, люцерны изменчивой и злаковых трав, что отразилось на снижении продуктивности

смесей с клевером гибридным с 26,2-27,6 до 13,9-14,6 т/га зелёной массы и даёт основание не рекомендовать включение в качестве второго бобового компонента клевера гибридного в травостой сенокосного типа (табл. 2).

**Таблица 1 – Сроки использования бобово-злаковых травостоев поукосно при конвейерном использовании (2013-2017 гг.) /
Table 1 - Terms of use of legume-grass herbage by mowing periods for conveyor use (2013-2017)**

Культура, сорт, укос / Culture, variety, mowing	Июнь / June			Июль / July			Август / August		
	декада / decade								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Клевер луговой Марс + люцерна изменчивая Находка +ежа сборная Хлыновская, 1-й укос / Meadow Clover Mars + Alfalfa Changeable Nakhodka + Cocksfoot Hlynovskaya, 1st mowing									
Клевер луговой (ВИК 7, Дымковский) + люцерна изменчивая Находка + ежа сборная Хлыновская, 1-й укос / Meadow Clover (VIK 7, Dymkovsky) + Alfalfa Changeable Nakhodka + Cocksfoot Hlynovskaya, 1st mowing									
Клевер луговой (Марс, ВИК 7, Дымковский) + люцерна изменчивая Находка + овсяница лу- говая Сахаровская, 1-й укос / Meadow Clover (Mars, VIK 7, Dymkovsky) + Alfalfa Changeable Nakhodka + Festuca Pratensis Sakharovskaya, 1st mowing									
Клевер луговой Марс + люцерна изменчивая Находка + тимopheевка луговая ВИК 9, 1-ый укос / Meadow Clover Mars + Alfalfa Changeable Nakhodka + Timothy Grass VIK 9, 1st mowing									
Клевер луговой (ВИК 7, Дымковский) + люцерна изменчивая Находка + тимopheевка луговая ВИК 9, 1-ый укос / Meadow Clover (VIK7, Dymkovsky) + Alfalfa Changeable Nakhodka + Timothy Grass VIK 9, 1st mowing									
Клевер луговой (Марс, ВИК 7, Дымковский) + люцерна изменчивая Находка + ежа сборная Хлыновская, 2-ой укос / Meadow Clover (Mars, VIK 7, Dymkovsky) + Alfalfa Changeable Nakhodka + Cocksfoot Hlynovskaya, 2nd mowing									
Клевер луговой (Марс, ВИК 7, Дымковский) + овсяница луговая Сахаровская, 2-й укос / Meadow Clover (Mars, VIK 7, Dymkovsky) + Festuca Pratensis Sakharovskaya, 2nd mowing									
Клевер луговой Витязь + овсяница луговая Сахаровская + тимopheевка луговая ВИК 9, 1-ый укос / Meadow Clover Vityaz + Festuca Pratensis Sakharovskaya + Timothy Grass VIK 9, 1st mowing									
Клевер луговой Марс + люцерна изменчивая Находка + тимopheевка луговая ВИК 9, 1-ый укос / Meadow Clover Mars + Alfalfa Changeable Nakhodka+Timothy Grass VIK 9, 1st mowing									

Таблица 2 – Продуктивность и содержание сырого протеина бобово-злаковых травостоев по периодам скашивания (2013-2017 гг.) /

Table 2 – Productivity and content of raw protein of legume-cereal grass stands for mowing periods (2013-2017)

Состав травосмесей / Composition of grass mixtures		Укос / of mow- ing	Содержание сырого протеина, % от СВ / Content of crude pro- tein, % of raw substance		Продуктивность зелёной массы, т/га / Green mass productivity, t / ha			
			2013- 2014 гг.	2015- 2017 гг.	2013- 2014 гг.	за 2 укоса /for 2 mowings	2015- 2017 гг.	за 2 укоса /for 2 mowings
Клевер луговой Марс + люцерна изменчивая Находка / Mars + Alfalfa Changeable Nakhodka	ежа сборная Хлыновская / Cocksfoot Hlynovskaya	1	13,3	13,3	20,6	32,8	20,6	30,6
		2	13,9	13,9	12,2		10,0	
	овсяница луговая Сахаровская / Festuca Pratensis Sakharovskaya	1	11,8	11,3	19,4	30,8	18,1	29,5
		2	13,4	13,4	11,4		11,4	
	тимopheевка луговая ВИК 9 / Timothy Grass VIK 9	1	11,6	11,6	21,4	32,3	20,7	31,0
		2	13,9	13,9	10,9		10,3	
Клевер луговой ВИК 7 + люцерна изменчивая Находка / VIC 7 + Alfalfa Changeable Nakhodka	ежа сборная Хлыновская / Cocksfoot Hlynovskaya	1	12,2	11,0	19,6	28,9	19,8	28,3
		2	12,3	12,3	9,3		8,5	
	овсяница луговая Сахаровская / Festuca Pratensis Sakharovskaya	1	12,7	11,6	17,0	25,7	20,3	30,6
		2	12,4	12,4	8,7		10,3	
	тимopheевка луговая ВИК 9 / Timothy Grass VIK 9	1	11,9	11,9	19,5	28,0	22,2	32,0
		2	14,3	14,3	8,5		9,8	
Клевер луговой Дымковский + люцерна изменчивая Находка / Dymkovsky + Alfalfa Changeable Nakhodka	ежа сборная Хлыновская / Cocksfoot Hlynovskaya	1	11,9	10,6	19,2	28,7	19,7	28,9
		2	14,1	14,1	9,5	27,5	9,2	
	овсяница лугов. Сахаровская / Festuca Pratensis Sakharovskaya	1	12,5	12,5	18,0	27,7	19,8	29,1
		2	14,5	14,5	9,7		9,3	
	тимopheевка луговая ВИК 9 / Timothy Grass VIK 9	1	12,2	12,2	19,1	29,7	20,3	31,2
		2	15,0	15,0	10,6		10,9	
Клевер луговой Витязь + клевер гибридный Йыгева / Vityaz + Yugeva Hybrid Clover	овсяница лугов. Сахаровская / Festuca Pratensis Sakharovskaya	1	15,2	13,3	26,2	26,2	13,9	13,9
	тимopheевка луговая ВИК 9 / Timothy Grass VIK 9	1	14,2	14,2	27,6	27,6	14,6	14,6

HCP₀₅ – за 2 укоса 2013-2014 гг. – 5,18; 2015-2017 гг. – 3,90 /

LSD₀₅ – for 2 mowings 2013-2014 – 5,18; 2015-2017 гг. – 3,90

На основе полученных в результате исследований данных выявлено, что наиболее высокопродуктивными среди исследуемых смесей являются смеси с разноспелыми сортами клевера лугового, люцерны изменчивой и злаковыми травами, которые обеспечивают продуктивность 25,7-32,8 т/га зелёной массы при двуукосном режиме скашивания и 13,9-27,6 т/га при одноукосном на протяжении пяти лет пользования.

При увеличении сроков пользования травостоями до пяти лет отмечено незначительное снижение протеиновой питательности укосной массы бобово-злаковой травосмеси. Так, если в первые два года пользования в период активного роста из бобовых компонентов клевера лугового содержание сырого протеина составляло в среднем за два укоса 12,3-15,2%, то в последующие три года в период активного роста люцерны изменчивой данный показатель составил 11,6-14,2%.

Следует отметить, что в среднем по годам несколько выше процент сырого протеина в смесях, где злаковым компонентом являлась тимopheвка луговая –13,4%, ниже в смесях с ежой сборной и овсяницей луговой 12,9-13,0%.

Использование двух видов бобовых трав в многовидовых агрофитоценозах в 2 раза снижает их потребность в азоте, сохраняет кормовую ценность до 13% сырого протеина, улучшает почвенное плодородие, обеспечивает устойчивую продуктивность 25-30 т/га зелёной массы и способствует природосохранности.

Заключение. Возделывание сортов кормовых трав различных групп спелости, соответствующих почвенно-климатическим условиям регионов, различающихся периодом вегетации, требованиями к обеспеченности влагой и теплом, способствует повышению продуктивности и питательности кормовых трав

в оптимальные для заготовки кормов фазы развития. Изучение динамики накопления урожая трав позволило определить сроки использования кормовых травосмесей в структуре зелёного и сырьевого конвейеров.

Отмечено, что наилучшими являются сроки проведения 1-го укоса: последняя декада июня – первая декада июля в период бутонизации – начала цветения бобовых трав – в первые три года клевера лугового, а затем более долготетней культуры – люцерны изменчивой, рекомендуемые сроки проведения 2-го укоса – последняя декада августа – первая декада сентября.

Наиболее ценные по составу травостои в системе укосных технологий формируют травосмеси с люцерной изменчивой. Находка, при содержании в травостое бобовых культур 58-75%, злаковых – 25-42% участия.

Использование в кормовом клине широкого набора культур увеличивает продолжительность использования травостоев и позволяет получать высокопитательную растительную массу с содержанием сырого протеина в среднем 14,5% от сухого вещества при минимальных затратах совокупной энергии на производство корма.

Результаты исследований свидетельствуют об эффективности использования в агрофитоценозах люцерны изменчивой – культуры, обладающей продуктивным долголетием, что способствует повышению долговечности травостоев до пяти лет; сохранению кормовой ценности до 14-15% сырого протеина, обеспечивая устойчивую в среднем по годам продуктивность 28,0 т/га растительной массы и является экологически чистым приёмом использования новых видов и сортов многолетних бобовых и злаковых трав на осушаемых почвах.

Список литературы

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Бычков Г.Н., Трофимова Н.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология. Кормопроизводство. 2016;(8):3-7. Режим доступа: <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0364/364765/files/assets/basic-html/page-5.html>
2. Косолапов В.М., Пилипко С.В., Костенко С.И. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства. Достижения науки и техники АПК. 2015;29(4):35-37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23374009>
3. Тюлин В.А., Лазарев Н.Н., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья. Тверь: Тверская ГСХА. 2014. 234 с.
4. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Многолетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья. Тверь: Твер. Гос. ун-т, 2018. 178 с. ISBN 978-5-7609-1388-3. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36441012>
5. Лазарев Н.Н., Прудников А.Д., Куренкова Е.М., Стародубцева А.М. Многолетние бобовые травы в Нечерноземье. М.: Из-во: РГАУ – МСХА им. К.А.Тимирязева, 2017. 262 с.

6. Шайтанов О., Хуснуллин М., Садриев Р. Многолетние травы с повышенным средообразованием для зеленых и сырьевых конвейеров. Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009;(5):35-37.
7. Шелюто Б.В. Сырьевой конвейер из многолетних травостоев различного ботанического состава. Кормопроизводство. 2008;(8):17-25.
8. Волошин В.А., Мальцева Е.В. Сорты клевера лугового разной скороспелости в кормосырьевом конвейере в условиях Пермской области. Кормопроизводство. 2004;(9):27-31.
9. Волошин В.А. Сравнительная оценка многолетних бобовых трав в коллекционном питомнике. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010;(7):34-40. Режим доступа: <https://elibra-ry.ru/item.asp?id=15100901>
10. Посыпанов Г. С. Биологический азот, проблемы экологии и растительного белка. М.: Изд-во МСХА, 1993. 259 с.
11. Возделывание и использование перспективных сортов клевера лугового в кормопроизводстве Центральные районы Нечерноземной зоны России. (Рекомендации). М.: ФГУ РЦСК, 2009. 36 с.
12. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А., Силина О.С., Амбросимова Н.Н., Епифанова Н.А. Система кормосырьевого конвейера из разноспелых бобово-злаковых травосмесей с участием люцерны изменчивой. Технологии и приемы производства экологически безопасной продукции растениеводства: материалы Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 10-летию со дня создания НПЦ НАН Беларуси по земледелию (14-15 апреля 2016 г., Жодино). Минск, 2016. С. 158-161.
13. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Дегтярев В.П., Иванова Н.Н., Епифанова Н.А., Силина О.С. Разработка сырьевого конвейера с использованием многолетних кормовых травосмесей на осушаемых почвах Нечерноземья. Кормопроизводство. 2016;(4):3-6. Режим доступа: <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0364/364761/files/assets/basic-html/page-5.html>

References

1. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Bychkov G.N., Trofimova N.S., Yakovleva E.P. *Kormoproizvodstvo, ratsional'noe prirodopol'zovanie i agroekologiya*. [Feed production, environmental management and agroecology]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2016;(8):3-7. (In Russ.). URL: <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0364/364761/files/assets/basic-html/page-5.html>
2. Kosolapov V.M., Pilipko S.V., Kostenko S.I. *Novye sorta kormovykh kul'tur – zalog uspehnogo razvitiya kormoproizvodstva*. [New varieties of fodder crops is the guarantee of successful development of fodder production]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2015;29(4):35-37. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23374009>
3. Tyulin V.A., Lazarev N.N., Ivanova N.N., Vagunin D.A. *Mноголетние бобовые травы в агроландшафтах Нечернозем'я*. [Perennial legumes in the agricultural landscapes of the nonchernozem zone]. Tver': Tverskaya GSKhA. 2014. 234 p.
4. Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N., Ivanova N.N. *Mноголетние бобовые травы на осушаемых землях Нечернозем'я*. [Perennial legumes on the drained lands of the non-Black Earth region]. Tver': Tver. Gos. un-t, 2018. 178 p. ISBN 978-5-7609-1388-3. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36441012>
5. Lazarev N.N., Prudnikov A.D., Kurenkova E.M., Starodubtseva A.M. *Mноголетние бобовые травы в Нечернозем'е*. [Perennial legumes in the non-chernozem zone]. Moscow: Iz-vo: RGAU – MSKhA im. K.A. Timiryazeva, 2017. 262 p.
6. Shaytanov O., Khusnullin M., Sadriev R. *Mноголетние травы с повышенным средообразованием для зеленых и сырьевых конвейеров*. [Perennial grasses with increased environment formation for green and raw materials conveyors]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2009;(5):35-37. (In Russ.).
7. Shelyuto B.V. *Syr'evoy konveyer iz mnogoletnikh travostoev razlichnogo botanicheskogo sostava*. [Raw conveyor of perennial grass stands of different botanical composition]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2008;(8):17-25. (In Russ.).
8. Voloshin V.A., Mal'tseva E.V. *Sorta klevera lugovogo raznoy skorospelosti v kormosyr'evom konveyere v usloviyakh Permskoy oblasti*. [Varieties of meadow clover of different ripening in the feed conveyor in the Perm region]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2004;(9):27-31. (In Russ.).
9. Voloshin V.A. *Sravnitel'naya otsenka mnogoletnikh bobykh trav v kollektсионном питомнике*. [Comparative evaluation of perennial legume grasses in collection nursery]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2010;(7):34-40. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15100901>
10. Posypanov G.S. *Biologicheskii azot, problemy ekologii i rasti-tel'nogo belka*. [Biological nitrogen, the problems of ecology and plant protein]. Moscow: Izd-vo MSKhA, 1993. 259 p.
11. *Vozdel'yvanie i ispol'zovanie perspektivnykh sortov klevera lugovogo v kormoproizvodstve Tsentral'nykh rayonov Nечерноземной зоны Rossii. (Rekomendatsii)*. [Cultivation and use of promising varieties of meadow clo-

ver in forage production in the central regions of the nonchernozem zone of Russia. (Recommendations)]. Moscow: FGU RTsSK, 2009. 36 p.

12. Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Ivanova N.N., Vagunin D.A., Silina O.S., Ambrosimova N.N., Epifanova N.A. *Sistema kormosyr'evogo konveyera iz raznospelykh bobovo-zlakovykh travosmesey s uchastiem lyutserny izmenchivoy*. [Feed conveyor system of sprouted legume-grass mixtures with alfalfa changeable]. *Tekhnologii i priemy proizvodstva ekologicheski bezopasnoy produktsii rastenievodstva: materialy Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., posvyashch. 10-letiyu so dnya sozdaniya NPTs NAN Belarusi po zemledeliyu (14-15 aprelya 2016 g., Zhodino)*. [Technologies and methods of production of environmentally safe crops: Proceedings of International scientific and practical Conference devoted to the 10th anniversary of the establishment of the National academy of agriculture of Belarus (14-15 April 2016, Zhodino)]. Minsk, 2016. pp. 158-161.

13. Pavlyuchik E.N., Kapsamun A.D., Degtyarev V.P., Ivanova N.N., Epifanova N.A., Silina O.S. *Razrabotka syr'evogo konveyera s ispol'zovaniem mnogoletnikh kormovykh travosmesey na osushaemykh pochvakh Nechernozem'ya*. [Development of a raw material conveyor using perennial fodder grass mixtures on drained soils of the non-Black Earth region]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2016;(4):3-6. (In Russ.). URL: <http://elib.cnsrb.ru/books/free/0364/364761/files/assets/basic-html/page-5.html>

Сведения об авторах:

✉ **Павлючик Екатерина Николаевна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», п. Эммаусс, д. 27, Калининский район, Тверская область, Российская Федерация, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5989-6065>,

Капсамун Андрей Дмитриевич, доктор с.-х. наук, зав. отделом кормопроизводства ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», п. Эммаусс, д. 27, Калининский район, Тверская область, Российская Федерация, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3639-8490>,

Иванова Надежда Николаевна, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела кормопроизводства ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», п. Эммаусс, д. 27, Калининский район, Тверская область, Российская Федерация, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>,

Тюлин Владимир Александрович, доктор с.-х. наук, профессор кафедры ботаники и луговых экосистем ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», ул. Маршала Василевского (Сахарово), д.7, г. Тверь, Тверская область, Российская Федерация, 170904, e-mail: mai@tvgsa.ru

Силина Ольга Сергеевна, младший научный сотрудник отдела кормопроизводства ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», п. Эммаусс, д. 27, Калининский район, Тверская область, Российская Федерация, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Information about authors

✉ **Ekaterina N. Pavlyuchik**, PhD in Agricultural sciences, senior researcher, the Fodder Production Department, Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Settlement Emmaus, 7, Kalininsky District, Tver Region, Russian Federation, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5989-6065>,

Andrei D. Kapsamun, DSc in Agriculture, Head of the Fodder Production Department Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Settlement Emmaus, 7, Kalininsky District, Tver Region, Russian Federation, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-3639-8490>,

Nadezhda N. Ivanova, PhD in Agricultural sciences, senior researcher, the Fodder Production Department Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Settlement Emmaus, 7, Kalininsky District, Tver Region, Russian Federation, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-6923-5180>,

Vladimir A. Tyulin, DSc in Agriculture, professor of the Department of Botany and Meadow Ecosystems, Federal State Budgetary Scientific Institution of Higher Education «Tver State Agricultural Academy», Marshal Vasilevsky street (Sakharovo), 7, Tver, Tver region, Russian Federation, 170904, e-mail: mai@tvgsa.ru

Olga S. Silina, junior researcher, the Fodder Production Department, Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Settlement Emmaus, 7, Kalininsky District, Tver Region, Russian Federation, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

✉ - Для контактов / Corresponding author

Особенности роста и развития многолетних трав на основе клевера лугового тетраплоидного

© 2019. Н.И. Касаткина ✉, Ж.С. Нелюбина

Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
структурное подразделение ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский
центр Уральского отделения Российской академии наук», с. Первомайский,
Удмуртская Республика, Российская Федерация

Многолетние травы благодаря своей пластичности, меньшей требовательности к условиям произрастания, большому разнообразию видов менее других культур зависимы от погодных и почвенных условий. В 2013–2017 гг. в условиях Удмуртской Республики нами были изучены биологические свойства клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) тетраплоидного, люцерны изменчивой (*Medicago x varia* Martyn), лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.), козлятника восточного (*Galéga orientális* Lam.) и тимopheевки луговой (*Phleum pratense* L.) в двойных и тройных агроценозах в зависимости от возраста травостоя и срока укоса. Густота стеблестоя многолетних трав в агроценозах зависела от биологических особенностей вида, возраста травостоя и срока укоса. В первый год пользования агрофитоценозами густота стеблестоя была на уровне 374–542 шт./м², во второй год пользования – несколько выше (348–688 шт./м²), в третий год пользования – 240–594 шт./м². Высокая плотность клевера лугового тетраплоидного в травостое была отмечена во второй год пользования – 266–520 шт./м². Количество стеблей тимopheевки луговой (122–194 шт./м²) в травосмеси было высоким уже в первый год пользования травостоем, в последующие годы произошло дальнейшее увеличение данного показателя до 196–412 шт./м². К третьему году пользования выявлено увеличение количества стеблей люцерны изменчивой до 86–148 шт./м² и лядвенца рогатого – до 108–200 шт./м². Густота стеблестоя козлятника восточного в агроценозах была невысокой. На высоту и облиственность растений многолетних трав в агроценозах повлияли агрометеорологические условия года и срок укоса. Облиственность растений клевера лугового тетраплоидного достигала 64%, козлятника восточного – 74%. Менее облиственными были растения тимopheевки луговой – 23–38%. Высота растений клевера лугового была на уровне 51 см, тимopheевки луговой – 75–78 см. Самый низкий компонент травосмесей – лядвенец рогатый. Высокая урожайность сухой массы одновидового посева клевера лугового тетраплоидного была получена в первые два года пользования – 7,8 и 6,5 т/га соответственно. К третьему году пользования продуктивность клевера снизилась до 2,9 т/га. Наибольшую урожайность за годы исследований сформировали агроценозы клевер + люцерна, клевер + тимopheевка и клевер + люцерна + тимopheевка – 5,9–6,3 т/га.

Ключевые слова: многолетние травы, густота стеблестоя, высота растений, облиственность, кормовая продуктивность

Благодарности: научное исследование выполнено в рамках Государственного задания ФГБУН Удмуртский ФИЦ УрО РАН (тема №0427-2018-0009).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Особенности роста и развития многолетних трав на основе клевера лугового тетраплоидного. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):247–255. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.247-255>

Поступила: 09.04.2019

Принята к публикации: 20.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Characteristics of growth and development of perennial grasses on the basis of meadow tetraploid clover

© 2019. Nadezhda I. Kasatkina ✉, Zhanna S. Nelyubina

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, Pervomaisky village, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation

Perennial grasses are less dependent on weather and soil conditions than other crops due to their plasticity, low demand for growing conditions, and a large variety of species. In 2013–2017 in the conditions of the Udmurt Republic the biological properties of meadow tetraploid clover (*Trifolium pratense* L.), alfalfa changeable (*Medicago x varia* Martyn), birds-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.), eastern galega (*Galéga orientális* Lam.) and timothy grass (*Phleum pratense* L.) in double and triple agroecosystems were studied according to the age of the grass stand and the term of mowing. Plant density of perennial grasses in agroecosystems depended on the biological characteristics of the species, the age of grass stand and the term of mowing. In the first year of use of agrophytocenoses the density of stalk stand was at the level of 374–542 pcs/m², in the second year of use it was a little higher (348–688 pcs/m²), in the third year of use – 240–594 pcs/m². High density of meadow tetraploid clover in the grass stand was noted in the second year of use – 266–520 pcs/m². The number of timothy grass stems (122–194 pcs/m²) in the grass mixture was high even in the first year of grass stand use, in the following years there was a further increase of this indicator to 196–412 pcs/m². By the third year of use there was an increase in the number of stems of

alfalfa changeable to 86-148 pcs/m² and birds-foot trefoil – up to 108-200 pcs/m². The plant density of the eastern galega in agrocenoses was low. The agrometeorological conditions of the year and the term of mowing affected the height and leafiness of perennial grass plants in agrocenoses. The leafiness of meadow tetraploid clover reached 64%, of the eastern galega – 74%. Timothy grass plants were less leafy – 23-38%. The height of meadow clover plants was at the level of 51 cm, of timothy grass – 75-78 cm. Birds-foot trefoil was the shortest component of grass mixtures. High yield of dry mass of single-species sowing of meadow tetraploid clover was obtained in the first two years of use – 7.8 and 6.5 t/ha, respectively. By the third year of use, the productivity of clover decreased to 2.9 t/ha. The highest yields for the years of research were formed by the following agrocenoses: clover + alfalfa, clover + timothy, and clover + alfalfa + timothy – 5.9-6.3 t/ha.

Key words: *perennial grasses, stalk density, plant height, leafage, fodder productivity*

Acknowledgement: scientific work was performed in the framework of the Federal State Budgetary Institution of Science Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (theme №0427-2018-0009).

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

For citation: Kasatkina N.I., Nelyubina Zh.S. Characteristics of growth and development of perennial grasses on the basis of meadow tetraploid clover. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):247-255. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.247-255>

Received: 09.04.2019

Accepted for publication: 20.05.2019

Published online: 18.06.2019

Многолетние травы в Среднем Предуралье являются ведущей группой культур, имеющих важнейшее экологическое, агротехническое и хозяйственное значение. Эта группа культур обладает высокой адаптационной способностью к почвенно-климатическим и хозяйственным условиям, позволяющей возделывать их в разных регионах. Многолетние бобовые и мятликовые травы можно возделывать как в одновидовых, так и в поливидных посевах. По мнению многих исследователей [1, 2, 3, 4], возделывание бобово-мятликовых травосмесей имеет ряд преимуществ, которые сводятся к следующим основным параметрам: повышение сбора зеленой массы и сухого вещества, сбалансированность кормовой массы по сахаропротеиновому отношению и энергии, значительная устойчивость и продолжительность использования бобовых травостоев.

Из многолетних бобовых трав основной кормовой культурой является клевер луговой. Большинство авторов [5, 6, 7] сходятся во мнении, что клевер луговой лучше всего возделывать в смеси с тимофеевкой луговой. Для более длительного сохранения бобовых в травостое многие исследователи [8, 9, 10] рекомендуют включать в состав смеси не один, а два бобовых компонента с различным долголетием и засухоустойчивостью. Состав травосмесей видоизменяется в различных регионах, так как разные компоненты, составляющие их, неодинаково реагируют на местные природно-климатические условия.

Тетраплоидные сорта клевера лугового отличаются существенными морфологическими и физиологическими признаками, обладают большей урожайностью кормовой массы, повышенными зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к основным болезням

и относительным долголетием, сохраняясь в травостое на третий – четвертый год [11, 12]. По мнению ряда исследователей [13, 14, 15], в первый год пользования клевер луговой тетраплоидный ценотически очень активен и вытесняет другие виды трав. В связи с вышеизложенным для получения высокопродуктивных фитоценозов с участием тетраплоидных сортов клевера лугового необходимо знать их взаимоотношения в зависимости от вида травосмеси и возраста травостоя.

Цель исследования – изучение роста и развития агроценозов многолетних трав, созданных на основе клевера лугового тетраплоидного; определение их кормовой продуктивности.

Материал и методы. Полевые эксперименты проводили в 2013-2017 гг. на опытном поле Удмуртского НИИСХ. В качестве контроля взяли одновидовый посев клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) тетраплоидного сорта Кудесник. Для создания поливидовых агроценозов использовали тимофеевку луговую (*Phleum pratense* L.) (сорт Ленинградская 204), люцерну изменчивую (*Medicago x varia* Martyn) (сорт Сарга), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) (сорт Солнышко), козлятник восточный (*Galéga orientális* Lam.) (сорт Ялгинский). Первая закладка опыта была проведена в 2013 г., вторая – в 2014 г. под покров яровой пшеницы (норма высева – 4 млн шт. всх. семян/га) сеялкой СН-16, способ посева – обычный рядовой. Нормы высева многолетних трав, рекомендованные для Нечерноземной зоны РФ: клевера в чистом виде – 9 млн, в двойной смеси – 7,0 млн, в тройной – 4,5 млн шт. всх. семян/га; тимофеевки в двойной смеси – 8,0 млн, в тройной смеси – 4,0 млн шт. всх. семян/га; люцерны – 5,0 и 4,0 млн, лядвенца –

9,0 и 6,4 млн соответственно; козлятника в двойной травосмеси – 3,0 млн шт. всх. семян/га. Уборку зеленой массы (первый укос) проводили во второй – третьей декаде июня при достижении клевером луговым тетраплоидным фазы «бутонизация - начало цветения». Второй укос проводили в третьей декаде августа - первой декаде сентября. Учеты и наблюдения осуществляли в соответствии с методическими указаниями¹. Изучали густоту и высоту травостоя, облиственность растений, урожайность сухой надземной массы. Учетная площадь одной опытной делянки составляла 20 м², повторность вариантов в опыте – четырехкратная, расположение делянок – систематическое в два яруса. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа².

Почва опытных участков – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая, по степени кислотности – близкая к нейтральной (рН – 5,9). Обеспеченность гумусом – низкая (2,0%), подвижным фосфором – очень высокая

(430 мг/кг почвы), калием – высокая (218 мг/кг почвы). Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были различными. Так, в сравнении со среднемноголетними данными условия вегетационных периодов 2014, 2015 и 2017 гг. характеризовались как более прохладными и влажными. В 2014 г. среднесуточная температура воздуха была ниже нормы в июне на 0,3°C, в июле – на 1,7°C, в 2015 г. в июле – на 2,6°C, в августе – на 1,6°C. При этом большое количество осадков (137-159 и 194-203% нормы соответственно) выпало также во второй половине вегетационного периода. В 2017 г. с мая по июль среднесуточная температура воздуха была на 0,4...2,1°C ниже среднемноголетних значений, сумма осадков составила 119-222% нормы. Вегетационный период 2016 г. характеризовался высокой среднесуточной температурой и дефицитом атмосферных осадков (табл. 1). Условия для перезимовки растений многолетних трав в эти годы сложились благоприятными.

*Таблица 1 – Динамика среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков /
Table 1 – Dynamics of average daily air temperature and total precipitation*

Месяц / Month	Среднесуточная температура воздуха, °C / Average daily air temperature, °C					Сумма осадков / Total precipitation				
	норма / norm	отклонение от нормы / deviation from the norm				норма, мм / norm, mm	отклонение от нормы, % / deviation from the norm, %			
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Май / May	11,6	+4,2	+2,5	+1,7	-1,9	39	41	105	47	119
Июнь / June	17,0	-0,3	+2,7	-0,4	-2,1	60	159	66	118	215
Июль / July	18,7	-1,7	-2,6	+2,3	-0,4	59	137	203	64	222
Август / August	15,7	+3,0	-1,6	+6,9	+2,2	64	141	194	32	81

Результаты и их обсуждение. Продуктивность изучаемых агроценозов определяется биологическими особенностями их развития в зависимости от конкретных почвенно-климатических, агротехнических и фитоценологических факторов, среди которых плотность травостоя относится к наиболее существенным. От густоты стояния растений во многом зависит урожайность и продуктивное долголетие травостоя многолетних трав [16]. Многие исследователи отмечают, что преимущество бобово-мятликовых травосмесей проявляется в том, что при изреживании бобовых трав их

место занимают более устойчивые и долголетние мятликовые, не оставляя площади для развития сорных растений. Бобовый компонент обеспечивает продуктивность травосмесей в первые два-три года, а затем выпадает, и урожайность агрофитоценоза формируется за счет мятликового компонента [8, 17, 18, 19, 20].

В наших исследованиях в первый год пользования (1 г.п.) агрофитоценозами густота стеблестоя в первом укосе была на уровне 374-542 шт./м². Наибольшее количество стеблей (468-542 шт./м²) зафиксировано в агроценозах клевер + люцерна + тимopheевка, клевер +

¹Новосёлов Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

+ лядвенец + тимopheевка и клевер + тимopheевка, что на 82-156 шт./м² при НСР₀₅ – 59 шт./м² выше, чем густота в одновидовом посеве клевера лугового (контроль). Увеличению плотности стеблестоя в данных агроценозах способствовало включение в их состав клевера лугового (количество стеблей – 286-376 шт./м²), тимopheевки луговой (количество стеблей – 122-194 шт./м²).

Во втором укосе существенно высокая густота стеблестоя отмечена в агрофитоценозах клевер + люцерна (304 шт./м²), клевер + люцерна + тимopheевка (284 шт./м²) и клевер + лядвенец (278 шт./м²) за счет увеличения количества стеблей бобового компонента: люцерны – до 82-136 шт./м², лядвенца – до 96 шт./м² в сравнении с первым укосом (табл. 2).

Таблица 2 – Густота стеблестоя многолетних трав в агрофитоценозах, шт./м² /
Table 2 – Stalk density of perennial grasses in agrophytocenoses, pieces / m²

Вариант / Variant	Первый год пользования (в среднем за 2014-2015 гг.) / The first year of use (on average for 2014-2015)		Второй год пользования (в среднем за 2015-2016 гг.) / The second year of use (on average for 2015-2016)		Третий год пользования (в среднем за 2016-2017 гг.) / The third year of use (on average for 2016-2017)	
	I*	II	I	II	I	II
Клевер луговой (контроль) / Clover meadow (control)	386	204	520	162	286	88
Клевер луговой + тимopheевка луговая / Clover meadow + Timothy grass	348 <u>194</u> 542**	130 <u>64</u> 194	314 <u>374</u> 688	108 <u>76</u> 184	182 <u>412</u> 594	58 <u>61</u> 119
Клевер луговой + люцерна изменчивая / Clover meadow + Alfalfa changeable	286 <u>88</u> 374	168 <u>136</u> 304	316 <u>72</u> 388	130 <u>230</u> 360	92 <u>148</u> 240	120 <u>214</u> 334
Клевер луговой + лядвенец рогатый / Clover meadow + Birds-foot trefoil	348 <u>74</u> 422	182 <u>96</u> 278	444 <u>98</u> 542	50 <u>194</u> 244	340 <u>200</u> 540	46 <u>106</u> 152
Клевер луговой + козлятник восточный / Clover meadow + Eastern galega	376 <u>28</u> 404	192 <u>32</u> 224	318 <u>30</u> 348	72 <u>34</u> 106	250 <u>54</u> 304	35 <u>50</u> 85
Клевер луговой + люцерна изменчивая + тимopheевка луговая / Clover meadow + Alfalfa changeable + Timothy grass	290 <u>56</u> <u>122</u> 468	126 <u>82</u> <u>76</u> 284	266 <u>64</u> <u>323</u> 653	134 <u>232</u> <u>40</u> 406	132 <u>86</u> <u>324</u> 542	4 <u>370</u> <u>62</u> 436
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимopheевка луговая / Clover meadow + Birds-foot trefoil + Timothy grass	292 <u>46</u> <u>164</u> 502	116 <u>44</u> <u>24</u> 184	326 <u>58</u> <u>236</u> 620	76 <u>36</u> <u>56</u> 168	142 <u>108</u> <u>196</u> 446	32 <u>104</u> <u>38</u> 174
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	59	33	26	29	30	13

I* – укос; **542**** – общее количество стеблей многолетних трав в агроценозе /
 I* – mowing; **542**** – total number of stems of perennial grasses in agrocenosis

Во второй год пользования густота стеблестоя многолетних трав в первом укосе (348-688 шт./м²) была несколько выше плотности, отмеченной в первый год пользования. Существенное увеличение количества стеблей на 100-168 шт./м² при НСР₀₅ – 26 шт./м² зафиксировано в агрофитоценозах клевер + лядвенец + тимopheевка, клевер + люцерна + тимopheевка и клевер + тимopheевка за счет высокого количества в них стеблей клевера и тимopheевки. Во втором укосе наибольшая густота – 360 и 406 шт./м² (на 198 и 244 шт./м² выше при

НСР₀₅ – 29 шт./м²) была отмечена в агроценозах с участием более засухоустойчивой люцерны изменчивой.

К третьему году пользования густота стеблестоя многолетних трав в первом укосе была на уровне 240-594 шт./м², во втором – 85-436 шт./м². В первом укосе отмечено высокое количество стеблей тимopheевки (196-412 шт./м²), лядвенца (108-200 шт./м²), во втором – люцерны (214-370 шт./м²). Наблюдали снижение плотности травостоя основного компонента – клевера в одновидовом посеве

до 286 и 88 шт./м², в агроценозах – до 92-340 и 4-120 шт./м² соответственно по укосам.

Важным показателем характеристики посевов многолетних трав являются высота и облиственность растений в травостое. Данные показатели зависели от биологических особенностей вида, метеорологических условий и срока укоса. По мнению ряда исследователей, в травосмесях наблюдается более высокая облиственность растений – до 63-70% [21]. Листья по своей вертикальной архитектонике расположены более равномерно и ярусно, что

позволяет им эффективно улавливать солнечные лучи. В наших исследованиях облиственность клевера лугового в первый год пользования была на уровне 45-59%. Облиственность мятликового компонента составила в первом укосе 28-31%, ко второму укосу отмечено увеличение облиственности до 43-54%. Облиственность бобовых компонентов агроценозов (люцерна, лядвенец, козлятник) в первом укосе находилась на уровне 46-74%. Наиболее облиственными являлись растения козлятника восточного (табл. 3).

*Таблица 3 – Облиственность растений многолетних трав в агрофитоценозах, % /
Table 3 – The leaf coverage of plants of perennial grasses in agrophytocenosis, %*

Вариант / Variant	Первый год пользования (в среднем за 2014-2015 гг.) / The first year of use (on average for 2014-2015)		Второй год пользования (в среднем за 2015-2016 гг.) / The second year of use (on average for 2015-2016)		Третий год пользования (в среднем за 2016-2017 гг.) / The third year of use (on average for 2016-2017)	
	I*	II	I	II	I	II
Клевер луговой (контроль) / Clover meadow (control)	58	57	51	64	46	51
Клевер луговой + тимopheевка луговая / Clover meadow + Timothy grass	48 30	54 43	53 36	56 52	46 23	55 36
Клевер луговой + люцерна изменчивая / Clover meadow + Alfalfa changeable	54 46	59 48	52 39	54 48	48 38	48 51
Клевер луговой + лядвенец рогатый / Clover meadow + Birds-foot trefoil	45 56	55 61	47 50	57 52	44 42	63 50
Клевер луговой + козлятник восточный / Clover meadow + Eastern galega	54 74	54 65	51 68	52 62	51 71	44 67
Клевер луговой + люцерна изменчивая + тимopheевка луговая / Clover meadow + Alfalfa changeable + Timothy grass	50 47 28	57 50 45	54 46 38	66 46 65	42 40 25	54 53 46
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимopheевка луговая / Clover meadow + Birds-foot trefoil + Timothy grass	58 64 31	45 54 49	50 50 34	57 46 48	49 53 28	63 53 53

I* – укос / I* – mowing

В последующие годы пользования травостоем многолетних трав выявлены те же закономерности: наиболее облиственными были растения козлятника восточного. Низкая облиственность отмечена у растений тимopheевки в первом укосе, ко второму укосу облиственность растений тимopheевки увеличилась.

Высота растений клевера лугового тетраплоидного достигала 51 см. Наиболее высокими в агроценозах были растения тимopheевки – до 75-78 см. Высота растений самого

низкого компонента – лядвенца рогатого составила в первый год пользования 19-24 см, в последующие годы – 38-45 см.

Кормовая продуктивность клевера лугового тетраплоидного в одновидовом посеве первого года пользования в сумме за два укоса составила 7,8 т/га сухого вещества. Урожайность сухой массы на уровне контрольного варианта обеспечили агроценозы клевер + тимopheевка, клевер + люцерна + тимopheевка и

клевер + лядвенец + тимopheевка – 7,7-8,0 т/га. Урожайность остальных агроценозов была существенно ниже. В агрофитоценозах первого года пользования формирование урожайности происходило за счет клевера, доля его участия в травосмеси достигла в первом укосе 71-87%, во втором – 77-98 % (табл. 4).

Во второй год пользования кормовая продуктивность клевера лугового тетраплоидного в одновидовом посеве составила 6,5 т/га.

Отмечено увеличение на 0,3 т/га при НСР₀₅ – 0,3 т/га урожайности сухой массы агроценоза клевер + тимopheевка. Урожайность остальных травосмесей была на уровне либо существенно ниже контрольного варианта. В агрофитоценозах второго года пользования формирование урожайности также происходило за счет клевера, доля его участия в травосмесях составила в первом укосе 64-86%, во втором – 41-74%.

*Таблица 4 – Урожайность сухой массы многолетних трав в агрофитоценозах в сумме за два укоса, т/га /
Table 4 – The yield of dry weight of perennial grasses in agrophytocenoses in total for two mowings, t/ha*

<i>Вариант / Variant</i>	<i>Первый год пользо- вания (в среднем за 2014-2015 гг.) / The first year of use (on average for 2014-2015)</i>	<i>Второй год пользо- вания (в среднем за 2015-2016 гг.) / The second year of use (on average for 2015-2016)</i>	<i>Третий год пользо- вания (в среднем за 2016-2017 гг.) / The third year of use (on average for 2016-2017)</i>	<i>В среднем / On average</i>
Клевер луговой (контроль) / Clover meadow (control)	7,8	6,5	2,9	5,7
Клевер луговой + тимopheевка луговая / Clover meadow + Timothy grass	7,8	6,8	4,0	6,2
Клевер луговой + люцерна изменчивая / Clover meadow + Alfalfa changeable	7,4	6,2	4,2	5,9
Клевер луговой + лядвенец рогатый / Clover meadow + Birds-foot trefoil	7,4	5,9	3,1	5,5
Клевер луговой + козлятник восточный / Clover meadow + Eastern galega	7,1	5,6	3,1	5,3
Клевер луговой + люцерна из- менчивая + тимopheевка луговая / Clover meadow + Alfalfa changeable + Timothy grass	7,7	6,7	4,5	6,3
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимopheевка луговая / Clover meadow + Birds-foot trefoil + Timothy grass	8,0	5,7	3,2	5,6
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,4	0,3	0,2	0,2

Кормовая продуктивность одновидового посева клевера лугового к третьему году пользования значительно снизилась до 2,9 т/га. Отмечено уменьшение до 32-68% доли участия клевера в агроценозах. В этих условиях урожайность сухой массы практически всех изучаемых агроценозов (3,1-4,5 т/га) была существенно на 0,2-1,6 т/га выше в сравнении с контрольным вариантом.

В среднем за три года пользования кормовая продуктивность клевера лугового тетраплоидного сорта Кудесник составила 5,7 т/га.

Существенное увеличение урожайности сухой массы на 0,2-0,6 т/га при НСР₀₅ – 0,2 т/га получено в травосмесях клевер + люцерна, клевер + тимopheевка и клевер + люцерна + тимopheевка.

Выводы. Наибольшая густота стеблестоя клевера лугового тетраплоидного была отмечена во второй год пользования: в одновидовом посеве – 520 шт./м², в агроценозах – 266-444 шт./м². Количество стеблей злакового компонента – тимopheевки луговой было высоким уже в 1 г.п., в последующие годы произошло дальнейшее

увеличение данного показателя. К третьему году пользования выявлено увеличение количества стеблей люцерны изменчивой и лядвенца рогатого, особенно во вторых укосах и в засушливые годы. Густота стеблестоя козлятника восточного в агроценозах была невысокой, к 3 г.п. составила всего 54 шт./м². Облиственность растений клевера лугового тетраплоидного в первом укосе составила 42-58%, во втором – 45-64%. Наибольшая облиственность растений отмечена у растений козлятника восточного (62-74%), наименьшая – у растений тимopheевки луговой первого укоса (23-38%).

Высота растений клевера лугового тетраплоидного достигала 51 см, тимopheевки луговой – 75-78 см. Самый низкий компонент травосмесей – лядвенец рогатый. Высокую урожайность сухой массы одновидового посева клевера лугового тетраплоидного получили в первые два года пользования 7,8 и 6,5 т/га соответственно. К третьему году пользования продуктивность клевера снизилась до 2,9 т/га. Наибольшую урожайность за годы исследований сформировали агроценозы клевер + люцерна, клевер + тимopheевка и клевер + люцерна + тимopheевка – 5,9-6,3 т/га.

Список литературы

1. Иванова М.В., Плотников А.А. Создание многолетних высокопродуктивных травостоев на основе лядвенца рогатого в условиях Костромской области. Агрохимический вестник. 2019; 1(1): 63-67. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36984593>
2. Шпаков А.С. Кормовые культуры в системах земледелия и севооборотах. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. 400 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002464184>
3. Переправо Н.И., Косолапов В.М., Золотарев В.Н., Шевцов А.В. Современное состояние и основные направления развития травосеяния и семеноводства кормовых трав в России. Адаптивное кормопроизводство. 2014;(1):12-21. Режим доступа: <http://www.adaptagro.ru/images/journals/afp1403.pdf>
4. Сысуюев В.А., Фигурин В.А. Адаптивная стратегия устойчивой продуктивности многолетних трав на Северо-Востоке Европейской части России. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(12):79-82. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28147497>
5. Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра. М.: Изд-во Наука, 2015. 546 с. Режим доступа: http://www.knigoprovod.ru/?topic_id=23;book_id=7263
6. Байкалова Л.П., Кривоногова Д.В., Едимечев Ю.Ф. Перспективные бобово-злаковые травосмеси многолетних трав для кормопроизводства Красноярского края. Вестник КрасГАУ. 2017;11(134):20-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30763991>
7. Шелюто Б.В. Продуктивность и энергетическая эффективность возделывания многолетних трав в системе сырьевого конвейера в Северо-Восточном регионе Беларуси. Кормопроизводство. 2006;(4):16-20.
8. Нелюбина Ж.С., Фатыхов И.Ш., Касаткина Н.И. Агрофитоценозы многолетних бобовых и мятликовых трав в Среднем Предуралье: монография. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ, 2014. 145 с.
9. Фигурин В.А. Продуктивные травосмеси на почвах с сильной степенью кислотности. Земледелие. 2014;(2):30-32.
10. Каракчиева Е.Ф., Лобанов А.Ю. Создание травосмесей для повышения продуктивности и питательной ценности в полевом кормопроизводстве в условиях Республики Коми. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(4(59)):30-32. Режим доступа: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2017.59.4.30-3211>. Переправо Н.И., Пилипко С.В. Семеноводство тетраплоидных сортов клевера лугового. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. Результаты 25-летних исследований творческого объединения ТОС «Клевер». М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. С. 265-270. Режим доступа: <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0326/326748/files/assets/basic-html/page-271.html>
12. Акманаев Э.Д., Елисеев С.Л. Адаптивность позднеспелого и раннеспелых сортов клевера лугового на семена в Среднем Предуралье. АгроЭкоИнфо. 2017;2 (28). [Электронный ресурс] http://agroeco-info.narod.ru/journal/TEXT/RUSSIAN/2017/st_210_annot.html (дата обращения 01.04.2018 г.)
13. Eliseev S.L.1, Akmanayev E.D.1, Likhachev S.V. Productivity of red clover in the environmental conditions of different relief elements. World Applied Sciences Journal. 2010;23(9):1171-1175. URL: [https://www.idosi.org/wasj/wasj23\(9\)13/7.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj23(9)13/7.pdf)
14. Дыцкова Т.А. Параметры экологической пластичности и стабильности сортообразцов клевера лугового в условиях Смоленской области. Международный научно-исследовательский журнал. 2015;(11(42)):56-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25075848>
15. Фигурин В.А. Продуктивность раннеспелых сортов клевера лугового в зависимости от режимов использования. Кормопроизводство. 2016; 4:30-33. Режим доступа: <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0364/364761/files/assets/basic-html/page-32.html>
16. Золотарев В.Н. Агробиологические основы возделывания вики посевной (*Vicia sativa* L.) на семена в гетерогенных агроценозах у условиях Центрального Нечерноземья России. Сельскохозяйственная биология. 2016;51(2):194-203. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25923529>

17. Webb K.J., Jensen E.F., Heywood S., Morris S.M., Linton P.E., Hooker J.E. Gene expression and nitrogen loss in senescing root systems of red clover (*Trifolium pratense*). The Journal Of Agricultural Science. 2010;148 (5):579-591. URL: https://www.researchgate.net/publication/231920997_Gene_expression_and_nitrogen_loss_in_senescing_root_systems_of_red_clover_Trifolium_pratense

18. Фигурин В.А. Выращивание многолетних трав на корм. Кормопроизводство. Киров: Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2013. 188 с. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006718468>

19. Дьяченко В.В., Дронов А.В., Зубарева А.В., Каранкевич Т.Н., Дьяченко О.В. Динамика урожайности бобово-мятликовых травосмесей различных лет жизни в условиях серых лесных почв Брянской области. Вестник Брянской ГСХА. 2015;(1):23-29. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23139029>

20. Тюлин В.А., Сутягин В.П. Видовое разнообразие луговых травостоев. Успехи современного естествознания. 2016;(11):318-323. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27430444>

21. Шпаков А.С., Гришина Н.В., Красавина Н.Ю. Многолетние травы в кормовых севооборотах. Кормопроизводство. 1997;(1-2):31-33.

References

1. Ivanova M.V., Plotnikov A.A. *Sozдание mnogoletnikh vysokoproduktivnykh travostoev na osnove lyadventsya rogatogo v usloviyakh Kostromskoy oblasti*. [Creation of perennial highly productive grass stands on the basis of birds-foot trefoil in the conditions of the Kostroma region]. *Agrokhimicheskiy vestnik* = Agrochemical Herald. 2019; 1(1): 63-67. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36984593>

2. Shpakov A.S. *Kormovye kul'tury v sistemakh zemledeliya i sevooborotakh*. [Feed crops in farming systems and crop rotations]. Moscow: FGUN «Rosinformagrotekh», 2004. 400 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002464184>

3. Perepravo N.I., Kosolapov V.M., Zolotarev V.N., Shevtsov A.V. *Sovremennoe sostoyanie i osnovnye napravleniya razvitiya travoseyaniya i semenovodstva kormovykh trav v Rossii*. [The current state and main directions of development of grass sowing and seed farming of forage grasses in Russia]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo* = Adaptive fodder production. 2014;(1):12-21. (In Russ.). URL: <http://www.adaptagro.ru/ima-ges/journals/afp1403.pdf>

4. Sysuev V.A., Figurin V.A. *Adaptivnaya strategiya ustoychivoy produktivnosti mnogoletnikh trav na Severo-Vostoke Evropeyskoy chasti Rossii*. [Adaptive strategy of sustainable productivity of perennial grasses in the North-East of the European part of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2016;30(12):79-82. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28147497>

5. *Osnovnye vidy i sorta kormovykh kul'tur: itogi nauchnoy deyatel'nosti Tsentral'nogo selektsionnogo tsentra*. [The main types and varieties of forage crops: the results of the scientific activity of the Central Selection Center]. Moscow: Izd-vo Nauka, 2015. 546 p. URL: http://www.knigoprovod.ru/?topic_id=23;book_id=7263

6. Baykalova L.P., Krivonogova D.V., Edimeichev Yu.F. *Perspektivnye bobovo-zlakovye travosmesi mnogoletnikh trav dlya kormoproizvodstva Krasnoyarskogo kraya*. [Promising perennial legume-grass mixtures for forage production in the Krasnoyarsk region]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2017;11(134):20-26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30763991>

7. Shelyuto B.V. *Produktivnost' i energeticheskaya effektivnost' vozdeleyvaniya mnogoletnikh trav v sisteme syr'evogo konveyera v Severo-Vostochnom regione Belarusi*. [Productivity and energy efficiency of the cultivation of perennial grasses in the raw materials conveyor system in the Northeast region of Belarus]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2006;(4):16-20. (In Russ.).

8. Nelyubina Zh.S., Fatykhov I.Sh., Kasatkina N.I. *Agrofitotsenozy mnogoletnikh bobovykh i myatlikovykh trav v Srednem Predural'e: monografiya*. [Agrophytocenoses of perennial leguminous and bluegrass grasses in the Middle Cis-Ural region: monograph]. Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA; FGBNU Udmurtskiy NIISKH, 2014. 145 p.

9. Figurin V.A. *Produktivnye travosmesi na pochvakh s sil'noy stepen'yu kislotnosti*. [Productive grass mixtures on soils with a high degree of acidity]. *Zemledelie*. 2014;(2):30-32. (In Russ.).

10. Karakchieva E.F., Lobanov A.Yu. *Sozдание travosmesey dlya po-vysheniya produktivnosti i pitatel'noy tsennosti v polevom kormoproizvodstve v usloviyakh Respubliki Komi*. [Creation of grass mixtures to increase productivity and nutritional value in field feed production in the Komi Republic]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(4(59)):30-32. (In Russ.). URL: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2017.59.4.30-32>

11. Perepravo N.I., Pilipko S.V. *Semenovodstvo tetraploidnykh sortov klevera lugovogo*. [The seed production of tetraploid varieties of red clover]. *Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo. Rezul'taty 25-letnikh issledovaniy tvorcheskogo ob"edineniya TOS «Klever»*. [Ecological breeding and seed production of red clover. The results of 25 years of studies of creative enterprises «Clover»]. Moscow: OOO «Elf IPR», 2012. pp. 265-270. URL: <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0326/326748/files/assets/basic-html/page-271.html>

12. Akmanayev E.D., Eliseev S.L. *Adaptivnost' pozdnespelogo i rannespelykh sortov klevera lugovogo na semena v Srednem Predural'e*. [Adaptability of late maturing and early maturing varieties of red clover for seeds in

the Middle Urals]. *AgroEkoInfo*. 2017;2 (28). Available at: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/TEXT/RUS-SIAN/2017/st_210_annot.html (accessed 01.04.2018)

13. Eliseev S.L., Akmanaev E.D., Likhachev S.V. Productivity of red clover in the environmental conditions of different relief elements. *World Applied Sciences Journal*. 2010;23(9):1171-1175. URL: [https://www.idosi.org/wasj/wasj23\(9\)13/7.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj23(9)13/7.pdf)

14. Dytskova T.A. *Parametry ekologicheskoy plastichnosti i sta-bil'nosti sortoobraztsov klevyera lugovogo v usloviyakh Smolenskoj oblasti*. [Parameters of environmental plasticity and stability of variety-samples of meadow clover in the conditions of the Smolensk region]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2015;(11(42)):56-60. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25075848>

15. Figurin V.A. *Produktivnost' rannespelelykh sortov klevyera lugovogo v zavisimosti ot rezhimov ispol'zovaniya*. [Efficiency of early ripe varieties of meadow clover depending on the modes of use. Fodder Production]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2016; 4:30-33. (In Russ.). URL: <http://elib.cnsnb.ru/books/free/0364/364761/files/assets/basic-html/page-32.html>

16. Zolotarev V.N. *Agrobiologicheskie osnovy vozdeleyvaniya viki posevnoy (Vicia sativa L.) na semena v geterogennykh agrotsenozakh u usloviyakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya Rossii*. [Agrobiological bases of the cultivation of the common vetch (*Vicia sativa L.*) for seeds in heterogeneous agrocenoses under the conditions of the Central Non-Black Earth Region of Russia]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2016;51(2):194-203. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25923529>

17. Webb K.J., Jensen E.F., Heywood S., Morris S.M., Linton P.E., Hooker J.E. Gene expression and nitrogen loss in senescing root systems of red clover (*Trifolium pratense*). *The Journal Of Agricultural Science*. 2010;148 (5):579-591. URL: https://www.researchgate.net/publication/231920997_Gene_expression_and_nitrogen_loss_in_senescing_root_systems_of_red_clover_Trifolium_pratense

18. Figurin V.A. *Vyrashchivanie mnogoletnikh trav na korm. Kormoproizvodstvo*. [Growing perennial grasses for food. Feed production]. Kirov: *Zonal'nyy nauchno-issledovatel'skiy institut sel'skogo khozyaystva Severo-Vostoka im. N.V. Rudnitskogo*, 2013. 188 p. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006718468>

19. D'yachenko V.V., Dronov A.V., Zubareva A.V., Karankevich T.N., D'yachenko O.V. *Dinamika urozhaynosti bobovo-myatlikovykh travosmesey razlichnykh let zhizni v usloviyakh serykh lesnykh pochv Bryanskoy oblasti*. [Dynamics of yield of legume-bluegrass grass mixtures of different years of life in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region]. *Vestnik Bryanskoy GSKhA*. 2015;(1):23-29. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23139029>

20. Tyulin V.A., Sutyagin V.P. *Vidovoe raznoobrazie lugovykh travostoev*. [Species diversity of meadow grass stands]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2016;(11):318-323. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27430444>

21. Shpakov A.S., Grishina N.V., Krasavina N.Yu. *Mноголетние травы в кормовых севооборотах*. [Perennial grasses in fodder rotations]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 1997;(1-2):31-33. (In Russ.).

Сведения об авторах:

✉ **Касаткина Надежда Ивановна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – структурное подразделение ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ул. Ленина, 1, п. Первомайский, Завьяловский р-он, Удмуртская Республика, Российская Федерация, 427007, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0725-2254>.

Нелюбина Жанна Сергеевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – структурное подразделение ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ул. Ленина, 1, п. Первомайский, Завьяловский р-он, Удмуртская Республика, Российская Федерация, 427007, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5751-9557>.

Information about the authors:

✉ **Nadezhda I. Kasatkina**, PhD in Agricultural sciences, senior researcher, 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, 1, Lenin str., Pervomaisky village, Zavyalovsky district, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 427007, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0725-2254>.

Zhanna S. Nelyubina, PhD in Agricultural sciences, senior researcher, 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, 1, Lenin str., Pervomaisky village, Zavyalovsky district, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation, 427007, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5751-9557>.

✉ - Для контактов / Corresponding autor

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ/
CROP FARMING, AGROCHEMISTRY, AMELIORATION<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264>

УДК 631.51:631.582

**Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области**

© 2019. А.В. Ивенин ✉, А.П. Саков

Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», п. Селекционной станции, Нижегородская область, Российская Федерация

Исследования проводили в Нижегородской области в 2017-2018 гг. на светло-серой лесной почве в звене севооборота «яровая пшеница - горох». Изучали влияние систем обработки почвы (традиционная отвальная обработка плугом с отвалами; безотвальная «глубокая» обработка плугом без отвалов; безотвальная «мелкая» обработка чизельным культиватором Pottinger Synkro 5030 K; минимальная обработка дисковой бороной Discover XM 44660 nothad; нулевая обработка (No-till) сеялкой Sunflower 9421-20), минеральных удобрений (N60P60K60 кг д.в.) и деструкторов соломы (аммиачной селитры в дозе N10 кг д.в. на 1 т соломы и биопрепарата Стимикс®Нива 2л/га) на изменение показателя биологической активности почвы и урожайность гороха сорта Красивый. В условиях недостаточного увлажнения вегетационного периода 2018 года технология No-till способствовала снижению биологической активности почвы по изучаемым системам обработки почвы в посевах гороха: на 6,3% (с 18,6 до 12,3%) по сравнению с традиционной «отвальной» системой обработки почвы плугом с отвалами; на 4,7% (с 17,0 до 12,3%) по сравнению с безотвальной «глубокой» плугом без отвалов; на 3,5% (с 15,8 до 12,3%) по сравнению с безотвальной «мелкой» обработкой чизельным культиватором; на 4,9% (с 17,2 до 12,3%) по сравнению с минимальной обработкой дисковой бороной. Применение биопрепарата Стимикс®Нива в качестве деструктора соломы в засушливых условиях 2018 года было эффективней применения аммиачной селитры в вариантах полевого опыта без внесения минеральных удобрений (N60P60K60): биологическая активность почвы увеличилась по зяблевой вспашке плугом с отвалами на 3,8% (20,8 и 17,0% соответственно); по зяблевой вспашке плугом без отвалов на 5,3% (18,8 и 13,5%); по минимальной обработке дисковой бороной на 4,8% (18,9 и 14,1%). При погодных условиях 2018 года самый высокий урожай гороха сорта Красивый получен в варианте полевого опыта, где в качестве основной обработки почвы применяли зяблевую вспашку с оборотом пласта на глубину 20-22 см, с использованием в качестве деструктора соломы аммиачной селитры в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы. Применение минеральных удобрений (N60P60K60) по данной системе обработки почвы в засушливых условиях не повлияло на величину урожая гороха сорта Красивый (2,70-2,76 т/га). При использовании технологии производства гороха по No-till урожайность его в условиях Нижегородской области по итогам 2018 года получена в интервале 0,74-2,24 т/га.

Ключевые слова: отвальная обработка почвы, безотвальная обработка почвы, нулевая обработка почвы (No-till), биопрепарат, солома, минеральные удобрения, деструктор соломы

Благодарности: научное исследование выполнено в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0767-2018-0016).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ивенин А.В., Саков А.П. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):256-264. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264>

Поступила: 21.01.2019

Принята к публикации: 27.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

The influence of light-gray forest soil tillage systems on biological activity of the soil and productivity of pea in the Nizhny Novgorod region

© 2019. Alexey V. Ivenin ✉, Alexander P. Sakov

Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation

The research was conducted in 2017-2018 in the Nizhny Novgorod region on light-gray forest soil in the link of "spring wheat-pea" crop rotation. The article presents the results of study of the influence of soil tillage systems (traditional

moldboard tillage with moldboard plow; non-moldboard "deep" tillage with boardless plow; non-moldboard "shallow" tillage with chisel cultivator Pottinger Synkro 5030 K; minimum tillage with disc harrow XM 44660 NOTHAD; zero tillage (No-till) with grain drill Sunflower 9421-20, mineral fertilizers (N60P60K60 kg of active ingredient) and straw destructors (ammonium nitrate in the dose of N10 kg of active ingredient per 1 t of straw and biological preparation Stimix®/Niva 2 ltr/ha) on the change in the indicator of biological activity of the soil and the yield of pea variety Krasivy. In the conditions of insufficient precipitation of the growing season of 2018, No-till technology resulted in a decrease in the average biological activity of the soil by the tillage systems under study in pea plantings of Krasivy variety: by 6.3 % (from 18.6 to 12.3 %) compared to the traditional moldboard tillage system with moldboard plow; by 4.7 % (from 17.0 to 12.3 %) compared to the non-moldboard "deep" tillage with boardless plow; by 3.5 % (from 15.8 to 12.3 %) compared to the non-moldboard "shallow" tillage with a chisel cultivator; by 4.9 % (from 17.2 to 12.3 %) compared to the minimum processing with disc harrow. The use of the biological preparation Stimix®/Niva as a straw destructor in arid conditions of 2018 was more effective than the use of ammonium nitrate in field test variants without application of mineral fertilizers (N60P60K60). The biological activity of the soil increased on fall plowing with moldboard plow by 3.8 % (20.8 and 17.0% respectively); on fall plowing with boardless plow by 5.3 % (18.8 and 13.5 %); on minimum tillage with a disc harrow by 4.8 % (18.9 and 14.1 %). Under the weather conditions of 2018, the highest yield of Krasivy pea variety was obtained in the variant of field experiment where fall plowing with soil overturning to the depth of 20-22 cm with the use of ammonium nitrate as a straw destructor in a dose of 10 kg of active ingredient per 1 ton of straw was used as basic cultivation. The use of mineral fertilizers (N60P60K60) by this system of soil tillage in dry conditions did not affect the yield of Krasivy pea variety (2.70-of 2.76 t/ha). When using the No-till technology of pea production, the obtained yield in the conditions of the Nizhny Novgorod region in 2018 ranged from 0.74 to 2.24 t/ha.

Key words: moldboard tillage, non-moldboard tillage, zero tillage (No-till), biopreparation, straw, mineral fertilizers, destructor of straw

Acknowledgement: the scientific work was performed in the framework of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky (theme 0767-2018-0016).

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

For citation: Ivenin A.V., Sakov A.P. Influence of processing systems of light-gray forest soil on its biological activity and productivity of peas in the Nizhny Novgorod region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):256-264. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264

Received: 21.01.2019

Accepted for publication: 27.05.2019

Published online: 18.06.2019

Горох является важнейшей зернобобовой культурой, позволяющей решать задачи дефицита растительного белка при производстве кормов и продовольствия. В этой связи цены на горох по сравнению с другими зерновыми культурами выше, что позволяет считать производство данной культуры выгодной с экономической точки зрения [1, 2].

Для получения высоких и стабильных урожаев зерновых культур (в т.ч. и гороха) необходимо внедрять в сельскохозяйственное производство новые ресурсосберегающие технологии их возделывания, которые должны базироваться на применении современных почвообрабатывающих машин, высокоэффективных средств защиты растений как химических, так и биологических, расчетных доз органических и минеральных удобрений [3, 4, 5, 6].

Выбор системы обработки почвы, как и остальных составляющих системы земледелия, зависит от особенностей природной зоны, конкретных почвенно-климатических и ландшафтных условий местности [7, 8, 9].

К факторам, повышающим урожайность сельскохозяйственных культур (в т.ч. и гороха), относится и внедрение в производство научно обоснованных севооборотов, которые позволяют более полно и рационально использовать естественное плодородие почв [10, 11, 12].

Растения гороха достаточно сильно поражаются болезнями, поэтому агротехника его возделывания предусматривает применение пестицидов. Для уменьшения данных затрат необходимо внедрять в схему защиты гороха биологические препараты, содержащие в своем составе штаммы молочнокислых, азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих, фотосинтезирующих микроорганизмов, являющихся антиподами патогенных грибов и бактерий. Применение биологических препаратов также способствует обогащению почвы агрономически ценными микроорганизмами, для активного размножения и роста которых необходимо создавать благоприятные условия посредством применения различных способов и приемов обработки почвы, внесения органических и минеральных удобрений [13].

Цель исследований – изучить влияние систем обработки светло-серой лесной почвы, минеральных удобрений и деструкторов соломы на изменение показателя биологической активности почвы и урожайность гороха в звене зернового севооборота.

Материал и методы. Полевой опыт был заложен в 2014 году. Почва опытного участка светло-серая лесная среднесуглинистая по гранулометрическому составу содержит: гумуса – 1,5%, обменного калия – 140 мг/кг,

подвижного фосфора – 253 мг/кг, pH_{KCl} – 5,6. Общая площадь делянки – 192 м², учетная – 132 м². Расположение вариантов – систематическое. Повторность четырехкратная. Учет урожая гороха – сплошной, поделночный с пересчетом на 100% чистоту и 14% влажность.

Исследования проводили в зерновом севообороте: 1. Горчица. 2. Озимая пшеница. 3. Соя. 4. Яровая пшеница. 5. Горох. 6. Овёс.

В настоящей статье приведены результаты исследований 2017-2018 гг. в звене зернового севооборота яровая пшеница - горох. Сорт яровой пшеницы – Эстер, гороха – Красивый.

Все растительные остатки после уборки яровой пшеницы измельчали комбайном Сампо-1500 и оставляли в поле. Внесение деструкторов соломы (аммиачная селитра в дозе N10 кг д.в. на 1 т соломы и биопрепарат Стимикс®Нива в дозе 2 л/га) проводили поверхностно сразу после уборки предшествующей культуры. Препарат Стимикс®Нива содержит в своем составе высокоактивные штаммы различных микроорганизмов, антиподов патогенных грибов и бактерий в оптимальных соотношениях. Обработка этим препаратом пожнивных остатков сельскохозяйственных культур является элементом интегрированной защиты культурных растений¹.

Минеральные удобрения вносили согласно схеме исследований в варианты 4, 5, 6 (по фактору В) под весеннюю культивацию в дозе N60P60K60 кг д.в. /га.

Схема полевого опыта включала 5 систем обработки почвы (*фактор А*): I. *Традиционная отвальная (контроль)* – зяблевая вспашка плугом ПН-3-35 на 20-22 см. II. *Безотвальная «глубокая»* – зяблевая вспашка ПН-3-35 (без отвалов) на 20-22 см. III. *Безотвальная «мелкая»* – зяблевая обработка чизельным культиватором Pottinger Synkro 5030 К на глубину 14-16 см. IV. *Минимальная* – зяблевая обработка почвы дисковой бороной Discover ХМ 44660 nothad на глубину 10-12 см. V. *Нулевая (No-till)* – сев сеялкой Sunflower 9421-20.

Система предпосевной обработки почвы под горох была одинакова во всех изучаемых вариантах полевого опыта (кроме варианта с *No-till*) и включала: ранневесеннее боронование БЗСС-1,0 на глубину 4-6 см; культивацию КБМ-4,2 НУС (Ярославич) на глубину 10-12 см;

предпосевную обработку КБМ-4,2 НУС (Ярославич) на глубину 4-6 см; сев.

По каждой системе обработки почвы изучали влияние минеральных удобрений на разложение растительных остатков (*фактор В*) по следующей схеме: 1. Солома без удобрений (контроль). 2. Солома + N10. 3. Солома + Стимикс®Нива. 4. Солома + N60P60K60. 5. Солома + N60P60K60 + N10. 6. Солома + N60P60K60 + Стимикс®Нива.

Биологическую активность почвы определяли по разложению льняных полотен методом «аппликации»², льняное полотно заложено 28 мая 2018 г. (экспозиция 60 суток). Математическая обработка результатов исследований проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову³ с использованием компьютерной программы статистической обработки Statist.

Результаты и их обсуждение. Важным показателем плодородия любой почвы является её биологическая активность. Это понятие отражает комплекс биологических процессов, протекающих в ней под воздействием почвенных микроорганизмов. Представление о действии различных агротехнических приемов и применения удобрений на энергию разрушения растительного материала дает метод учета биологической активности почвы по разложению естественного источника целлюлозы – льняного волокна («аппликаций»). На изменение величины биологической активности почвы влияет как агротехника возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры, так и сама культура. Также на показатель биологической активности почвы влияют и погодные условия вегетационного периода [14, 15].

Погодные условия 2018 года складывались неоднозначно как для роста самого гороха, так и для развития почвенной микрофлоры. Горох – растение холодостойкое, малотребовательное к теплу, но очень отзывчивое на наличие почвенной влаги, особенно до начала цветения. Сев гороха провели 13 мая, уборку – 13 августа. В первую декаду мая наблюдали теплую и сухую погоду, количество осадков составило 8,8 мм (55% от многолетней нормы). Однако за счет большого количества выпавших осадков в третьей декаде апреля (24 мм, или 220%

¹<http://stimix.ru/agronomam/132-stimiksniva.html>

²Опытное дело в полеводстве / Под ред. Г.Ф. Никитина. М.: Россельхозиздат, 1982. 190 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

от средней многолетней) запас продуктивной влаги в пахотном слое почвы на момент сева составил 46 мм (80-85% от полевой влагоемкости), что позволило получить дружные всходы гороха. В целом погодные условия мая характеризовались теплой погодой с небольшим количеством осадков (ГТК = 0,7), июня – обильными дождями в первой декаде

(ГТК = 2,6) и их отсутствием в третьей. В первой декаде июля выпадение осадков было на уровне средних многолетних значений (ГТК = 1,7), а вторая и третья декады характеризовались жаркой и сухой погодой (ГТК = 0,5-0,6). Погодные условия первой декады августа в целом были благоприятны для созревания гороха – ГТК = 1,4 (табл. 1).

Таблица 1 - Метеорологические условия вегетационного периода гороха 2018 г.

(по данным метеостанции «Ройка»)

Table 1- Meteorological conditions of pea growing season of 2018 (according to the weather station «Roika»)

Месяц / Month	Декада / Decade	Температура, °C / Temperature °C		Осадки, мм / Precipitation, mm		ГТК / Hydrothermal coefficient	
		2018 г.	средне- многолетнее / long-term average annual	2018 г.	средне- многолетнее / long-term average annual	2018 г.	средне- многолетнее / long-term average annual
Май / May	1	13,5	11,3	8,8	16,0	0,7	1,4
	2	17,7	12,2	8,7	19,0	0,5	1,5
	3	14,4	14,8	12,9	17,0	0,9	1,1
	<i>за месяц / per month</i>	15,2	12,8	30,4	52,0	0,7	1,3
Июнь / June	1	11,1	14,9	28,3	20,0	2,6	1,3
	2	15,7	16,3	14,1	20,0	0,9	1,3
	3	21,4	17,8	-	26,0	-	1,5
	<i>за месяц / per month</i>	16,1	16,3	42,4	66,0	1,2	1,3
Июль / July	1	19,9	18,1	34,0	27,0	1,7	1,5
	2	21,8	19,1	13,7	22,0	0,6	1,1
	3	21,4	20,2	10,6	25,0	0,5	1,2
	<i>за месяц / per month</i>	21,0	19,1	58,3	74,0	0,9	1,3
Август / August	1	20,1	18,1	27,9	22,0	1,4	1,3

Погодные условия 2018 года в конечном итоге оказали отрицательное влияние как на жизнедеятельность целлюлозоразлагающей микрофлоры (биологическая активность почвы была невысокой, табл. 2), так и на урожайность гороха (табл. 3). Низкий показатель биологической активности почвы также можно объяснить отсутствием в изучаемом зерновом севообороте многолетних бобовых трав, которые, являясь растениями-симбионтами азотфиксирующих клубеньковых бактерий, способствуют созданию благоприятных условий для размножения и развития почвенной биоты.

По изучаемым системам обработки почвы (табл. 2) самый высокий процент разложения льняного полотна выявлен при использовании зяблевой вспашки плугом ПН-3-35

на глубину 20-22 см (18,6%), наименьший – при технологии No-till (12,3%). Остальные изучаемые системы обработки почвы по показателю биологической активности почвы занимали промежуточное положение (интервал средних значений 15,8-17,2%) (табл. 2). Это связано с погодными условиями 2018 года, когда отсутствие атмосферных осадков привело к недостатку почвенной влаги и переуплотнению верхнего горизонта, поэтому безотвальные и минимальная обработки почвы, а тем более технология No-till (нулевая обработка почвы) оказались не способны обеспечить условия для развития почвенных микроорганизмов в посевах гороха. Таким образом, увеличение глубины обработки почвы до 20-22 см и применение оборота пласта под посев гороха

в ротации зернового севооборота в условиях недостаточного увлажнения 2018 года привело к созданию более благоприятных условий для развития микрофлоры светло-серой лесной почвы, а также способствовало повышению урожайности гороха (табл. 3).

Применение аммиачной селитры в качестве деструктора соломы (вариант 2 по фактору В) по сравнению с препаратом Стимикс® Нива (вариант 3 по фактору В) привело к снижению биологической активности при обработке почвы плугом с отвалами, безотвальной «глубокой» и минимальной обработке дисковой бороной.

В вариантах с внесением минеральных удобрений (4, 5, 6 по фактору В) биологическая активность почвы в среднем по видам обработки была выше (17,2-18,1%), чем в вариантах (1, 2, 3) без применения N60P60K60 (13,2-16,1%).

Статистически значимых различий по степени разложения льняного полотна от применения изучаемых деструкторов соломы в вариантах полевого опыта с внесением N60P60K60 (5, 6 по фактору В) обнаружено не было по всем изучаемым системам обработки почвы (табл. 2).

Таблица 2 - Биологическая активность почвы в зависимости от системы обработки почвы и применения удобрений в посевах гороха в 2018 г., % разложения льняного полотна /
Table 2 - Biological activity of soil depending on the tillage system and application of fertilizers in pea plantings in 2018, % of linen decomposition

Удобрения (фактор В) / Fertilizers (factor B)	Система обработки почвы (фактор А) / Tillage system (factor A)					Среднее (В) / Average (B)
	I. Традиционная «отвальная» (контроль) / Traditional moldboard (control)	II. Безотвальная «глубокая» / Non-moldboard «deep»	III. Безотвальная «мелкая» / Non-moldboard «shallow»	IV. Минимальная / Minimum	V. Нулевая / No-till	
1. Солома (контроль) / Straw (control)	17,7	17,4	14,8	12,7	9,3	14,4
2. Солома + N10 / Straw + N10	17,0	13,5	13,2	14,1	8,4	13,2
3. Солома + Стимикс®Нива / Straw +Stimix®Niva	20,8	18,8	12,9	18,9	9,2	16,1
4. Солома + N60P60K60 / Straw + N60P60K60	22,4	20,4	19,1	14,5	14,3	18,1
5. Солома + N60P60K60 + N10 / Straw+ N60P60K60 + N10	15,7	14,9	18,1	22,2	15,2	17,2
6. Солома + N60P60K60 + Стимикс® Нива/ Straw + N60P60K60 + Stimix®Niva	17,8	17,2	16,8	21,0	17,3	18,0
Среднее (А)/Average (A)	18,6	17,0	15,8	17,2	12,3	-

HCP₀₅ фактор А / LSD₀₅ factor A – 2.8

HCP₀₅ фактор В / LSD₀₅ factor B – 3.1

HCP₀₅ факторов АВ / LSD₀₅ factors AB – 6.8

Это связано с тем, что применение минеральных удобрений позволяет создать благоприятные условия для размножения и развития уже существующих почвенных микроорганизмов, и поступление новых микробов с биопрепаратом количественно не влияет на данный процесс. При отсутствии минеральных удобрений развитие почвенной микрофлоры медленное и поэтому применение биопрепарата способствует ее количественному увеличе-

нию. Применение аммиачной селитры в качестве деструктора соломы осенью, после уборки предшествующей культуры, мало влияло на процесс развития почвенной биоты как в вариантах с применением минеральных удобрений, так и без них.

Между биологической активностью почвы и урожайностью гороха выявлена сильная прямая корреляционная зависимость – коэффициент корреляции равен 0,80. С увели-

чением активности почвенной биоты в посевах гороха сорта Красивый увеличивалась и его урожайность.

Урожайность – это один из важных показателей эффективности производства. Самая высокая урожайность гороха получена в вариантах, где в качестве основной обработки почвы применялась зяблевая вспашка с оборотом пласта на глубину 20-22 см (вариант I по фактору А) с применением в качестве деструктора соломы аммиачной селитры как по фону N60P60K60 (2,76 т/га) (вариант 5 по фактору В), так и без применения минеральных удобрений (2,70 т/га) (вариант 2 по фактору В).

С уменьшением глубины обработки светло-серой лесной почвы выход зерна гороха с гектара снижался (табл. 3).

При использовании технологии производства растениеводческой продукции по No-till (вариант V по фактору А) урожайность гороха самая низкая – 0,74- 2,24 т/га. Основные обработки почвы под горох дисковой бороней Discover XM 44660 nothad на глубину 10-12 см (вариант IV) и чизельным культиватором Pottinger Synkro 5030 K на глубину 14-16 см (вариант III) обеспечили близкие уровни его урожайности: по дискованию – 1,86-2,68 т/га, чизельной культивации – 1,82-2,58 т/га.

Таблица 3 - Влияние систем обработок почвы и удобрений на урожайность гороха, т/га /
Table 3 - The effect of soil tillage systems and fertilizers on pea yield, t/ha

Удобрения (фактор В) / Fertilizers (factor B)	Система обработки почвы (фактор А) / Tillage system (factor A)					Среднее (В) / Average (B)
	I. Традиционная «отвальная» (контроль) / Traditional moldboard (control)	II. Безотвальная «глубокая» / Non-moldboard «deep»	III. Безотвальная «мелкая» / Non-moldboard «shallow»	IV. Минимальная / Minimum	V. Нулевая / No-till	
1. Солома (контроль) / Straw (control)	2,31	1,96	2,04	1,88	0,86	1,81
2. Солома + N10 / Straw + N10	2,70	2,55	2,18	1,86	0,48	1,95
3. Солома + Стимикс®Нива / Straw + Stimix®Niva	2,58	1,92	1,82	1,95	0,74	1,80
4. Солома + N60P60K60 / Straw + N60P60K60	2,49	2,54	2,40	2,43	1,38	2,25
5. Солома + N60P60K60 + N10 / Straw + N60P60K60+N10	2,76	2,48	2,58	2,68	1,21	2,34
6. Солома + N60P60K60 + Стимикс® Нива/ Straw + N60P60K60 + Stimix®Niva	2,48	2,38	2,55	2,42	2,24	2,41
Среднее (А) / Average (A)	2,55	2,31	2,26	2,20	1,15	-
<i>HCP₀₅ фактор А / LSD₀₅ factor A – 0.15</i>						
<i>HCP₀₅ фактор В / LSD₀₅ factor B – 0.17</i>						
<i>HCP₀₅ факторов АВ / LSD₀₅ factors AB – 0.31</i>						

Применение удобрений способствовало увеличению урожайности гороха в среднем по изучаемым системам обработки – с 1,80-1,95 т/га (средняя урожайность гороха по фактору В без применения минеральных удобрений) до 2,25-2,41 т/га (средняя по фактору В с применением N60P60K60). При этом увеличения урожайности гороха от применения N60P60K60 совместно с биопрепаратом (вариант 6 по фактору В) или аммиачной селит-

рой (N₁₀) (вариант 5 по фактору В), по сравнению с применением одних деструкторов соломы без минеральных удобрений – варианты 3 и 2 по фактору В соответственно, не обнаружено при использовании зяблевой вспашки с оборотом пласта на глубину 20-22 см (вариант I по фактору А).

При выращивании гороха по технологии No-till (вариант V по фактору А) применение биопрепарата Стимикс®Нива на фоне

N60P60K60 увеличило урожайность до 2,24 т/га (вариант 6 по фактору В) по сравнению с внесением одних минеральных удобрений N60P60K60 (1,38 т/га) (вариант 4 по фактору В) (НСР₀₅-0,17). Напротив, при возделывании гороха по зяблевой вспашке с оборотом пласта (вариант I по фактору А) существенного влияния биопрепарата Стимикс®Нива на урожайность культуры по фону применения N60P60K60 не отмечено (варианты 4 (2,49 т/га) и 6 (2,48) т/га по фактору В, НСР₀₅ - 0,17). В остальных изучаемых системах обработки почвы без оборота пласта (варианты II, III, IV) применение биопрепарата Стимикс®Нива в чистом виде (вариант 3 по фактору В) снижало урожайность гороха до 1,82-1,92 т/га по сравнению с вариантами использования биопрепарата на фоне N60P60K60 (2,38-2,55 т/га).

Выводы. В условиях Нижегородской области при недостаточном увлажнении вегетационного периода 2018 года технология No-till способствовала снижению биологической активности почвы в посевах гороха сорта Красивый по сравнению с традиционной «отвальной» обработкой почвы плугом с отвалами (на 6,3%), безотвальной «глубокой» плугом без отвалов (на 4,7%), безотвальной «мелкой» обработкой чизельным культиватором (на 3,5%), минимальной обработкой дисковой бороной (на 4,9%).

Применение биопрепарата Стимикс®Нива (2 л/га) в качестве деструктора соломы в засушливых условиях 2018 года было эффективнее аммиачной селитры (N10 кг д.в. на 1 т соломы) в вариантах полевого опыта без внесения минеральных удобрений (N60P60K60): по зяблевой вспашке плугом с отвалами биологическая активность почвы увеличилась на 3,8%, по зяблевой вспашке плугом без отвалов – на 5,3%; по минимальной обработке дисковой бороной – на 4,8%.

В неблагоприятных по увлажнению погодных условиях 2018 года самый высокий урожай гороха сорта Красивый получен в варианте полевого опыта, где в качестве основной обработки почвы применяли зяблевую вспашку с оборотом пласта на глубину 20-22 см, с использованием в качестве деструктора соломы аммиачной селитры в дозе 10 кг д.в. на 1 т соломы. При этом применение минеральных удобрений (N60P60K60) по данной системе обработки почвы в засушливых условиях не повлияло на величину урожая гороха сорта Красивый: по фону применения минеральных удобрений урожай составил 2,76 т/га, а без их внесения – 2,70 т/га (НСР₀₅ 0,17).

При использовании технологии производства гороха по No-till урожайность его в условиях Нижегородской области по итогам 2018 года получена в интервале 0,74-2,24 т/га.

Список литературы

1. Пономарева С.В. Изучение исходного материала коллекции гороха в условиях Нижегородской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(2(63)):23-28. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.23-28>
2. Шелепина Н.В., Щуров А.Ю. Народнохозяйственное значение и особенности химического состава зерна гороха. Научные записки ОрелГИЭТ. 2010;(1):537-539. Режим доступа: <http://orelgiet.ru/docs/mo-nah/144.shsh.pdf>
3. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Иванов В.Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017(3(58)):43-48. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/130>
4. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.В. Применение основных элементов ресурсосберегающих экологически безопасных технологий при выращивании яровых зернофуражных культур в центральной зоне Северо-Востока европейской части России. Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза: сб. статей. Варшава: Институт технологических и естественных наук в Фалентах, 2018. С. 67-74.
5. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Современный подход к систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(1):5-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25651218>
6. Ивенин В.В., Михалев Е.В., Кривенков В.А. Эффективность возделывания пшеницы яровой на фоне полного минерального удобрения при внедрении ресурсосберегающей технологии No-till в зернотравяном севообороте на светло-серых лесных почвах Нижегородской области. Аграрная наука. 2017;(11-12):22-24. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32329619>
7. Ивенин В.В., Ивенин А.В., Шубина К.В., Минеева Н.А. Сравнительная эффективность технологий возделывания зерновых культур в звене севооборота на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского регио-

на. Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2018(3(6)):27-31. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>

8. Скипин Л.Н., Перфильев Н.В., Захарова Е.В., Гаева Е.В. Состояние почвы и урожайность культур при разных системах основной обработки. Плодородие. 2014;(4 (79)):24-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21844865>

9. Пегова Н.А., Холзаков В.М. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;(1(44)):35-40. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22856649>

10. Антонов В.Г., Ермолаев А.П. Эффективность длительного применения минимальных способов обработки почвы в севооборотах. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(4 (65)):87-92. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>

11. Заикин В. П. Севооборот – основа земледелия в современных условиях. Ресурсы и технологии рационального производства сельскохозяйственной продукции: материалы конференции. Н. Новгород: Нижегородский региональный институт управления и экономики АПК, 2000. С 25-30.

12. Борин А.А., Коровина О.А., Лощина А.Э. Обработка почвы в севообороте. Земледелие. 2013;(2):20-22.

13. Дзюин А.Г. Влияние соломы в севообороте на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(1(62)):58-64. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.58-64>

14. Филатова И. А. Формирование элементов продуктивности гороха в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Земледелие. 2018;(6):44-47.

15. Корчагин А.А., Ильин Л.И., Мазиров М.А., Бибик Т.С., Петросян Р.Д., Марков А.А., Гаспарян А.Р. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по погодным условиям годы. Земледелие. 2017;(1):16-20.

References

1. Ponomareva S.V. *Izuchenie iskhodnogo materiala kolleksii gorokha v usloviyakh Nizhegorodskoy oblasti*. [The study of the source material of the collection of peas in the Nizhny Novgorod region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(2(63)):23-28. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.23-28>

2. Shelepina N.V., Shchurov A.Yu. *Narodnokhozyaystvennoe znachenie i osobennosti khimicheskogo sostava zerna gorokha*. [Economic value and features of the chemical composition of pea grain]. *Nauchnye zapiski OrelGIET*. 2010;(1):537-539. (In Russ.). URL: <http://orelgiel.ru/docs/monah/144.shsh.pdf>

3. Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Ivanov V.L. *Uluchshennaya resursosberegayushchaya tekhnologiya obrabotki pochvy i primeneniya biopreparatov pod yarovye zernovye kul'tury v usloviyakh tsentral'noy zony Severo-Vostoka evropeyskoy chasti Rossii*. [Improved resource-saving technology of tillage and application of biological products for spring crops in the Central zone of the North-East of the European part of Russia]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017(3(58)):43-48. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/130>

4. Kozlova L.M., Popov F.A., Noskova E.N., Denisova A.V. *Primenenie osnovnykh elementov resursosberegayushchikh ekologicheskikh bezopasnykh tekhnologiy pri vyrashchivaniy yarovykh zernofurazhnykh kul'tur v tsentral'noy zone Severo-Vostoka evropeyskoy chasti Rossii*. [The use of basic elements of resource-saving environmentally friendly technologies in the cultivation of spring fodder-grain crops in the Central zone of the North-East of the European part of Russia]. *Problemy intensivifikatsii zhivotnovodstva s uchetom okhrany okruzhayushchey sredy i proizvodstva al'ternativnykh istochnikov energii, v tom chisle biogaza: sb. statey*. [Problems of intensification of animal husbandry, taking into account environmental protection and production of alternative energy sources, including biogas: collection of articles]. Varshava: *Institut tekhnologicheskikh i estestvennykh nauk v Falentakh*, 2018. pp. 67-74.

5. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. *Sovremennyy podkhod k sistematizatsii obrabotok pochvy v agrotekhnologiyakh novogo pokoleniya*. [Modern approach to the systematization of soil tillage in the agricultural technologies of new generation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2016;30(1):5-8. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25651218>

6. Ivenin V.V., Mikhalev E.V., Krivenkov V.A. *Effektivnost' vozdeystviya pshenitsy yarovoy na fone polnogo mineral'nogo udobreniya pri vnedrenii resursosberegayushchey tekhnologii No-till v zernotravyanom sevooborote na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Nizhegorodskoy oblasti*. [Efficiency of cultivation of spring wheat on the background of complete mineral fertilizer at the introduction of resource-saving No-till technology in grain-grass crop rotation on light gray forest soils of the Nizhny Novgorod region]. *Agrarnaya nauka* = Agrarian science. 2017;(11-12):22-24. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32329619>

7. Ivenin V.V., Ivenin A.V., Shubina K.V., Mineeva N.A. *Sravnitel'naya effektivnost' tekhnologiy vozdeystviya zernovykh kul'tur v zvene sevooborota na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Volgo-Vyatskogo regiona*.

[Comparative efficiency of technologies of cultivation of grain crops in crop rotation on light gray forest soils of the Volga-Vyatka region]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik Chuvash State Agricultural Academy. 2018(3(6)):27-31. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36759589>

8. Skipin L.N., Perfil'ev N.V., Zakharova E.V., Gaevaya E.V. *Sostoyanie pochvy i urozhaynost' kul'tur pri raznykh sistemakh osnovnoy obrabotki*. [Soil condition and crop yield under different systems of basic tillage]. *Plodorodie*. 2014;(4 (79)):24-26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21844865>

9. Pegova N.A., Kholzakov V.M. *Resursosberegayushchaya sistema obrabotki dernovo-podzolistoy pochvy*. [Resource-saving system of cultivation of sod-podzolic soil]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;(1(44)):35-40. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22856649>

10. Antonov V.G., Ermolaev A.P. *Effektivnost' dlitel'nogo primeneniya minimal'nykh sposobov obrabotki pochvy v sevooborotakh*. [The effectiveness of long-term use of minimum methods of tillage in crop rotations]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(4 (65)):87-92. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.87-92>

11. Zaikin V.P. *Sevooborot – osnova zemledeliya v sovremennykh usloviyakh*. [Crop rotation is the basis of agriculture in modern conditions]. *Resursy i tekhnologii ratsional'nogo proizvodstva sel'skokhozyaystvennoy produktsii: materialy konferentsii*. [Resources and technologies of rational production of agricultural products: Proceedings of the Conference]. N. Novgorod: Nizhegorodskiy regional'nyy institut upravleniya i ekonomiki APK, 2000. pp 25-30.

12. Borin A.A., Korovina O.A., Loshchinina A.E. *Obrabotka pochvy v sevooborote*. [Tillage in crop rotation]. *Zemledelie*. 2013;(2):20-22. (In Russ.).

13. Dzyuin A.G. *Vliyaniye solomy v sevooborote na chislennost' mikroorganizmov i biologicheskuyu aktivnost' pochvy*. [Influence of straw in the crop rotation on the abundance of microorganisms and soil biological activity]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(1(62)):58-64. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.58-64>

14. Filatova I.A. *Formirovaniye elementov produktivnosti gorokha v zavisimosti ot pogodnykh usloviy vegetatsionnogo perioda*. [Formation of pea productivity elements depending on the weather conditions of the growing season]. *Zemledelie*. 2018;(6):44-47. (In Russ.).

15. Korchagin A.A., Il'in L.I., Mazirov M.A., Bibik T.S., Petrosyan R.D., Markov A.A., Gasparyan A.R. *Resursy adaptatsii agrotekhnologiy v razlichnye po pogodnym usloviyam gody*. [Resources of adaptation of agricultural technologies in years of various weather conditions]. *Zemledelie*. 2017;(1):16-20. (In Russ.).

Сведения об авторах:

✉ **Ивенин Алексей Валентинович**, кандидат с.-х. наук, доцент, ст. научный сотрудник, Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д.38, Кстовский район, Нижегородская область, Российская Федерация, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, e-mail: a.v.ivenin@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7072-4029>**,

Саков Александр Петрович, кандидат с.-х. наук, директор Нижегородского научно-исследовательского института сельского хозяйства - филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д.38, Кстовский район, Нижегородская область, Российская Федерация, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1288-5988>**

Information about the authors:

✉ **Alexey V. Ivenin**, PhD in Agricultural sciences, associate professor, senior researcher, Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, the settlement of Breeding station, 38, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, e-mail: a.v.ivenin@mail.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7072-4029>**,

Alexander P. Sakov, PhD in Agricultural sciences, director, Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, the settlement of Breeding station, 38, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1288-5988>**

✉ - Для контактов / Corresponding author

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.265-272>



УДК 619:616.153.284:636.32/38

Оценка метаболического статуса при кетозе овцематок

© 2019. И.В. Сенчук✉

Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация

Кетоз овцематок является одним из сдерживающих факторов развития овцеводства. Но его недостаточная изученность является препятствием в разработке эффективных средств лечения и надежных способов профилактики. В данной статье приведены результаты изучения особенностей состояния обмена веществ при кетозе в организме овцематок цыгайской породы причерноморского типа. Для этого в хозяйствах Крыма проводили выявление больных кетозом овцематок, которых подвергали клиническим и лабораторным методам исследования. При этой патологии отмечали повышение интенсивности кетогенеза на фоне выраженного энергетического дефицита. Это проявилось в статистически достоверном увеличении концентрации общего количества кетоновых тел с $0,43 \pm 0,01$ до $1,57 \pm 0,06$ моль/л ($p < 0,001$), происходящем преимущественно за счет ацетона и ацетоуксусной кислоты. Их относительная доля в общем количестве кетоновых тел составляла 28,66%, в то время как у здоровых – 5,58%. Уровень глюкозы в крови по сравнению с клинически здоровыми овцами был понижен на 28,6%. Между концентрацией глюкозы и уровнем кетоновых тел выявлено наличие отрицательной коррелятивной связи – $r = -0,64$. Кроме того, у больных кетозом овцематок отмечают симптомы поражения гепатоцитов: повышение концентрации общего белка сыворотки крови, гипоальбуминемия, диспротеинемия, увеличение уровня общего билирубина и общего холестерина, повышение активности АсАТ, АлАТ и ГГТП. Это является убедительным свидетельством возникновения у одних и тех же животных сочетанной (полиморбидной) патологии – кетоза и гепатодистрофии. Подтверждением этому служит выявленная положительная коррелятивная связь между концентрацией кетоновых тел и активностью исследуемых ферментов: АсАТ – $r = +0,57$, АлАТ – $r = +0,49$, ГГТП – $r = +0,55$, а также между уровнем кетоновых тел и общим билирубином – $r = +0,44$. Сделано заключение, что при разработке или совершенствовании способов лечения кетоза суяжных овцематок необходимо учитывать развитие дистрофии печени, усугубляющей течение патологического процесса.

Ключевые слова: кетоновые тела, ацетон+ацетоацетат, обмен веществ, АсАТ, АлАТ, кетогенез, метаболический ацидоз

Благодарности: Работа выполнена в разделе общефакультетской темы «Научное обеспечение ветеринарного благополучия Крыма и получение экологически чистой и безопасной продукции» (номер государственной регистрации 0107U001317), раздела 13.1. «Профилактическая терапия полиморбидной патологии у животных, получение экологически чистой продукции» и в инициативном порядке.

Искренние слова признательности хочется сказать в память моего научного наставника – доктора ветеринарных наук, профессора Кондрахина Ивана Петровича, приложившего немало усилий для моего формирования как ученого.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сенчук И.В. Оценка метаболического статуса при кетозе овцематок. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):265-272. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.265-272>

Поступила: 03.04.2019

Принята к публикации: 20.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Evaluation of metabolic status of ewes infected with ketosis

© 2019. Ivan V. Senchuk✉

Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit)
of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation

Ketosis in ewes is one of the limiting factors for the development of sheep farming. But the lack of knowledge about this disease is an obstacle in the development of effective treatments and reliable methods of prevention. This article presents the results of studying the peculiarities of the state of metabolism in the body of ewes of the Tsigai breed of the Black Sea type during ketosis. To do this, in the farms of the Crimea the identification of ewes infected with ketosis, which had been subjected to clinical and laboratory research methods, was carried out. It has been established that with this pathology there is an increase in the intensity of ketogenesis against the background of severe energy deficit. This was manifested by a statistically significant increase in the concentration of the total amount of ketone bodies from 0.43 ± 0.01 to 1.57 ± 0.06 mol/l ($p < 0.001$), which occurred mainly due to acetone and acetoacetic acid. Their relative share in the total number of ketone bodies was 28.66%, while in healthy ones - 5.58%. The blood glucose level was reduced by 28.6% compared with clinically healthy sheep. The presence of a negative correlative relationship was revealed between the concentration of glucose and the level of ketone bodies - $r = -0.64$. Besides, in ewes infected with ketosis, symptoms of

hepatocyte damage were noted: an increase in the concentration of total serum protein, hypoalbuminemia, dysproteinaemia, an increase in the level of total bilirubin, total cholesterol, increased activity of AsAT, ALAT and GGTP. It proved the occurrence of the same polymorbid pathology (ketosis and hepatodystrophy) in the same animals. This was confirmed by the revealed positive correlative relationship between the concentration of ketone bodies and the activity of the enzymes under study: AsAT – $r = +0.57$, ALAT – $r = +0.49$, GGTP – $r = +0.55$; and between the level of ketone bodies and total bilirubin – $r = +0.44$. It has been concluded that the progress of liver dystrophy aggravating the course of the pathological process should be taken into account when developing or improving methods for treating ketosis in pregnant ewes.

Keywords: ketone bodies, acetone + acetoacetate, metabolism, AST, ALAT, ketogenesis, metabolic acidosis

Acknowledgement: The work was done in the section of the general faculty theme "Scientific support of veterinary welfare of the Crimea and obtaining environmentally friendly and safe products" (state registration number 0107U001317), section 13.1. "Preventive therapy of polymorbid pathology in animals, obtaining environmentally friendly products" and on an initiative basis.

I would like to say sincere words of gratitude in memory of my scientific advisor – doctor of Veterinary sciences, professor Ivan Petrovich Kondrakhin, who has made a lot of efforts for my formation as a scientist.

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

For citation: Senchuk I.V. Evaluation of metabolic status of ewes infected with ketosis. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):265-272. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.265-272>

Received: 03.04.2019

Accepted for publication: 20.05.2019

Published online: 18.06.2019

В условиях Республики Крым, как и во многих других регионах Российской Федерации, овцеводство традиционно являлось важнейшей отраслью животноводства. Сложившиеся в последние десятилетия неблагоприятные условия в Крыму привели к резкому сокращению поголовья овец: в 1990-1992 годах их количество составляло порядка 1050 тыс. голов, а согласно статистическим данным от 1 января 2018 года их число упало до 194,9 тыс. голов¹. Это обусловлено большей частью переходом на рыночные отношения, требующие получения максимальной прибыли при минимальных затратах, что на фоне низкой конкурентоспособности овцеводческих хозяйств привело к серьезным нарушениям в кормлении овец. Это выражается в содержании их на неполноценных рационах с резким недостатком энергетических и пластических веществ, а также макро- и микроэлементов и витаминов [1]. Нередки случаи скармливания овцам недоброкачественного силоса и сенажа, содержащих повышенное содержание масляной кислоты и других продуктов гниения, что неизбежно приводит к появлению заболеваний обмена веществ у жвачных животных [2].

По многим этиологическим факторам и патогенетическим звеньям кетоз суягных овцематок имеет большое сходство с кетозом высокопродуктивных коров, который достаточно хорошо изучен как отечественными, так и иностранными учеными [3, 4, 5].

Установлено, что у больных субклиническим кетозом коров рождаются телята, предрасположенные к заболеванию диспепсией [6], что требует разработки эффективных способов

профилактики данной патологии обмена веществ [7]. У телят, рожденных от больных кетозом коров, отмечают значительные отклонения в нормативных показателях обменных процессов [8].

Одними из последних углубленных научных изысканий, посвященных кетозу коров, являются работы Алексея Владимировича Требухова, предложившего современную классификацию, новые эффективные методы диагностики, лечения и профилактики этого заболевания [8, 9, 10].

Учеными обращено внимание на то, что кетоз высокопродуктивных коров является сочетанной (полиморбидной) патологией, при которой поражаются печень, органы эндокринной, костной и других систем [11, 12, 13, 14].

Литературные источники, освещающие современное состояние изучения кетоза овцематок, весьма ограничены [15], что и обуславливает актуальность проводимых нами исследований.

Цель исследования – изучение особенностей состояния метаболизма при развитии кетоза суягных овцематок.

Материал и методы. Работу выполняли на протяжении 2007-2018 гг. на кафедре терапии и паразитологии Академии биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского и в трех хозяйствах Республики Крым: частном предприятии «Каракаш», опытном хозяйстве Крымского института агропромышленного производства и государственном предприятии «Государственное сельскохозяйственное предприятие «Солнечное».

¹Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство: официальная статистика ТО ФСГС по Республике Крым [Электронный ресурс] http://crimea.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/crimea/ru/statistics/stat_Crimea/enterprises/agriculture/ (дата обращения 20.03.2019).

Объектами исследования являлись 116 овцематок цигайской породы (преимущественно причерноморского типа), больных кетозом, и такое же количество клинически здоровых животных, подобранных с учетом принципа парных аналогов (порода, масса тела, физиологическое состояние, время ожидаемого окота). Материалом для исследований являлись цельная кровь и сыворотка крови овцематок, моча.

В крови овцематок определяли количество эритроцитов и лейкоцитов, концентрацию гемоглобина, содержание глюкозы. В сыворотке крови определяли общий кальций, неорганический фосфор, концентрацию общего билирубина, общего холестерина, содержание общего белка, белковые фракции, показатель щелочного резерва, активность аспартатаминотрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ) и гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТП). Исследование проводили с помощью унифицированных методик².

Концентрацию кетоновых тел в крови определяли по методу Р.Я. Трубки в нашей модификации с использованием сдвоенных колб по И.П. Кондрахину [16]. В моче овцематок качественно устанавливали наличие кетоновых тел с помощью реактива Лестраде (состав реактива: натрия нитропрусида – 1,0 г, натрия углекислого безводного – 20,0 г, аммония серноокислого – 20,0 г).

Полученные данные подвергались статистической обработке: проводили вычисление средней арифметической величины (M) и ее ошибки (m), а также коэффициент корреляции (r). Для выявления статистически достоверных различий использовали t -критерий Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Клинические признаки кетоза овцематок в овцеводческих хозяйствах Крыма регистрировали в позднем и ранневесеннем периодах. Именно с февраля по март отмечали наибольшее количество заболевших животных. Как правило, в это время в Крыму отмечаются резкие ухудшения условий выпаса овец, что на фоне усиленной затраты энергетических и питательных элементов для формирования плода без осуществления достаточного докорма животных концентрированными кормами является основной предпосылкой для развития кетоза овцематок.

Наиболее характерным клиническим симптомом кетоза суягных овцематок является угнетение: больные овцы отстают от стада, вяло реагируют на лай пастушьих собак, чем сразу обращают на себя внимание. Кроме того, отмечали снижение упитанности вплоть до истощения, тахикардию, понижение количества сокращений рубца. Для уточнения диагноза проводили исследование мочи на наличие кетоновых тел с помощью реактива Лестраде, что позволяло с высокой точностью выявлять один из главнейших симптомов кетоза – выраженную кетонурию. Она была установлена у всех овцематок, у которых впоследствии был подтвержден диагноз кетоз. Основные физиологические параметры и данные исследования морфологического состава крови, полученные при обследовании овцематок, приведены в таблице 1. У больных кетозом овцематок количество сокращений сердца и частота дыхательных движений превышали эти же показатели здоровых овец на 9%. Но наиболее существенные отклонения были отмечены в работе рубца: количество рубцовых сокращений при кетозе овцематок было снижено на 30,4% и имело статистически достоверную разницу по сравнению с клинически здоровыми животными.

Также при кетозе овцематок отмечено статистически достоверное понижение количества эритроцитов, что может являться свидетельством угнетения эритроцитопоза. Наряду с этим установлена выраженная тенденция к снижению концентрации гемоглобина – у здоровых животных его содержание было на 15,1% выше, чем у больных кетозом ($p < 0,001$). Количество лейкоцитов у животных обеих групп имело близкие значения, не выходящие за пределы нормативных величин.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что у овцематок при кетозе значительно повышается концентрация общего количества кетоновых тел (ОККТ): их уровень у больных животных превосходил содержание у здоровых в 3,65 раза ($p < 0,001$). Но особенно выраженное повышение интенсивности кетогенеза отмечали в увеличении концентрации в крови суммы ацетон + ацетоацетат (Ац+Ат): при кетозе ее уровень возрос в 18,75 раза по сравнению с клинически

²Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.И. Методы ветеринарно-клинической лабораторной диагностики. Под ред. И.П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 520 с.

здоровыми овцами. Характерной особенностью кетоза овцематок является то, что относительная доля Ац+Ат в ОККТ составляла 28,66%, в то время как у здоровых – 5,58%.

Оставшаяся часть в ОККТ приходится на β -оксимасляную кислоту, которая при данной патологии снижается до 71,34%, составляя у здоровых животных 94,42%.

Таблица 1 - Результаты клинического обследования и морфологического исследования крови овцематок при кетозе (M $\pm$ m) /

Table 1 - The results of clinical examination and morphological study of the blood of ewes infected with ketosis (M $\pm$ m)

Показатель / Index	Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
Угнетение / Oppression	+	–
Частота сердечных сокращений, мин / Heart rate, min	84,30 $\pm$ 4,27	76,40 $\pm$ 2,19
Частота сокращений рубца за 2 мин / The frequency of rumen contractions for 2 min	3,20 $\pm$ 0,22*	4,60 $\pm$ 0,45
Частота дыхания, мин / Respiratory rate, min	24,72 $\pm$ 1,37	22,43 $\pm$ 1,05
Эритроциты, Т/л / RBC, T/l	7,07 $\pm$ 0,19**	8,12 $\pm$ 0,18
Лейкоциты, Г/л / WBC, G/l	9,14 $\pm$ 0,25	9,61 $\pm$ 0,27
Гемоглобин, г/л / HB, g/l	97,94 $\pm$ 3,75**	115,40 $\pm$ 2,47

Достоверно при *p<0,01, ** p<0,001 / Significantly at *p<0.01, ** p<0.001.

Таблица 2 – Биохимические показатели крови овцематок при кетозе (M $\pm$ m) /

Table 2 - Biochemical indicators in the blood of ewes infected with ketosis (M $\pm$ m)

Показатель / Index	Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	2,12 $\pm$ 0,11**	2,97 $\pm$ 0,08
Кетоновые тела, моль/л / Ketone bodies, mmol/l	ацетон + ацетоацетат / acetone + acetoacetate	0,45 $\pm$ 0,03**
	общее количество / total amount	0,02 $\pm$ 0,003
Общий билирубин, мкмоль/л / Total bilirubin, μ mol/l	1,57 $\pm$ 0,06**	0,43 $\pm$ 0,01
Общий холестерол, ммоль/л / Total cholesterol, mmol/l	8,17 $\pm$ 0,57**	4,4 $\pm$ 0,20
Щелочной резерв, Об% CO ₂ / Alkaline reserve, vol.% CO ₂	3,17 $\pm$ 0,14**	2,546 $\pm$ 0,09
	45,21 $\pm$ 1,39**	52,02 $\pm$ 0,85

Достоверно при *p<0,01, ** p<0,001 / Significantly at *p<0.01, ** p<0.001

Наряду с усилением синтеза кетоновых тел при кетозе суягных овцематок установлено пониженное содержание глюкозы, что является свидетельством энергетического дефицита. Уровень данного метаболита по сравнению с клинически здоровыми овцами был понижен на 28,6%, что свидетельствовало о гипогликемии.

Между концентрацией глюкозы и уровнем кетоновых тел получили отрицательную коррелятивную связь: ОККТ – r = -0,64 и Ац+Ат – r = -0,71. Повышение концентрации общего билирубина, выявленное при кетозе (p<0,001), является убедительным свидетельством нарушения пигментного обмена. Содержание общего холестерола у клинически

здоровых овец было на 19,6% ниже, чем у больных животных. Это может являться следствием возможной патологии обмена липидов.

Показатель щелочного резерва крови при кетозе овцематок был понижен, что служит маркером наличия метаболического ацидоза. Данный параметр имел статистически достоверное более низкое значение по сравнению со здоровыми животными ($p < 0,001$), отличаясь от них на 13,1%.

Параметры уровня общего белка и белковых фракций приведены в таблице 3, из данных которой видно, что у овцематок при кетозе наблюдается гиперпротеинемия. Между концентрацией этого показателя у здоровых и больных овец установлено статистически достоверное различие ($p < 0,05$). Наряду с гиперпротеинемией выявлено развитие диспротеинемии: обнаружено, что у больных овцематок

отмечается достоверное понижение концентрации альбуминовой фракции ($p < 0,05$). Из белков фракции глобулинов наибольшие изменения в содержании произошли в β - и γ -глобулинах. Их уровень при кетозе превышал концентрацию здоровых овец на 37,4 и 10,3% соответственно. Концентрация α -глобулинов у животных обеих групп имела сходные значения без наличия статистических различий ($p > 0,05$).

Величина альбуминово-глобулинового коэффициента (АГК) у овцематок в норме составила 0,892, а при развитии кетоза была понижена до 0,677. Установленное снижение содержания альбуминов и повышение β -глобулинов на фоне повышения уровня общего белка в сыворотке крови может свидетельствовать о выраженной стадии нарушения белоксинтезирующей функции печени.

*Таблица 3 - Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови овцематок при кетозе (M $\pm$ m) /
Table 3 - The content of total protein and its fractions of blood serum of ewes infected with ketosis (M $\pm$ m)*

Показатель / Index		Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
Общий белок, г/л / Total protein, g/l		73,5 $\pm$ 1,35*	69,7 $\pm$ 0,83
Белковые фракции, г/л / Protein fractions, g/l	альбумины / albumins	29,67 $\pm$ 1,04**	32,86 $\pm$ 0,52
	α -глобулины / α -globulins	12,47 $\pm$ 0,57	11,97 $\pm$ 0,48
	β -глобулины / β -globulins	12,07 $\pm$ 0,69***	7,56 $\pm$ 0,38
	γ -глобулины / γ -globulins	19,29 $\pm$ 0,66*	17,31 $\pm$ 0,61

Достоверно при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ / Significantly at * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Параметры минерального обмена веществ и активности ферментов указаны в таблице 4, из данных которой следует, что у овец при кетозе регистрировали выраженное повышение активности трансаминаз: показатель АсАТ у больных кетозом овцематок превышал активность клинически здоровых в 1,94 раза, а АлАТ – в 2,49 раза. Статистически достоверное ($p < 0,001$) увеличение этих ферментов при кетозе может являться свидетельством поражения клеток печени.

Повышение уровня ГГТП, установленное при данной патологии, позволяет предположить наличие внутрипеченочного холестаза. Установлена тенденция к снижению содержания общего кальция при кетозе. Концентрация неорганического фосфора у больных овцематок была на 12,3% выше, чем у здоровых ($p < 0,001$). Согласно литературным данным,

это может являться следствием негативного воздействия повышенной концентрации ОККТ и особенно Ац+Ат на щитовидную и паращитовидную железы [3].

На основании полученных данных можно сделать заключение, что при кетозе суягных овцематок происходит существенное повышение интенсивности кетогенеза, характерной чертой которого является значительное усиление синтеза Ац+Ат. Следствием этого является то, что при данной патологии обмена веществ относительная доля Ац+Ат в ОККТ возрастает более чем в 5 раз (с 5,58% у клинически здоровых до 28,66% у больных кетозом овцематок). Накопление в организме недоокисленных метаболитов сопровождается развитием метаболического ацидоза. Высокая токсичность Ац+Ат приводит к поражению внутренних органов и в частности клеток

печени. Это подтверждается лабораторными маркерами, указывающими на нарушение белкового, пигментного и липидного обмена веществ, а именно: гиперпротеинемией, диспротеинемией, гипоальбуминемией, умеренной

гипербилирубинемией и гиперхолестеролиемией. Кроме того, выявлена повышенная активность ферментов в сыворотке крови, указывающая на деструктивные процессы в гепатоцитах больных овец.

Таблица 4 - Показатели минерального обмена и активности индикаторных ферментов в сыворотке крови овцематок (M±m) /

Table 4 - Indicators of mineral metabolism and activity of indicator enzymes in the blood serum of ewes (M±m)

Показатель / Index	Больные кетозом овцематки / Ketosis sufferers	Клинически здоровые овцематки (обследованные) / Clinically healthy ewes (examined)
АсАТ, Ед/л / AsAT, U/l	108,9±7,98**	56,1±3,50
АлАТ, Ед/л / ALAT, U/l	45,74±2,04**	18,3±1,20
ГГТП, Ед/л / GGTP, U/l	44,94±3,25**	24,3±1,90
Общий кальций, ммоль/л / Total calcium, mmol/l	2,583±0,05*	2,76±0,04
Неорганический фосфор, ммоль/л / Inorganic phosphorus, mmol/l	1,87±0,06**	1,64±0,04

Достоверно при *p<0,01, ** p<0,001 / Significantly at *p<0.01, ** p<0.001.

Между ОККТ и активностью исследуемых ферментов выявлена положительная коррелятивная связь: АсАТ – r = +0,57, АлАТ – r = +0,49, ГГТП – r = +0,55; между уровнем кетонных тел и общим билирубином – r = +0,44. Это подтверждает то, что кетоз овцематок сопровождается развитием гепатодистрофии, т.е. развитием сочетанной (полиморбидной) патологии. Следовательно, при разработке и совершенствовании способов лечения кетоза суягных овцематок следует обязательно принимать в расчет развитие дистрофии печени, усугубляющей тяжесть протекания патологического процесса.

Выводы. 1. Кетоз суягных овцематок сопровождался выраженным повышением концентрации ОККТ на фоне понижения уровня глюкозы крови с наличием статистической достоверности (p<0,001).

2. Наряду с признаками интенсификации кетогенеза и гипогликемии у больных

овцематок отмечали симптомы поражения гепатоцитов: гиперпротеинемия, гипоальбуминемия, диспротеинемия, увеличение концентрации общего билирубина и общего холестерина, повышение активности АсАТ, АлАТ и ГГТП, что является свидетельством возникновения у одних и тех же животных сочетанной (полиморбидной) патологии – кетоза и гепатодистрофии.

3. У больных кетозом овец отмечали понижение количества эритроцитов и снижение концентрации гемоглобина, характерное для анемии.

4. При кетозе овцематок выявлено наличие начальной стадии нарушения минерального обмена на фоне развития метаболического ацидоза.

5. Ранним и эффективным способом диагностики кетоза овцематок является исследование мочи с помощью реактива Лестраде на наличие кетонных тел.

Список литературы

1. Марчук А.И. Перспективы возрождения овцеводства Крыма. Таврический научный обозреватель. 2017;(1(18)):162-164. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/perspektivy-vozhrozhdeniya-ovtsevodstva-kryma>
2. Жаров А.В., Кондрахин И.П. Кетоз высокопродуктивных коров. М.: Россельхозиздат, 1983. 103 с.
3. Melendez P., Goff J.P., Risco C.A. Incidence of subclinical ketosis in cows supplemented with monesin controlled-release capsule in Holstein cattle, Florida, USA. Preventive Veterinary Medicine. 2006;73:34-42. URL: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.08.022>
4. Donald C. Beitz Etiology and Prevention of Fatty Liver and Ketosis in Dairy Cattle. Departments of Animal Science and Biochemistry, Biophysics, and Molecular Biology Iowa State University. 2014. 52 p. URL: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2014/beitz.pdf>

5. Эленшлегер А.А., Требухов А.В., Казакова О.Г. Особенности кетогенеза у больных субклиническим кетозом коров до и после отела. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015;(10(132)):75-78. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24298818>
6. Михин Г.Г. Влияние субклинического кетоза коров на заболевание телят диспепсией. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013;(3 (41)):109-111. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-subklinicheskogo-ketoza-korov-na-zabolevanie-telyat-dispepsiey>
7. Батанова О.В., Эленшлегер А.А. Профилактика субклинического кетоза коров. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2006;(5(25)):32-34. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/profilaktika-subklinicheskogo-ketoza-korov>
8. Требухов А.В. Взаимосвязь показателей белкового обмена больных кетозом коров и их телят. Ветеринария. 2016;(9):42-45. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26708828>
9. Требухов А.В., Эленшлегер А.А., Ковалев С.П. Кетоз молочных коров: монография. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. 123 с.
10. Требухов А. В. Клинико-биохимические аспекты кетоза у молочных коров. Ветеринария. 2017;(10):46-49. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30271578>
11. Кондрахін І. Етіологічний та патогенетичний зв'язок множинної патології, особливості лікування і профілактики. Ветеринарна медицина України. 2006;(2):9-10.
12. Кондрахин И.П. Изучение сочетанных внутренних болезней животных – приоритетное научное направление. Ветеринария. 2005;(11):44-45.
13. Сахнюк В.В., Левченко В. І., Чуб О.В. Профілактика множинної внутрішньої патології у високопродуктивних тварин. Науковий вісник ветеринарної медицини. Вип.1. 2015. С. 30-37. Режим доступа: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=nbvm_2015_1_9
14. Vernon R. Lipid metabolism during lactation: A review of adipose tissue – liver interactions and the development of fatty liver. J. Dairy Res. 2005;72:460-469. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001299>
15. Kolb E., Kaskous S. Patho-biochemistry aspects of pregnancy ketosis of shaf and goats. Tierärztliche Umschau 2004; 59(7):374-380. https://www.researchgate.net/publication/286014882_Patho-biochemical_aspects_of_pregnancy_ketosis_in_sheep_and_goats
16. Кондрахин И.П., Сенчук И.В. Определение кетоновых тел в крови по методу Р.Я. Трубки в свдвоенных колбах по И.П. Кондрахину. Ветеринария. 2009;(2):54-56. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12930846>

References

1. Marchuk A.I. *Perspektivy vrozozhdeniya ovtsevodstva Kryma*. [Prospects for the revival of sheep raising in the Crimea]. *Tavricheskiy nauchnyy obozrevatel*. 2017;(1(18)):162-164. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/perspektivy-vozzozhdeniya-ovtsevodstva-kryma>
2. Zharov A.V., Kondrakhin I.P. *Ketoz vysokoproduktivnykh korov*. [Ketosis of highly productive cows]. Moscow: Rossel'khozizdat, 1983. 103 p.
3. Melendez P., Goff J.P., Risco C.A. Incidence of subclinical ketosis in cows supplemented with monesin controlled-release capsule in Holstein cattle, Florida, USA. Preventive Veterinary Medicine. 2006;73:34-42. URL: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.08.022>
4. Donald C. Beitz Etiology and Prevention of Fatty Liver and Ketosis in Dairy Cattle. Departments of Animal Science and Biochemistry, Biophysics, and Molecular Biology Iowa State University. 2014. 52 p. URL: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2014/beitz.pdf>
5. Elenshleger A.A., Trebukhov A.V., Kazakova O.G. *Osobennosti ketogeneza u bol'nykh subklinicheskim kетozom korov do i posle otela*. [Features of ketogenesis in cows infected with subclinical ketosis before and after calving]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2015;(10(132)):75-78. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24298818>
6. Mikhin G.G. *Vliyanie subklinicheskogo ketoza korov na zabolevanie telyat dispepsiey*. [Influence of subclinical ketosis in cows on dyspepsia incidence in calves]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2013;(3 (41)):109-111. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-subklinicheskogo-ketoza-korov-na-zabolevanie-telyat-dispepsiey>
7. Batanova O.V., Elenshleger A.A. *Profilaktika subklinicheskogo ketoza korov*. [Prevention of subclinical ketosis in cows]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2006;(5(25)):32-34. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/profilaktika-subklinicheskogo-ketoza-korov>

8. Trebukhov A.V. *Vzaimosvyaz' pokazateley belkovogo obmena bol'-nykh ketozom korov i ikh telyat*. [The relation of protein metabolism indicators in cows infected with ketosis and their calves]. *Veterinariya* = Veterinary. 2016;(9):42-45. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26708828>
9. Trebukhov A.V., Elenshleger A.A., Kovalev S.P. *Ketoz molochnykh korov: monografiya*. [Ketosis of dairy cows: a monograph]. Barnaul: *RIO Altayskogo GAU*, 2016. 123 p.
10. Trebukhov A.V. *Kliniko-biokhimicheskie aspekty ketoza u molochnykh korov*. [Clinical and biochemical aspects of ketosis in dairy cows]. *Veterinariya* = Veterinary. 2017;(10):46-49. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30271578>
11. Kondrakhin I. *Etiologichnyi ta patogenetichnyi zv'yazok mnozhinnoi patologii, osoblivosti likuvannya i profilaktiki*. [Etiological and pathogenetic connection of multiple pathology, features of treatment and prevention]. *Veterinarna meditsina Ukraini*. 2006;(2):9-10. (In Ukr.).
12. Kondrakhin I.P. *Izuchenie sochetannykh vnutrennikh bolezney zhi-votnykh – prioritetnoe nauchnoe napravlenie*. [The study of combined internal animal diseases - priority scientific direction]. *Veterinariya* = Veterinary. 2005;(11):44-45. (In Russ.).
13. Sakhnyuk V.V., Levchenko V. I., Chub O.V. *Profilaktika mnozhinnoi vnutrishn'oi patologii u visokoproduktivnykh tvarin*. [Prophylaxis of multiple internal pathology in highly productive animals]. *Naukoviy visnik veterinarnoi meditsini*. Vip.1. 2015. S. 30-37. (In Ukr.). URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=nvwm_2015_1_9
14. Vernon R. Lipid metabolism during lactation: A review of adipose tissue – liver interactions and the development of fatty liver. *J. Dairy Res.* 2005;72:460-469. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001299>.
15. Kolb E., Kaskous S. Patho-biochemistry aspects of pregnancy ketosis of shaf and goats. *Tierärztliche Umschau* 2004; 59(7):374-380. https://www.researchgate.net/publication/286014882_Patho-biochemical_aspects_of_pregnancy_ketosis_in_sheep_and_goats
16. Kondrakhin I.P., Senchuk I.V. *Opreделение ketonovykh tel v krovi po metodu R.Ya. Trubki v sdvoennykh kolbakh po I.P. Kondrakhinu*. [Determination of ketone bodies in the blood by the method of R.Y. Trubky in double flasks according to I.P. Kondrakhin]. *Veterinariya* = Veterinary. 2009;(2):54-56. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12930846>

Сведения об авторах

✉ **Сенчук Иван Викторович**, кандидат вет. наук, доцент кафедры терапии и паразитологии, Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», п. Аграрное, г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация, 295492, e-mail: rectorat@abip.cfuv.ru, e-mail: ivansenchuk_1981@mail.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5650-617X>

Information about the authors:

✉ **Ivan V. Senchuk**, PhD in Veterinary sciences, associate professor, Department of Therapy and Parasitology, Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, p. Agrarian, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation, 295492, e-mail: rectorat@abip.cfuv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5650-617X>, e-mail: ivansenchuk_1981@mail.ru

✉ - Для контактов / Corresponding autor

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.273-282>

УДК 636.082.1: 636.271

Значение паратипических факторов в формировании продуктивного долголетия красных горбатовских коров

© 2019. О.В. Руденко ✉

Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, Нижегородская область, Российская Федерация

Исследования проведены на базе племенного завода ОАО «Абабковское» Нижегородской области. Для изучения влияния паратипических факторов на показатели продуктивного долголетия коров красной горбатовской породы сформирована электронная база из животных, выбывших из стада в период 2006-2015 гг. в количестве 518 голов, проведен анализ с использованием метода группировки животных. Исследованиями установлено, что увеличение удоя за первую лактацию приводит к удлинению продуктивной жизни ($r = 0,17$). Лучшие показатели (5,70 лактации) отмечены у первотёлок с удоём 5001-6000 кг молока. Пожизненная продуктивность и удой за первую лактацию имели слабую положительную связь ($r = 0,30$). Дольше всех в стаде (5,58 лактации) использовали коров с продуктивностью за лучшую лактацию 5001-6000 кг молока. В целом между этими показателями наблюдалась средняя положительная связь ($r = 0,48$). Сила влияния удоя за наивысшую лактацию на пожизненный удой составила 22,47% ($F > F_{\text{ср}}$). В условиях сохранения генофонда красной горбатовской породы рекомендуемый раздой первотёлок должен составлять 4000-5000 кг молока. Рост молочной продуктивности в последующие лактации способствует удлинению срока хозяйственного использования коров и повышению других продуктивных показателей. Половина животных в стаде (50,7%) имели коэффициент молочности 751-1000 кг молока на каждые 100 кг живой массы. В этой группе наблюдался самый высокий уровень живой массы (455 кг, $p < 0,001$) и хозяйственного использования (4,95 лактации, $p < 0,001$). Большое влияние на продолжительность продуктивного долголетия красных коров оказала живая масса при первом отёле (сила влияния 19,6%, $F > F_{\text{ср}}$). Наиболее оптимальной для красных горбатовских коров является живая масса при первом отёле не ниже 460 кг. Низкая масса приводит к быстрому выбытию животных из стада.

Ключевые слова: коровы, удой, пожизненная продуктивность, живая масса, коэффициент молочности

Благодарности: Работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема АААА-Б17-217020750006-6).

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Руденко О.В. Значение паратипических факторов в формировании продуктивного долголетия красных горбатовских коров. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):273-282. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.273-282>

Поступила: 25.03.2019

Принята к публикации: 06.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

The importance of paratypical factors in the formation of productive longevity of red Gorbatov cows

© 2019. Oksana V. Rudenko ✉

Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture - branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, the settlement of Breeding station, Nizhny Novgorod region, Russian Federation

The research was carried out on the basis of the breeding farm «Ababkovskoe» Nizhny Novgorod region. In the period of 2006-2015 518 heads of animals dropped out the herd. They formed the electronic database for studying the influence of paratypical factors on indicators of productive longevity of red Gorbatov cows. The analysis involving the method of grouping animals had been carried out. In the course of the study it was established that the increase in milk yield during the first lactation lead to an extension of productive life ($r = 0.17$). The best indicators (5.70 lactations) were observed in first-calf heifers having the yield of 5001-6000 kg of milk. Lifetime production and milk yield during the first lactation had a weak positive relation ($r = 0.30$). Cows with productivity of 5001-6000 kg of milk during the best lactation had the longest productive use (5.58 lactations). In general, there was an average positive relation between these indicators ($r = 0.48$). Power of influence of the highest lactation milk yield on the lifetime milk yield was 22.47% ($F > F_{\text{ср}}$). In conditions of the red Gorbatov breed gene pool preservation the recommended milk yield for the first-calf heifers should be 4000-5000 kg of milk. The growth of milk production in subsequent lactations resulted in extension of the economic use of cows and increase in other productive indicators. Half of the animals in the herd (50.7%) had a coefficient of milk yield 751-1000 kg of milk per every 100 kg of live weight.

In this group there was the highest level of live weight (455 kg, $p < 0,001$) and economic use (4.95 lactations, $p < 0,001$). Great influence on the duration of red cow productive longevity had live weight during the first calving (power of influence 19.6% $F > F_{\alpha}$). The most optimal live weight for red Gorbатов cows during the first calving is not less than 460 kg. Low weight leads to a rapid drop out of animals from the herd.

Key words: cows, milk productivity, lifetime milk yield, live weight, coefficient of milk-yield

Acknowledgement: scientific work was performed in the framework of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky (theme AAAA-Б17-217020750006-6).

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

For citation: Rudenko O.V. The importance of paratypical factors in the formation of productive longevity of red Gorbатов cows. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):273-282. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.273-282>

Received: 25.03.2019

Accepted for publication: 06.05.2019

Published online: 18.06.2019

Генетический потенциал продуктивного долголетия крупного рогатого скота молочно-направленного продуктивности велик и составляет более 12-15 лет. Хозяйственное использование животных на протяжении 5-6 лактаций, несомненно, позволяет в значительной степени сократить расходы на их выращивание и осуществлять выбраковку низкопродуктивных животных в достаточно раннем возрасте [1]. Поэтому продолжительность использования высокопродуктивных животных во многом определяет экономическую эффективность молочного скотоводства [2]. Племенные предприятия при этом могут повысить свою рентабельность за счёт большей реализации племенного молодняка [3, 4].

А.И. Любимов, А.С. Чукавин и др. [5] отмечают, что длительно используемые в стаде коровы являются надёжным критерием оценки крепости конституции и продуктивных показателей. В настоящее время в связи со снижением среднего возраста использования животных крупного рогатого скота всех пород признак долголетия коров становится особенно актуальным.

Одной из отечественных пород крупного рогатого скота, обладающих рядом уникальных признаков и свойств, является красная горбатовская. Высокая жирность молока (4,1-4,2%), мелкодисперсность молочного жира, устойчивость к лейкозу и туберкулёзу и другие положительные характеристики делают возможным вовлечь эту породу в дальнейший селекционный процесс крупного рогатого скота [6]. Молекулярно-генетическое исследование по микросателлитным маркерам, проведённое В.В. Волковой и др. [7], подтвердило генетическую уникальность красной горбатовской породы.

Средняя продолжительность хозяйственного использования красных горбатовских коров, по данным ООО «Нижегородское» по племенной работе Нижегородской области, составила 3,7 лактации. Животные красной горбатовской породы отличаются крепостью конституции, вследствие этого продолжительность их хозяйственного использования значительно превышает аналогичный показатель других пород области (чёрно-пёстрая – 2,5 и швицкая – 3,28 лактации). По нашему мнению, это связано с лучшей адаптацией красного горбатовского скота к местным условиям кормления, что выражается в повышенной резистентности к различным заболеваниям. Данная особенность выгодно отличает горбатовских коров от специализированных молочных пород.

Цель исследований – изучить влияние паратипических факторов на показатели продуктивного долголетия коров красной горбатовской породы.

Материал и методы. Исследования проводили на базе племенного завода ОАО «Абабковское» Павловского района Нижегородской области по красной горбатовской породе. Объектом изучения явились коровы, выбывшие из стада в период 2006-2015 гг. Для этого сформирована электронная база данных животных в количестве 518 голов, и проведён анализ с использованием метода группировок животных. Влияние молочной продуктивности, живой массы и коэффициента молочности на показатели долголетия коров определяли методом однофакторного дисперсионного анализа. Статистическую значимость разницы между показателями групп определяли по критерию Ньюмена-Кейлса для множественного сравнения¹. Достоверность коэффициента корреляции определяли по критерию Стьюдента.

¹Гланц Стентон Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1999. 459 с.

Биометрическую обработку проводили с использованием программного пакета MS Excel-2007.

Результаты и их обсуждение. В структуре стада ОАО «Абабковское» Павловского района Нижегородской области первотёлки занимают всего пятую часть (рис.), что сви-

детельствует о невысоких темпах обновления стада. Наибольшая доля – 26% представлена полновозрастными животными 4-5 лактации, которые имеют, как правило, максимальные удои. Есть в стаде и долгожители: 5% коров закончили 8-9 лактацию, а 1% – 10 лактацию и старше.

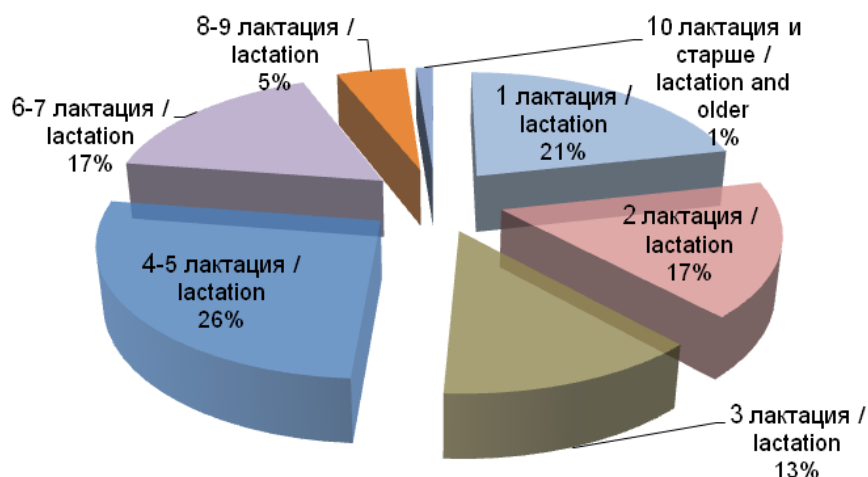


Рис. Структура стада красной горбатовской породы в ОАО «Абабковское» Павловского района Нижегородской области /

Fig. The structure of the red Gorbatov breed herd «Ababkovskoe» Nizhny Novgorod region

Основной причиной выбытия коров красной горбатовской породы, как и в других породах, являются гинекологические заболевания и яловость, их доля в ОАО «Абабковское» составила 29,0%, в отличие от чёрнопёстрой породы, в которой эти заболевания являются причиной выбраковки животных в 40% случаев и более [8, 9]. Различные травмы составляют 12,3% от всех причин выбытия коров в хозяйстве, маститы довольно редки в красной горбатовской породе, с таким диагнозом было выбраковано из стада 15,9% коров с колебаниями от 6,7 до 18,5% в различные месяцы года. Также достаточно редко встречаются у горбатовского скота заболевания конечностей, в структуре причин выбытия они занимают 8%. По причине низкой продуктивности на племенном заводе за прошедший год не было выбраковано ни одной коровы, так как основной задачей данного предприятия является сохранение генетического разнообразия породы.

Основным фактором, определяющим рентабельность производства в молочном скотоводстве, является уровень молочной продуктивности коровы. Поэтому продуктивность, показанная ею в первую лактацию, во многом

определяет её дальнейшую судьбу. Хозяйства предпочитают оставлять первотёлок с высокой продуктивностью в надежде, что такую высокую продуктивность они будут получать и в дальнейшем. Однако коровы, давшие большие удои в первую лактацию, часто имеют отклонения в воспроизводительной функции и заболевания конечностей, что обусловлено несоответствием условий внешней среды с внутренними потребностями организма. Вследствие этого такие первотёлки выбывают из стада после первой или второй лактаций [10, 11]. Показатель пожизненной продуктивности животных занимает всё большее значение в селекции молочного скота многих развитых стран. Р.Ф. Олтенасу и Д.М. Брум [12] предполагают, что в скором будущем индекс пожизненной прибыли животных в Великобритании может возрасти до 80%, уменьшая соответственно отбор только по молочной продуктивности.

Д.М. Казаков и С.Г. Белокуров [13] в ходе проведённых исследований делают вывод, что для коров костромской породы оптимальным является уровень молочной продуктивности 3001-4000 кг молока в первую лактацию, при этом срок их продуктивного использования составит 5,59 лактаций.

Проведённый нами анализ показал, что удои коров красной горбатовской породы за первую лактацию более 6000 кг молока не зарегистрированы, почти половина первотёлок (48,3%) имели удои 3001-4000 кг.

Удой за первую лактацию имеет слабую положительную связь с пожизненной продуктивностью ($r = 0,30$) и продолжительностью продуктивного использования ($r = 0,17$), оба коэффициента корреляции достоверны ($p < 0,001$). Удой на 1 день жизни тесно связан с продуктивностью коров за первую лактацию, коэффициент корреляции между этими признаками составил 0,49 ($p < 0,001$).

У первотёлок красной горбатовской породы максимальные значения всех показателей отмечены при продуктивности 5001-6000 кг молока (табл. 1). Однако пожизненный удой и продолжительность продуктивного использования не имели статистически значимых различий со средними показателями по популяции, влияния удоя за первую лактацию на эти показатели не установлено. Это связано с высокой изменчивостью исследуемых показателей, коэффициент изменчивости продолжительности хозяйственного использования коров колеблется в группах от 43,2 до 58,7%, пожизненной продуктивности – от 48,7 до 73,1%.

Разница между группами по удою на 1 день жизни и 1 день лактации имела низкий порог значимости ($p \leq 0,05$). Исключение составляла первая группа с удоем за первую лактацию до 2000 кг, которая имела удой в расчёте на 1 день жизни гораздо ниже, чем другие группы, разница с ними статистически значима. Данный факт свидетельствует о неполной реализации генетического потенциала данной уникальной отечественной породы. При улучшении условий внешней среды животные данной популяции способны положительно реагировать на изменения, повышая продуктивность и долголетие. С другой стороны, у животных красной горбатовской породы частота гинекологических заболеваний, заболеваний вымени и конечностей гораздо ниже, чем у других пород, например чёрно-пёстрой или швицкой, что даёт возможность проводить браковку животных по уровню продуктивности, поэтому коровы с низкими удоями выбывают из стада раньше. Исследованиями установлено, что первотёлки, показавшие хорошие результаты, часто имели высокие удои и за последующие лактации, взаимосвязь между удоями за первую и наивысшую лактации средняя положительная ($r = 0,36$, $p < 0,001$).

Рассматривая влияние удоя за лучшую лактацию на продуктивное использование коров, можно выделить животных с продуктивностью 5001-6000 кг молока – 5,58 лактации, однако разница со средним по стаду не достоверна. Дальнейшее повышение продуктивности животных приводит к снижению продолжительности жизни коров (табл. 2).

В целом наблюдается средняя положительная связь между удоем за наивысшую лактацию и продолжительностью жизни. Так, у красной горбатовской породы коэффициент корреляции между этими признаками составил 0,48 ($p < 0,001$). Большое влияние имеет удой за наивысшую лактацию на пожизненный удой, сила влияния составила 22,47% ($F > F_{st}$).

Изменчивость продолжительности хозяйственного использования коров колеблется в группах с различным удоем за наивысшую лактацию от 39,3 до 49,7%, пожизненной продуктивности – от 32,9 до 52,6%.

Установлена тенденция увеличения как пожизненной продуктивности, так и удоев в расчёте на 1 день жизни и на 1 день лактации при росте удоя за наивысшую лактацию. Тесная положительная связь обнаружена между удоем за наивысшую лактацию и пожизненной продуктивностью ($r = 0,60$, $p < 0,001$), а также удоем на 1 день жизни ($r = 0,79$; $p < 0,001$). Максимальные значения показателей молочной продуктивности коров красной горбатовской породы наблюдали при удоях 6001-7000 кг.

Факт повышения срока хозяйственного использования красных горбатовских коров при росте молочной продуктивности свидетельствует об их высокой адаптационной способности и генетическом потенциале, который на данный момент не реализован. У коров чёрно-пёстрой породы, как правило, наблюдается обратная ситуация. Так, по данным И.Ф. Юмагузина [14], наиболее длительным сроком хозяйственного использования отличались первотёлки с удоем до 5000 кг молока – 2,68 лактации, дальнейшее повышение продуктивности приводило к снижению продуктивного долголетия. Корреляционный анализ, проведённый Н.М. Рудишиной и И.В. Штыревой [15], выявил достоверное влияние уровня удоя коров за первую лактацию на продолжительность их хозяйственного использования ($r = -0,45$ при $p < 0,001$). Таким образом, чем меньше удой коров за первую лактацию, тем больше продуктивное долголетие.

Таблица 1 - Влияние удоя за первую лактацию на показатели хозяйственного использования коров ($\bar{X} \pm m$) /
Table 1 - Influence of milk yield during the first lactation on indicators of cow economic use ($\bar{X} \pm m$)

Удой за 1-ю лактацию, кг / Milk yield during the first lactation, kg	Поголовье, гол. / Number of heads	Продуктивное долголетие, лакт. / Productive longevity, lact.	Удой за высшую лактацию, кг / Milk yield during the highest lactation, kg	Пожизненный удой, кг / Lifetime milk yield, kg	Удой на 1 день жизни, кг / Milk yield per 1 day of life, kg	Удой на 1 день лактации, кг / Milk yield per 1 day of lactation, kg
1001-2000	6	2,87±0,8	1288±220	8108±3021	2,9±0,64	13,6±1,00
2001-3000	85	4,94±0,25	4037±92	19667±959	5,8±0,20	12,7±0,25
3001-4000	240	4,82±0,14	4341±41	18006±572	6,3±0,11	13,2±0,13
4001-5000	127	4,28±0,17	4585±47	17874±779	6,6±0,15	13,9±0,20
5001-6000	14	5,07±0,74	5248±100	21267±2931	6,9±0,42	14,4±0,49
В среднем по стаду / The average for the herd	-	4,72±0,10	4416±31	17902±408	6,4±0,08	13,2±0,10

Таблица 2 - Влияние удоя за высшую лактацию на показатели хозяйственного использования коров ($\bar{X} \pm m$) /
Table 2 - Influence of milk yield during the highest lactation on indicators of cow economic use ($\bar{X} \pm m$)

Удой за высшую лактацию, кг / Milk yield during the highest lactation, kg	Поголовье, гол. / Number of heads	Продуктивное долголетие, лакт. / Productive longevity, lact.	Удой за 1-ю лактацию, кг / Milk yield during the first lactation, kg	Пожизненный удой, кг / Lifetime milk yield, kg	Удой на 1 день жизни, кг / Milk yield per 1 day of life, kg	Удой на 1 день лактации, кг / Milk yield per 1 day of lactation, kg
До 2000	2	2,0±0	1937±57	2543±131	1,83±0,20	7,4±1,33
2001-3000	10	2,30±0,30	2798±84	5622±935	3,0±0,26	10,5±0,45
3001-4000	107	3,94±0,18	3330±47	12261±597	5,1±0,13	11,9±0,13
4001-5000	271	4,89±0,13	3766±43	18961±507	6,7±0,08	13,4±0,12
5001-6000	78	5,58±0,25	3905±98	23537±975	7,6±0,13	14,4±0,24
6001-7000	4	4,75±1,18	3739±278	24192±3982	8,5±0,90	16,5±1,23
В среднем по стаду / The average for the herd	-	4,72±0,10	3662±34	17902±408	6,4±0,08	13,2±0,10

Зарубежные авторы также отмечают подобную тенденцию. G.M. Haworth и др. [16] установили, что голштинские первотёлки в Австралии, имеющие среднесуточный удой более 30 кг молока, не выдерживали более двух лактаций, снижая пожизненный индекс и доходность.

Свойства молокоотдачи тесно связаны с продуктивностью коров, устойчивостью лактационной кривой и продолжительностью лактации, восприимчивостью животных к маститам и общей пригодностью коров к машинному доению.

У коров красной горбатовской породы установлена очень слабая положительная связь между скоростью молокоотдачи и пожизненной продуктивностью ($r = 0,167$), а также продолжительностью жизни ($r = 0,118$). Прямая связь средней силы отмечена между скоростью молокоотдачи и удоём за 1 лактацию ($r = 0,40$, $p < 0,001$), удоём за наивысшую лактацию ($r = 0,374$, $p < 0,001$). С удоём на 1 дойный день

интенсивность молоковыведения имела очень слабую отрицательную связь ($r = -0,03$).

Максимальным уровнем исследуемых показателей отличались коровы с интенсивностью молокоотделения 1,1-1,5 кг/мин: продолжительность хозяйственного использования в этой группе составила 4,53 лактации, удой на 1 день жизни 6,13 кг (табл. 3), при этом разница со средними показателями по стаду и другими группами статистически незначима. Высокие показатели молочной продуктивности установлены у коров со скоростью молокоотдачи 1,6-2,0 кг/мин. Так, пожизненный удой у них составил 17350 кг молока, удой за первую лактацию – 3974 кг, удой за наивысшую лактацию – 4465 кг, удой на 1 день лактации – 14,25 кг. Однако статистически значимая разница с другими группами установлена только для удоя за первую лактацию и удоя на 1 день лактации, по остальным показателям разница была статистически незначима.

Таблица 3 - Влияние скорости молокоотдачи на показатели хозяйственного использования коров
($\bar{X} \pm m$) /

Table 3 - Influence of milk yield rate on indicators of cow economic use ($\bar{X} \pm m$)

Показатель / Indicator	Скорость молокоотдачи, кг/мин / Milk yield rate, kg/min		
	до 1,0	1,1-1,5	1,6-2,0
Поголовье, гол. / Number of heads, heads	13	411	48
Продуктивное долголетие, лактация / Productive longevity, lact.	3,54±0,96	4,53±0,10	4,25±0,39
Удой за 1 лактацию, кг / Milk yield during the first lactation, kg	1389±267	3549±41	3974±122
Удой за наивысшую лактацию, кг / Milk yield t during the highest lactation, kg	2160±531	4267±44	4465±113
Пожизненный удой, кг / Lifetime milk yield, kg	10125±3588	16938±431	17350±1685
Удой на 1 день жизни, кг / Milk yield per 1 day of life, kg	3,10±0,88	6,13±0,09	6,07±0,31
Удой на 1 день лактации, кг / Milk yield per 1 day of lactation, kg	10,45±1,04	13,06±0,12	14,25±0,37

Коэффициент молочности является комплексным показателем, объединяющим молочную продуктивность коровы и её живую массу. Животное с большей массой способно съесть больше корма и произвести больше продукции. Так как красная горбатовская порода относится к комбинированному типу продуктивности, она характеризуется невысоким коэффициентом молочности, который в наших исследованиях составил в среднем по стаду 983,1 кг молока.

Половина животных в стаде (50,7%) имели коэффициент молочности в пределах 751-1000 кг молока на каждые 100 кг живой массы (табл. 4). В этой группе наблюдался самый высокий уровень живой массы, хотя статистически значимые различия отмечали только с 4 и 5 группами ($p < 0,05$). Коровы из этой же группы дольше всех оставались в стаде – 4,95 лактации, статистически значимо превышая аналогичный показатель в первой и во второй группах ($p < 0,05$).

Таблица 4 - Влияние коэффициента молочности на показатели хозяйственного использования коров ($\bar{X} \pm m$) /
Table 4 - Influence of milk-yield coefficient on indicators of cow economic use ($\bar{X} \pm m$)

Показатель/ Indicator	Коэффициент молочности, кг / The coefficient of milk yield, kg					
	До 500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	в среднем по популяции / the average for the herd
Поголовье, гол. / Number of heads, heads	2	18	239	197	15	-
Продуктивное долголетие, лактация / Productive longevity, lact.	2,00±0,00	3,89±0,47	4,95±0,14	4,60±0,14	4,07±0,61	4,72±0,097
Удой за наивысшую лактацию, кг / Milk yield during the highest lactation, kg	1935±57	3101±86	4075±26	4878±27	5587±122	4416±30,7
Максимальная живая масса, кг / Maximum live weight, kg	420±20,0	449±9,3	455±2,0	446±2,0	427±9,5	450±1,44
Пожизненный удой, кг / Lifetime milk yield, kg	2543±131	10394±1377	17753±581	18905±610	18791±2331	17902±408

Наименьший уровень живой массы коров установлен в группе с коэффициентом молочности до 500 кг – 420 кг, однако данная группа с другими группами статистически значимых различий не имела. Средняя продолжительность их хозяйственного использования составила всего лишь 2 лактации, при этом статистически значимую разницу данная группа имела только с третьей группой (коэффициент молочности 751-1000 кг; $p < 0,05$). Низкий показатель продуктивного долголетия коров в этой группе связан, по нашему мнению, с ранней выбраковкой низкопродуктивных животных.

Молочная продуктивность за лактацию во многом обуславливает пожизненную молочную продуктивность. Подобная тенденция установлена и в наших исследованиях, связь между этими показателями прямая и очень тесная ($r = 0,89$, $p < 0,001$). Наивысшая пожизненная продуктивность наблюдалась в группе с коэффициентом молочности 1001-1250 кг – 18905 кг молока, немногим меньше пожизненная продуктивность в группе с коэффициентом молочности 1251-1500 кг – 18791 кг молока, значимой разницы между этими группами нет.

Сила влияния коэффициента молочности на продолжительность продуктивного использования красных горбатовских коров невелика – 2,36%, на пожизненную молочную продуктивность – 4,60% ($F > F_{st}$).

Живая масса коров влияет как на собственную продуктивность, так и продуктивность

потомства. Для красного горбатовского скота рекомендовано осеменение тёлочек в возрасте 18 месяцев при живой массе 330-360 кг, живая масса к первому отёлу (в возрасте 27-30 мес.) 460-480 кг, взрослых животных – 480-500 кг.

Большое влияние на продолжительность хозяйственного использования красных коров оказала живая масса при первом отёле (сила влияния 19,6%). Наиболее долго использовались в стаде коровы с живой массой 521-540 кг – 9,5 лактации (табл. 5), чуть меньше – коровы с живой массой 481-500 кг (6,36 лакт.). Быстрее всех из стада выбывали животные с низкой массой – 401-420 кг, их использовали всего 2,96 лактации. Стоит отметить, что коровы красной горбатовской породы с живой массой более 500 кг встречаются редко, в наших исследованиях они составили всего лишь 0,8%.

Высокие удои за первую лактацию показали коровы с высокой живой массой при первом отёле (521-540 кг), они дали в среднем 3904 кг молока, разница со средним показателем по популяции имела высокую достоверность ($p < 0,001$). По мере уменьшения живой массы снижался и удой, минимальные значения удоя за первую лактацию имели животные с массой 461-480 кг (3369 кг молока) и 401-420 кг (3397 кг молока). Аналогичная ситуация наблюдалась при рассмотрении удоя за наивысшую лактацию. Однако влияние этого фактора на удой за первую лактацию недостоверно, а на удой за наивысшую лактацию имеет небольшое значение – 7,08%.

Таблица 5 - Влияние живой массы при первом отёле на продуктивное долголетие коров ($\bar{X} \pm m$) /
Table 5 - Influence of live weight during the first calving on cow productive longevity ($\bar{X} \pm m$)

Живая масса, кг / Live weight, kg	Поголовье, гол. / Number of heads, heads	Продуктивное долголетие, лакт. / Productive longevity, lact.	Удой за 1-ую лактацию, кг / Milk yield during the first lactation, kg	Удой за высшую лактацию, кг / Milk yield during the highest lactation, kg	Пожизненный удой, кг / Lifetime milk yield, kg	Удой на 1 день жизни, кг / Milk yield per 1 day of life, kg	Удой на 1 день лактации, кг / Milk yield per 1 day of lactation, kg
361-380	220	3,65±0,14	3415±79	3916±90	13466±602	5,4±0,17	13,1±0,22
381-400	99	5,51±0,27	3439±80	4302±68	20319±1057	6,3±0,18	13,1±0,22
401-420	23	2,96±0,40	3397±245	3801±282	10470±1597	4,7±0,45	14,7±0,54
421-440	49	3,61±0,19	3637±91	4299±101	14240±945	5,9±0,25	13,5±0,35
441-460	66	4,77±0,19	3720±94	4494±75	17970±906	6,6±0,16	12,9±0,19
461-480	32	5,56±0,34	3369±118	4496±114	20572±1416	6,7±0,20	12,6±0,22
481-500	25	6,36±0,44	3808±134	4781±114	25848±1775	7,7±0,25	14,1±0,53
501-520	2	5,00±2,00	3873±119	4906±683	21609±10082	6,3±1,07	13,8±1,10
521-540	2	9,50±0,50	3904±4	4920±693	41961±4399	9,0±0,40	13,4±1,24
В среднем по популяции / The average for the herd	-	4,40±0,10	3498±42	4180±47	16468±424	6,0±0,09	13,2±0,12

Наибольшее количество молока за жизнь, более 40 тонн, дали коровы с живой массой при первом отёле 521-540 кг при среднем значении по популяции 16468 кг молока ($p < 0,001$). Вследствие этого животные данной группы значительно превысили другие группы по удою в расчёте на 1 день жизни (9 кг молока). Сила влияния данного фактора на пожизненную продуктивность и удой на 1 день жизни практически одинакова – 10,8%.

Достоверного влияния живой массы при первом отёле на удой в расчёте на 1 день лактации в наших исследованиях не установлено.

Выводы. 1. Из вышепредставленных данных можно сделать вывод о высоком генетическом потенциале красных горбатовских коров, при улучшении условий выращивания у них увеличивалась живая масса, а также показатели молочной продуктивности и долголетия. В условиях сохранения генофонда красной горбатовской породы рекомендуемый раздой первотёлок должен составлять 4000-5000 молока. Рост молочной продуктивности в последующие лактации способствовал удлинению срока хозяйственного использования коров и повышению других продуктивных показателей.

2. В ходе исследований отмечено, что скорость молокоотдачи незначительно влияла на изучаемые показатели. Лучшими оказались коровы, имеющие скорость молокоотдачи 1,1-1,5 кг/мин.

3. Сила влияния коэффициента молочности на продолжительность продуктивного использования красных горбатовских коров невелика – 2,36%, на пожизненную молочную продуктивность – 4,60% ($F > F_{st}$). В группе с коэффициентом молочности 751-1000 кг наблюдали самый высокий уровень живой массы и продуктивного долголетия.

4. Наиболее оптимальной для красных горбатовских коров является живая масса при первом отёле не ниже 460 кг.

Список литературы

1. Казанцева Е.С. Продуктивное долголетие коров чёрно-пёстрой породы. Молочнохозяйственный вестник. 2018;(2):36-43. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35293124>
2. Аджибеков К.К., Аджибеков В.К. Оценка коров красно-пёстрой породы по долголетию в отёлах в разных категориях племенных хозяйств. Зоотехния. 2018; (2):22-23. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34858937>
3. Федосеева Н.А., Голикова А.П., Иванова Н.И., Кутровский В.Н., Гайсин Р.Р., Фетисова А.В. Пути повышения продуктивного долголетия коров. М.: изд-во «Спутник+», 2015. 113 с. ISBN 978-5-9973-3342-3.
4. Еремин С.П., Руденко О.В., Еремин А.П. Молочная продуктивность и долголетие коров бурой швицкой породы. Известия Оренбургского ГАУ. 2018;(2):227-230. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34902181>
5. Любимов А.И., Чукавин А.С., Воробьева С.Л., Юдин В.М. Взаимосвязь паратипических признаков с продуктивным долголетием коров чёрно-пёстрой породы. Вестник Ижевской ГСХА. 2017;(4):42-49.
6. Руденко О.В., Комарова Г.Д. Продуктивное долголетие красного горбатовского скота в условиях сохранения генофонда: методические рекомендации. Нижний Новгород: Изд-во «Дятловы горы», 2017. 44 с. ISBN 978-5-90522-780-6.
7. Волкова В.В., Денискова Т.Е., Романенкова О.С., Костюнина О.В., Суетина Н.П., Зиновьева Н.А. Генетическая характеристика красной горбатовской и суксунской пород крупного рогатого скота по микросателлитным маркерам. Молочное и мясное скотоводство. 2017;(6):6-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30540365>
8. Еремин С.П., Безрукова Т.С., Яшин И.В. Развитие акушерско-гинекологических заболеваний при нарушении обменных процессов в организме коров. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014;(3):61-64. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22149073>
9. Филиппова О.Б., Кийко Е.И. Причины снижения и способы повышения продуктивного долголетия коров. Наука в центральной России. 2016;(5):69-75. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27202674>
10. Овчинникова Л. Влияние раздоя на продуктивное долголетие коров. Молочное и мясное скотоводство. 2007;(8):21-22.
11. Крючкова Н.Н., Стародумов И.М. Продолжительность хозяйственного использования коров чёрно-пёстрой породы разного уровня молочной продуктивности. Зоотехния. 2008;(2):16. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11719054>
12. Oltenacu P.A., Broom D.M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. Animal Welfare. 2010;19:39-49.
13. Казаков Д.С., Белокуров С.Г. Влияние уровня молочной продуктивности коров-первотёлок на их продуктивное долголетие. Актуальные вопросы развития науки и техники: сборник статей международной научно-практической конференции молодых учёных. Караваево: Костромская ГСХА, 2017. С. 84-88.
14. Юмагузин, И.Ф. Влияние интенсивности раздоя первотёлок на продуктивное долголетие голштинских коров. Вестник Курганской ГСХА. 2017;(4):74-75. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32281848>
15. Рудишина Н.М., Штырева И.В. Продуктивное долголетие коров чёрно-пёстрой породы в зависимости от возраста первого осеменения и уровня удоя за первую лактацию. Вестник Казанского ГАУ. 2016;(4):39-43. https://doi.org/10.12737/article_592fc811065709.88532119
16. Haworth G.M., Tranter W.P., Chuck J.N., Cheng Z., Walthers D.C. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. The Veterinary Record. 2008;162 (20):643-647. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/vr.162.20.643>

References

1. Kazantseva E.S. *Produktivnoe dolgoletie korov cherno-pestroy porody*. [Productive longevity of black-white cows]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik*. 2018;(2):36-43. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35293124>
2. Adzhibekov K.K., Adzhibekov V.K. *Otsenka korov krasno-pestroy porody po dolgoletiyu v otelakh v raznykh kategoriakh plemennykh khozyaystv*. [Evaluation of red-and-white breed cows by longevity in calving in different categories of breeding farms]. *Zootekhnika*. 2018; (2):22-23. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34858937>
3. Fedoseeva N.A., Golikova A.P., Ivanova N.I., Kutrovskiy V.N., Gaysin R.R., Fetisova A.V. *Puti povysheniya produktivnogo dolgoletiya korov*. [Ways to increase the productive longevity of cows]. Moscow: *izd-vo «Sputnik+»*, 2015. 113 p. ISBN 978-5-9973-3342-3.
4. Eremin S.P., Rudenko O.V., Eremin A.P. *Molochnaya produktivnost' i dolgoletie korov buroy shvitskoy porody*. [Dairy productivity and longevity of Brown Swiss cows]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;(2):227-230. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34902181>
5. Lyubimov A.I., Chukavin A.S., Vorob'eva S.L., Yudin V.M. *Vzaimosvyaz' paratipicheskikh priznakov s produktivnym dolgoletiem korov cherno-pestroy porody*. [Relation of paratypical traits with productive longevity of cows of black-motley breed]. *Vestnik Izhevskoy GSKhA = The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2017;(4):42-49. (In Russ.).

6. Rudenko O.V., Komarova G.D. *Produktivnoe dolgoletie krasnogo gorbatovskogo skota v usloviyakh sokhraneniya genofonda: metodicheskie rekomendatsii*. [Productive longevity of red Gorbatov cattle in the conditions of gene pool preservation: methodical recommendation]. Nizhny Novgorod: *Izd-vo «Dyatlovyy gory»*, 2017. 44 p. ISBN 978-5-90522-780-6.

7. Volkova V.V., Deniskova T.E., Romanenkova O.S., Kostyunina O.V., Suetina N.P., Zinov'eva N.A. *Geneticheskaya kharakteristika krasnoy gorbatovskoy i suksunskoy porod krupnogo rogatogo skota po mikrosatelitnym markeram*. [Genetic characteristics of red Gorbatov and Suksun cattle breeds using microsatellite markers]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* = Dairy and Beef Cattle Breeding. 2017;(6):6-8. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30540365>.

8. Eremin S.P., Bezrukova T.S., Yashin I.V. *Razvitie akushersko-ginekologicheskikh zabolevaniy pri narushenii obmennyykh protsessov v or-ganizme korov*. [Development of obstetrical and gynecological diseases at metabolic disorders in cows]. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2014;(3):61-64. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22149073>

9. Filippova O.B., Kiyko E.I. *Prichiny snizheniya i sposoby povysheniya produktivnogo dolgoletiya korov*. [The reasons for the decline and ways to improve productive longevity of cows]. *Nauka v tsentral'noy Rossii* = Science In The Central Russia. 2016;(5):69-75. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27202674>

10. Ovchinnikova L. *Vliyanie razdoya na produktivnoe dolgoletie korov*. [The impact of milk yield for the first-calf heifer on the cows productive longevity]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* = Dairy and Beef Cattle Breeding. 2007;(8):21-22. (In Russ.).

11. Kryuchkova N.N., Starodumov I.M. *Prodolzhitel'nost' khozyaystvennogo ispol'zovaniya*. [The length of economic use]. *Zootekhniya*. 2008;(2):16 (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11719054>

12. Oltenacu P.A., Broom D.M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*. 2010;19:39-49.

13. Kazakov D.S., Belokurov S.G. *Vliyanie urovnya molochnoy produktivnosti korov-pervotelok na ikh produktivnoe dolgoletie*. [The influence of the level of milk productivity of the first-calf heifers on their productive longevity]. *Aktual'nye voprosy razvitiya nauki i tekhniki: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh*. [Topical issues of science and technology development: collection of articles of the International scientific and practical Conference of young scientists]. Karavaev: Kostromskaya GSKhA, 2017. pp. 84-88.

14. Yumaguzin I.F. *Vliyanie intensivnosti razdoya pervotelok na produktivnoe dolgoletie golshtinskikh korov*. [The influence of the intensity of milking heifers on productive longevity of Holstein cows]. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2017;(4):74-75. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32281848>

15. Rudishina N.M., Shtyreva I.V. *Produktivnoe dolgoletie korov cherno-pestroy porody v zavisimosti ot vozrasta pervogo osemeneniya i urovnya udoya za pervuyu laktatsiyu*. [Productive longevity of cows of the black-motley breed, depending on the first insemination age and level of milk yield during the first lactation]. *Vestnik Kazanskogo GAU*. 2016;(4):39-43. https://doi.org/10.12737/article_592fc811065709.88532119. (In Russ.).

16. Haworth G.M., Tranter W.P., Chuck J.N., Cheng Z., Walthers D.C. Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *The Veterinary Record*. 2008;162 (20):643-647. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/vr.162.20.643>

Сведения об авторах:

✉ **Руденко Оксана Васильевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, доцент, Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», с.п. Селекционной Станции, д.38, Кстовский район, Нижегородская область, Российская Федерация, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8355-1048>, e-mail: oks-rud76@mail.ru

Information about the authors:

✉ **Oksana V. Rudenko**, PhD in Agricultural sciences, leading researcher, Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture – branch of the Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, the settlement of Breeding station, 38, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 607686, e-mail: nnovniish@rambler.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8355-1048>, e-mail: oks-rud76@mail.ru

✉ - Для контактов / Corresponding autor



Морфогенетические маркеры медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высоким содержанием 10-ОДК

© 2019. А.З. Брандорф, М.М. Ивойлова ✉

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

В статье представлены результаты изучения морфогенетических маркеров у медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с разным содержанием 10-окси-2-деценной кислоты (10-ОДК) в период 2016...2018 гг. Материалом для исследований послужили рабочие пчелы и маточное молочко из Кировской и Томской областей, Краснодарского края. Оценку происхождения медоносных пчел проводили по морфометрическим и фенотипическим признакам с использованием популяционно-генетического анализа методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с оценкой межгенного локуса COI-COI мтДНК, микросателлитного локуса *mrj3*. Установлено, что медоносные пчелы с большими размерами брюшка (при ширине третьего тергита и стернита 4,8 и 4,7 мм соответственно) продуцировали маточное молочко с высокими показателями содержания 10-ОДК (более 3,0%), выше в 1,2...1,4 раза ($P \leq 0,05$). Рабочие пчелы с наличием желтизны на тергитах выделяли молочко с концентрацией 10-ОДК ниже на 13,7% отн. ($P \leq 0,05$) по сравнению с особями, в фенотипе которых отсутствовала желтизна. Медоносные пчелы, в генотипе которых регистрировался локус мтДНК-PQQ или PQQQ, продуцировали маточное молочко с концентрацией кислоты в среднем больше на 38% ($P \leq 0,01$), чем пчелы в генотипе которых регистрировался локус мтДНК-Q. Установлено изменение концентрации 10-ОДК в маточном молочке у медоносных пчел с разной регистрацией частоты аллеля в локусе *mrj3*. У медоносных пчел, в локусе *mrj3* которых преобладал аллель 392 с частотой $P \geq 0,38$, отмечена максимальная концентрация 10-ОДК (3,45%). Минимальное содержание 10-ОДК отмечено у особей с преобладанием частоты регистрации аллеля размером 406 в локусе *mrj3* (2,39%). Медоносные пчелы, у которых в локусе *mrj3* зарегистрировано преобладание аллелей размером 485 и 518, не имели достоверных отличий по содержанию 10-ОДК в маточном молочке при показателях 3,0 и 2,8% соответственно.

Ключевые слова: *Apis mellifera* L., 10-окси-2-деценная кислота, маркеры, морфологические признаки, локус *mrj3*

Благодарности: научное исследование выполнено в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема №АААА-А16-116021950048-3).

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Брандорф А.З., Ивойлова М.М. Морфогенетические маркеры медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высоким содержанием 10-ОДК. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):283-289. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.283-289>

Поступила: 06.03.2019

Принята к публикации: 06.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Morphogenetic markers of honey bees producing royal jelly with a high content of 10-HDA

© 2019. Anna Z. Brandorf, Mariya M. Ivoilova ✉

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

The article provides the results of 2016-2018 study of morphogenetic markers in honey bees producing royal jelly with different content of 10-hydroxy-2-decenoic acid (10-HDA). Working bees and royal jelly from Kirov region, Tomsk region, and Krasnodar Krai were used as the material for the research. Evaluation of honey bee origin was carried out according to morphometric and phenotypic characteristics with population and genetic analysis using PCR method with assessment of the intergenic locus COI-COI mtDNA, microsatellite locus *mrj3*. It has been established that honey bees having larger size of the abdomen (with the width of the third tergite and sternite of 4.8 and 4.7 mm, respectively) produced royal jelly with a higher content of 10-HDA (more than 3.0%), that is 1.2-1.4 times higher ($P \leq 0.05$). Working bees having yellowness on tergites produced royal jelly with 13.7% lower concentration of 10-HDA ($P \leq 0.05$) compared to the bees with no yellowness in the phenotype. Honey bees with locus mtDNA – PQQ or PQQQ in the genotype produced royal jelly with 10-HDA concentration on the average 38% higher ($p \leq 0.01$) than bees in genotype of which mtDNA – Q locus had been recorded. The change of 10-HDA concentration in royal jelly of honey bees having different allele registration frequency in the *mrj3* locus has been established. Maximum concentrated 10-HDA (3.45%) was recorded in the bees with domination of allele 392 with frequency $R \geq 0.38$ in the *mrj3* locus. Minimum 10-HDA content (2.39%) was observed in bees with domination of allele 406 registration frequency in the *mrj3* locus. Honey bees with domination of alleles 485 and 518 in the *mrj3* locus had no significant differences of 10-HDA content in royal jelly at 3.0% and 2.8% indexes respectively.

Keywords: *Apis mellifera* L., 10-hydroxy-2-decenoic acid, markers, morphological characteristics, *mrj3* locus

Acknowledgement: scientific work was performed in the framework of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky (theme АААА-А16-116021950048-3).

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

For citation: Brandorf A.Z., Ivoilova M.M. Morpho-genetic markers of honeybees producing Royal jelly with a high content of 10- HDA. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3);283-289. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.283-289>

Received: 06.03.2019

Accepted for publication: 06.05.2019

Published online: 18.06.2019

Проблема получения высококачественной апипродукции в современном пчеловодстве выделяется особенно. Важным направлением в повышении эффективности пчеловодства является использование медоносных пчел, отвечающих требованиям технологии получения того или иного вида продукции.

Современная селекционно-племенная работа в пчеловодстве предусматривает определение критериев высокопродуктивных медоносных пчел, позволяющих проводить отбор пчелиных семей по определенным биологическим признакам. Наиболее практичны в качестве критериев отбора у медоносных пчел – морфологические признаки, но современные методы предусматривают выявление генетических маркеров, которые в совокупности позволяют повысить эффективность отбора [1, 2].

Одним из востребованных на рынке биологически активных продуктов является маточное молочко, потребление которого требует увеличения его производства. Основной производитель маточного молочка – Китай, большая часть произведенного им продукта не всегда соответствует современным требованиям и нормам [3, 4]. Существует множество стандартов на маточное молочко, разработанных разными странами, но все предусматривают определение следующих критериев: протеины, 10-ОДК (10-окси-2-деценивая кислота), сахара. Значение 10-ОДК – это важный биоиндикатор качества маточного молочка, предусмотренный стандартами многих стран (Япония, Бразилия, Болгария, Швейцария и другие) [5].

Около 90% от всего количества протеинов маточного молочка составляет главный протеин (MRJPs), который в настоящее время рассматривается как один из маркеров для проведения селекционно-племенной работы с медоносными пчелами. Субсемейство *mrjp* генов активно изучается у медоносных пчел разного происхождения в ассоциации с продуктивностью и качеством маточного молочка [6, 7, 8, 9].

Качественные критерии маточного молочка существенно изменяются в зависимости от паратипических факторов, в том числе у разных по происхождению медоносных пчел. С увеличением спроса на маточное молочко высокого качества многие зарубежные и российские ученые изучают изменение критериев его качества у пчел разного происхождения под воздействием экологических факторов [10, 11, 12, 13, 14]. В связи с этим является актуальным выявление морфо-фенотипических и генетических критериев у медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высоким содержанием 10-ОДК, для разработки селекционных программ по разведению высокопродуктивных пчелиных семей.

Цель исследований – изучить закономерности и выявить морфогенетические маркеры медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высоким содержанием 10-ОДК.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили рабочие пчелы медоносных пчел и маточное молочко. Для проведения анализа происхождения медоносных пчел в осенний период 2016...2018 гг. были отобраны пробы рабочих пчел в Кировской области ($n = 750$ шт. из 25 пчелиных семей), Краснодарском крае ($n = 210$ шт. из 7 пчелиных семей), Томской области ($n = 350$ шт. из 12 пчелиных семей). Концентрацию 10-ОДК в маточном молочке изучали в образцах (по 10 мг маточного молочка каждый), полученных в Кировской области ($n = 30$), Краснодарском крае ($n = 10$), Томской области ($n = 5$).

Исследования проводили на базе ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Происхождение медоносных пчел устанавливали морфо-фенотипическим методом и ПЦР-анализом. Отбор проб (по 25 рабочих пчел от семьи) и изучение морфометрических признаков медоносных пчел проводили общепринятыми методами^{1,2}. С помощью микроскопа МБС-10, оборудованного видеокамерой DCM 300, измеряли отпрепарированные части тела медоносных пчел, размещенных на листе белой бумаги и зафиксированных прозрачным скотчем.

¹Алпатов В.В. Породы медоносной пчелы и их использование в сельском хозяйстве. М.: Детгиз, 1948. 183 с.

²Билаш Г.Д., Кривцов Н.И. Селекция пчел. М.: Агропромиздат, 1991. 304 с.

На листе бумаги указывали: номер пчелиной семьи, дату отбора пробы, месторасположение пасеки. Изучено 13 основных экстерьерных признаков пчел методами, разработанными В.В. Алпатовым³ и НИИ пчеловодства⁴. При изучении медоносных пчел рассмотрены фенотипические особенности кутикулы и волосяного покрова по методике, описанной Ф. Руттнером⁵.

При изучении генетической принадлежности пчелиных семей применяли популяционно-генетический анализ методом ПЦР на предмет структурного полиморфизма межгенного локуса COI-COII мтДНК. Электрофоретическое разделение продуктов ПЦР межгенного локуса COI -COII мтДНК проводили в 1,5% агарозном геле. Одновременно проведен анализ медоносных пчел по микросателлитному локусу *trjр3*.

Маточное молочко для исследований отбирали в весенне-летний период 2016...2018 гг. через 72 часа после прививки личинок (при искусственном способе с переносом личинок в восковые мисочки) или закладки маточников (при естественном способе). Полученное молочко помещали в пенициллиновые бутылочки, в качестве консерванта использовали этиловый спирт (40%) в количестве 1/10 от общего объема молочка, с последующим хранением в холодильнике при температуре минус 17...20°C.

Процентное содержание 10-ОДК определяли методом жидкостной хроматографии на оборудовании Shimadzu Corporation (SPD-20-AD) по методике, описанной J. Kim, J. Lee [15].

Для выявления генетических закономерностей проведен корреляционный анализ по морфо-фенотипическим и генетическим признакам с выявлением отличительных параметров у медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с разной концентрацией 10-ОДК.

Полученные результаты статистически обработаны на персональном компьютере с проверкой достоверности по критерию Стьюдента с использованием пакета прикладных программ MS OFFICE (Microsoft Excel. 2007).

Результаты и их обсуждение. Маточное молочко вырабатывают рабочие пчелы для кормления пчелиных маток. Его качество изменяется не только в зависимости от условий содержания и кормовой базы, но и от происхождения медоносных пчел.

При сравнительном анализе маточного молочка по содержанию 10-ОДК, полученного от пчел с разными морфо-фенотипическими признаками, выявлено, что пчелы с наличием желтизны на тергитах продуцировали молочко с низкой концентрацией 10-ОДК – меньше на 13,7% отн. ($P \leq 0,05$) по сравнению с особями, в фенотипе которых отсутствовала желтизна (рис. 1).

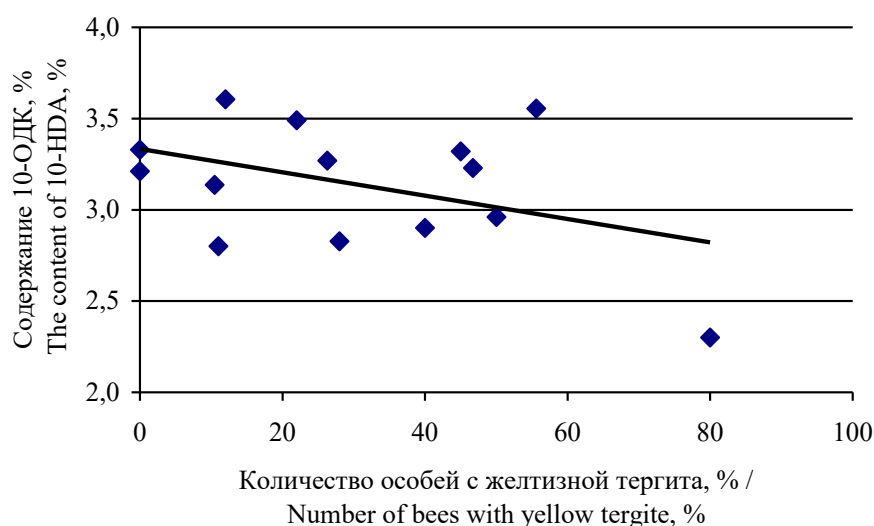


Рис. 1. Концентрация 10-ОДК в маточном молочке у пчел с разным фенотипом /
Fig. 1. Concentration of 10-HDA in royal jelly of bees with different phenotype

³Алпатов В.В. Породы медоносной пчелы и их использование в сельском хозяйстве. М.: Детгиз, 1948. 183 с.

⁴Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве. Рыбное: НИИП, 2006. 154 с.

⁵Руттнер Ф. Техника разведения и селекционный отбор пчел. М.: АСТ: Астрель, 2006. 166 с.

Установлена средняя отрицательная зависимость между наличием желтизны в фенотипе пчел и содержанием 10-ОДК в маточном молочке ($r = -0,42$, при $P \leq 0,05$).

Результаты комплексного анализа по 13 морфологическим признакам показали, что рабочие пчелы с максимальными размерами брюшка продуцировали маточное молочко с высоким содержанием 10-ОДК (рис. 2).

Медоносные пчелы с шириной третьего стернита более 4,8 мм вырабатывали маточное молочко с концентрацией 10-ОДК на 20%

выше по сравнению с пчелами с наименьшей шириной стернитов ($P \leq 0,01$). Установлено, что рабочие особи с шириной третьего стернита до 4,5 мм продуцировали маточное молочко с содержанием 10-ОДК не более 2,6%, у пчел с шириной третьего стернита более 4,8 мм этот показатель составил 3,1% ($r = 0,54$ при $P \leq 0,05$). У медоносных пчел при ширине третьего тергита более 4,8 мм концентрация 10-ОДК в маточном молочке также увеличилась в среднем с 2,5 до 3,1%, что достоверно больше в среднем на 30% отн. ($P \leq 0,001$).



Рис. 2. Корреляционная зависимость между морфологическими признаками рабочих особей и концентрацией 10-ОДК в маточном молочке (r) /

Fig. 2. Correlation dependence between morphological characteristics of working bees and 10-HDA concentration in royal jelly (r)

По результатам генетического анализа рабочих особей по материнской линии локуса митохондриальной ДНК (COI-COII) установлено, что пчелы со специфичными для средне-русской породы локусами PQQ или PQQQ продуцировали в среднем маточное молочко с

большой концентрацией 10-ОДК на 38% ($P \leq 0,01$) по сравнению с особями, в локусе которых регистрировали элемент Q. Результаты качества маточного молочка от пчелиных семей разного происхождения по митохондриальной ДНК представлены в таблице.

Таблица Продуктивность пчелиных семей разного генетического происхождения по мтДНК /
Table The productivity of bee families of different genetic origin on mtDNA

Показатель / Indicator	Локус митохондриальной ДНК / The locus of the mitochondrial DNA	
	Q	PQQ-PQQQ
Концентрация 10-ОДК, % / The concentration of 10-HDA, %	2,65±0,24	3,26±0,14
Lim, %	2,2...3,3	2,9...3,5

Примечание: значения достоверны при $P \leq 0,05$ / Note: values are valid at $P \leq 0,05$

Полученные данные по митохондриальной ДНК полностью подтверждают результаты оценки фенотипа пчел, так как желтизна в окрасе кутикулы медоносных пчел отмечается у особей, в мтДНК которых регистрируется локус Q.

Локус *mrjp3* рассматривается как кандидатный маркер для оценки продуктивности медоносных пчел по маточному молочку.

Установлено, что у томской популяции преобладала аллель 529 с частотой $P_{529} \geq 0,62$, кировской – аллель 518 с частотой $P_{518} \geq 0,26$, краснодарской популяции – аллель 485 с частотой $P_{485} \geq 0,313$ (рис. 3).

Максимальная концентрация 10-ОДК (3,45%) зарегистрирована у пчел, в локусе *mrjp3* которых преобладала аллель 392 с частотой регистрации $P_{392} \geq 0,38$ (рис. 4).

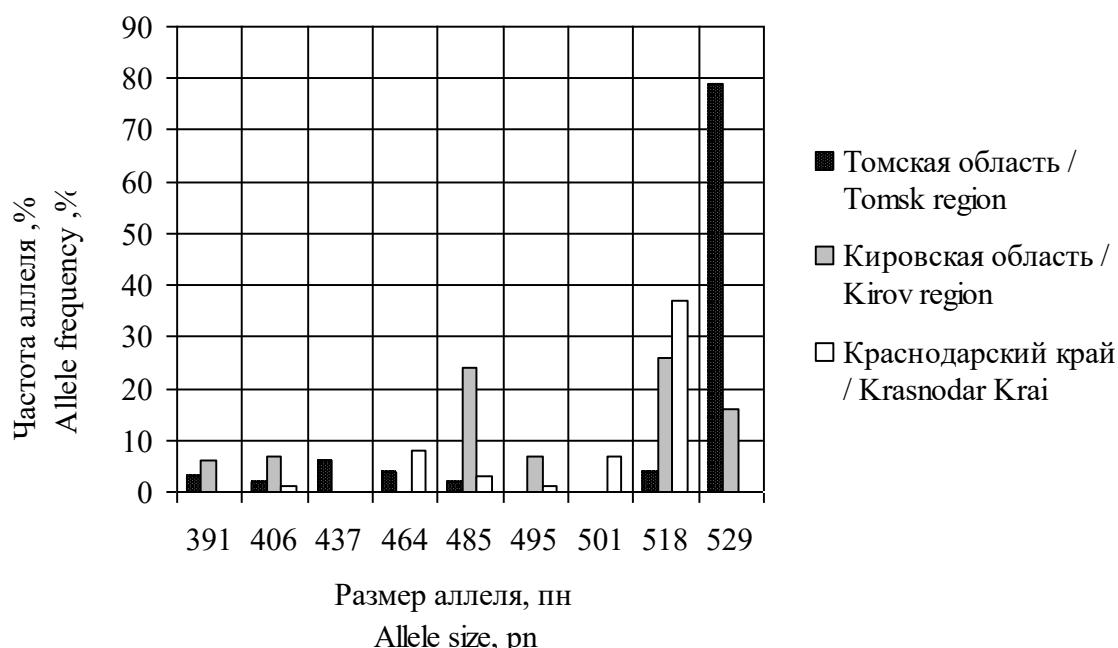


Рис. 3. Генетическое разнообразие микросателлитного локуса *mrjp3* у медоносных пчел разного происхождения

Fig. 3. Genetic diversity of the microsatellite locus *mrjp3* in honeybees of different origin

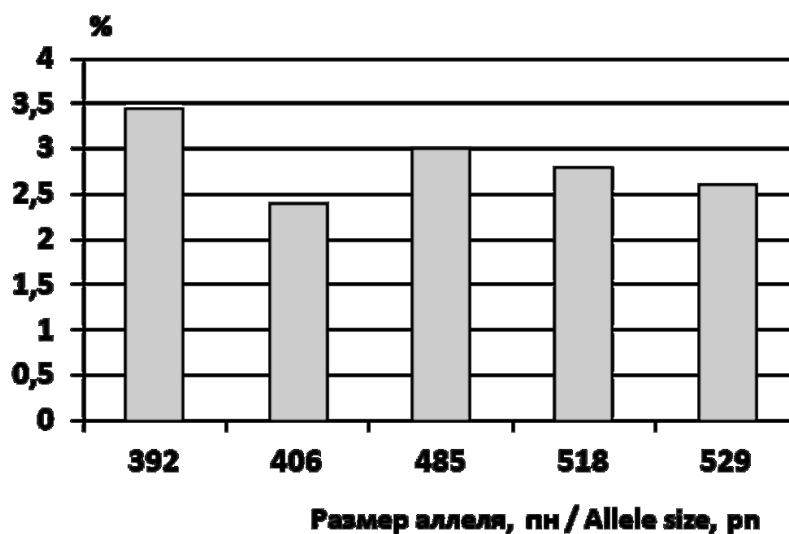


Рис. 4. Концентрация 10-ОДК в маточном молочке у медоносных пчел с разными размерами аллеля (пн) микросателлитного локуса *mrjp3*

Fig. 4. Concentration of 10-HDA in royal jelly of honeybees with different allele sizes (pn) of microsatellite locus *mrjp3*

Минимальные значения отмечены у особей с преобладанием частоты регистрации аллеля размером 406 (2,39%). Особи с размером аллелей 485 и 518 не имели достоверных отличий в концентрациях 10-ОДК: 3,0 и 2,8%

соответственно.

На рисунке 5 показана зависимость концентрации 10-ОДК у медоносных пчел с разным количеством аллелей в локусе *mrjp3* ($r = 0,66$ при $P \leq 0,05$).

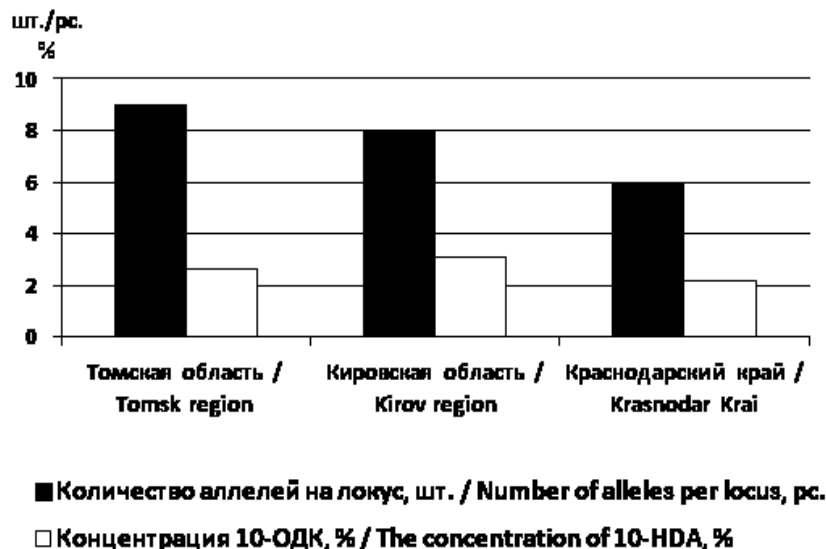


Рис. 5. Концентрация 10-ОДК в маточном молочке у пчел разного происхождения с разным количеством аллелей в локусе *mrjp3* /

Fig. 5. Concentration of 10-HDA in royal jelly in bees of different origin with different number of alleles in *mrjp3* locus

Установлено, что медоносные пчелы с большим вариантом генотипов характеризовались высокими значениями 10-ОДК в пределах 2,8...3,1%. При сокращении частоты встречаемости аллелей на locus у медоносных пчел в маточном молочке отмечали низкую концентрацию 10-ОДК при значениях 1,8...2,2%.

Закключение. 1. Для получения маточного молочка с высокой концентрацией 10-ОДК необходимо отбирать рабочих пчел с крупными размерами брюшка (при ширине 3-го тергита и стернита 4,8 и 4,7 мм соответственно), продуцирующими маточное молочко с достоверно большей концентрацией кислоты в 1,2...1,4 раза ($P \leq 0,05$).

2. Медоносные пчелы, в генотипе которых регистрируется locus мтДНК – PQQ или PQQQ, продуцировали маточное молочко с концентрацией 10-ОДК в среднем достоверно больше на 38% ($P \leq 0,01$), чем пчелы, в генотипе которых регистрируется locus – Q.

3. Максимальная концентрация 10-ОДК (3,45%) зарегистрирована в маточном молочке пчел, у которых в локусе *mrjp3* преобладала аллель 392 с частотой $P \geq 0,38$. Минимальные значения отмечены в маточном молочке у пчел, в локусе которых преобладала аллель размером 406 (10-ОДК -2,39%). Особи с размером аллели 485 и 518 не имели достоверных отличий при показателях концентрации 10-ОДК 3,0 и 2,8% соответственно.

References

1. Брандорф А.З., Ивойлова М.М. Влияние экологических факторов на критерии качества маточного молочка *Apis mellifera* L. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(1):19-26. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.19-26>
- Brandorf A.Z., Ivoylova M.M. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na kriterii kachestva matochnogo molochka *Apis mellifera* L. [Influence of ecological factors on the quality criteria of royal jelly *Apis mellifera* L.]. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;(1):19-26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.19-26>
2. Брандорф А.З., Ивойлова М.М., Новикова Л.В., Устюжанин И.А. Морфогенетические закономерности при репродукции маток и получении маточного молочка. Пчеловодство. 2018;(5):12-15.
- Brandorf A.Z., Ivoylova M.M., Novikova L.V., Ustyuzhanin I.A. Morfogeneticheskie zakonomernosti pri reprodukcii matok i poluchenii matochnogo molochka. [Morphogenetic regularities of the reproduction of queen bees and royal jelly receive]. Pchelovodstvo. 2018;(5):12-15. (In Russ.).

3. Kanelis D., Tananaki C., Liolios V., Dimou M., Goras G., Rodopoulou M.A., Karazafiris E., Thrasyvoulou A.A suggestion for royal jelly specifications. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2015;(66):275-284. DOI: <https://doi.org/10.1515/aiht-2015-66-2651>
4. Sabatini A.G., Marazzan G.L., Caboni M.F., Bogdanov S. Quality and standardization of Royal Jelly. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science.* 2009;(1):16-21.
5. Schmidt E.M., Silva Cunha I.B., Eberlin M.N., Frankland A.C. Saway Characterization of Royal Jelly by electrospray ionization mass spectrometry fingerprinting. *Mass spectrometry and Purification techniques.* 2015;1(1). DOI: <https://doi.org/10.4172/2469-9861.1000105>
6. Buttstedt A., Moritz R.F., Erler S. Origin and function of the major royal jelly proteins of the honeybee (*Apis mellifera*) as members of the yellow gene family. *Biol. Reviews.* 2014;89(2):255-269. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12052>
7. Albert S., Bhattacharya D., Klaudiny J., Schmitzová J., Simúth J. The family of major royal jelly proteins and its evolution. *J. Mol. Evol.* 1999;49(2):290-297.
8. Schmitzová J., Klaudiny J., Albert S. et al. A family of major royal jelly proteins of the honeybee *Apis mellifera* L. *Cellular and Molecular Life Sciences.* 1998;54(9):1020-1030.
9. Albert S., Simúth J. Characterization of major royal jelly protein-like DNA sequences in *Apis dorsata*. *J. Apicult. Res.* 2002;41(3-4):75-82. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2002.11101072>
10. Ying Wang, Lanting Ma, Weixing Zhang, Xu-pei Cui, Hongfang Wang, Baohua Xu Comparison of the nutrient composition of royal jelly and worker jelly of honey bees (*Apis mellifera*). *Apodologie.* 2016;47(1):48-56. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0374-x>
11. Mureşan C.I., Mărghitaş L.A., Dezmirean D.S., Bobiş O., Bonta V., Zacharias I., Mărgăoan R., Paşca C. Quality Parameters for commercialized Royal Jelly. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies.* 2016; 73(1):37-44. DOI: <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:11630>
12. Flanjak I., Jakovljević M., Kenjerić D., Stokanović M.C., Primorac L., Rajs B.B. Determination of (2E)-10-hydroxydec-2-enoic acid in Croatian royal jelly by high-performance liquid chromatography. *Croat. J. Food Sci. Technol.* 2017;9 (2):152-157. URL: https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=20&ved=2ahUKewjFgeiHufXhAhWB_CoKHScFBf44ChAWMA16BAglEAI&url=https%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F281971&usq=AOvVaw2OkpawmPMaNHNNIIX4qQtB
13. Крылов В.Н., Сокольский С.С. Белки, аминокислоты и углеводы маточного молочка. *Пчеловодство.* 2017;(2):53-54. Режим доступа: <http://ylejbees.com/index.php/produktsiya-pchelovodstva/matochkino-molochko/1924-belkimatmol>
- Krylov V.N., Sokol'skiy S.S. *Belki, aminokisloty i uglevody matochnogo molochka.* [Proteins, amino acids and carbohydrates of royal jelly]. *Pchelovodstvo.* 2017;(2):53-54. (In Russ.). URL: <http://ylejbees.com/index.php/produktsiya-pchelovodstva/matochkino-molochko/1924-belkimatmol>
14. Praetinee Pattamayutanon Chi-Chung Peng Chainarong Sinpoo Panuwan Chantawannakul Effects of Pollen Feeding on Quality of Royal Jelly. *Journal of Economic Entomology.* 2018;111(6):2974-2978. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toy251>
15. Kim J., Lee J. Quantitative analysis of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid in royal jelly products purchased in USA by high performance liquid chromatography. *Journal of Apicultural Science.* 2010;4 (1):77-85. URL: https://www.researchgate.net/publication/287691898_Quantitative_analysis_of_trans-10-hydroxy-2-decenoic_acid_in_royal_jelly_products_purchased_in_usa_by_high_performance_liquid_chromatography

Сведения об авторах:

Брандорф Анна Зиновьевна, доктор с.-х. наук, ст. научный сотрудник лаборатории пчеловодства ФГБНУ "Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого", ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0535-6578>, e-mail: Apis_mellifera_mellifera_L@mail.ru,

✉ **Ивойлова Мария Михайловна**, кандидат биол. наук, научный сотрудник лаборатории пчеловодства 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/0000-0002-0163-1969>.

Information about the authors:

Anna Z. Brandorf, DSc in Agriculture, senior researcher, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0535-6578>, e-mail: Apis_mellifera_mellifera_L@mail.ru,

✉ **Mariya M. Ivoilova**, PhD in Biology, researcher, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V.Rudnitsky, Lenina str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0163-1969>.

✉ - Для контактов / Corresponding autor

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.290-297>

УДК 338.31

Свиноводство России: основные экономические характеристики отрасли

© 2019. О.В. Костенко ✉

ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», г. Киров, Российская Федерация

В статье представлены результаты исследований основных экономических характеристик свиноводства России. Теоретико-методологическую основу составили работы по теории стратегического менеджмента. Информационной базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Национального союза свиноводов, Группы компаний АФК (г. Санкт-Петербург), Экспертно-аналитического центра агробизнеса (г. Майкоп), годовые отчеты крупнейших агрохолдингов России. В целом отрасль привлекательна с точки зрения возможностей развития и целесообразности инвестиций. Годовые объемы производства продукции составляют 3,5 млн т свинины в убойном весе, или 300–400 млрд руб. Рынок растет в среднем на 5% в год, однако рост замедляется. Отрасль высоко консолидирована, на 20 крупных вертикально-интегрированных холдингов приходится 62% выпуска продукции. Продукция свиноводства стандартизирована и предназначена для дальнейшей переработки, на рынках преобладает ценовая конкуренция. Самообеспеченность отечественной продукцией превысила 90%, существенно сократилась доля импорта. Отрасль характеризуется высокой капиталоемкостью, стоимость инвестиционных проектов исчисляется в миллиардах рублей. Инновационное развитие российского свиноводства идет по пути заимствования импортных технологий и разработок. Критичным является уровень зависимости от импортных техники и оборудования, племенного материала, кормовых добавок и ветеринарных препаратов. Отрасль привлекательна по критерию рентабельности (отраслевая норма рентабельности выше средней по экономике).

Ключевые слова: стратегический анализ, рынок продукции свиноводства, инвестиции, инновации, отраслевая прибыльность

Благодарности: работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО Вятская ГСХА на 2016–2020 гг., финансируемого за счет субсидии на выполнение государственного задания.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Костенко О.В. Свиноводство России: основные экономические характеристики отрасли. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(3):290–297. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.290-297>

Поступила: 09.04.2019

Принята к публикации: 23.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Economic characteristics of pig breeding in Russia

© 2019. Olga V. Kostenko ✉

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

The article presents the results of analytical studies of the main economic characteristics of pig production in Russia. Theoretical and methodological basis was developed according to the works on the theory of strategic management. The information base for the study was formed upon the data from the Federal State Statistics Service of Russia, National Union of Swine Breeders, AFK Group of Companies (St. Petersburg), expert-analytical center of agribusiness (Maykop), annual reports of the largest Russian agricultural holdings. On the whole, the industry is attractive in terms of opportunities for development and viability of investment. Annual production volumes are 3.5 million tons of pork in slaughter weight, or about 300–400 billion rubles. The market is growing at a rate of at least 5% per year, but growth rates are slowing. The industry is highly consolidated; 20 large vertically integrated holdings provide 62% of output. Pig products are standardized and intended for further processing; price competition prevails in the markets. Self-sufficiency in domestic products has exceeded 90% in recent years. The share of import has significantly decreased. The industry is characterized by high capital intensity; the cost of investment projects is estimated in the billions of rubles. Innovative development of pig production in Russia has been adopting imported technologies and developments. The level of dependence on imported machinery and equipment, breeding materials, feed additives and veterinary drugs is critical. The industry is attractive upon profitability criterion (industry profitability rate is above the average for the economy).

Keywords: strategic analysis, pig production market, investments, innovations, industry profitability

Acknowledgement: the work was carried out as part of the research plan of Vyatka State Agricultural Academy for 2016–2020, funded by a state budget subsidy.

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

For citation: Kostenko O.V. Economic characteristics of pig breeding in Russia. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(3):290–297. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.290-297>

Received: 09.04.2019

Accepted for publication: 23.05.2019

Published online: 18.06.2019

Российское свиноводство претерпело за последнее десятилетие значительные изменения. Спад отрасли достиг «дна» в 1999 г., после чего начался медленный рост объемов производства продукции свиноводства. Значительную роль в этом сыграли программы государственной поддержки сельского хозяйства [1]. В 2017 г. в России восстановлены и даже несколько превышены (101,4%) объемы производства 1990 г.

За это время внутри отрасли произошли очень серьезные структурные изменения. Спад начался в 1991 г., и к 1999 г. производство свинины в убойном весе сократилось в 2,3 раза. При этом хозяйства населения уменьшили производство всего на 10%, тогда как в сельскохозяйственных организациях произошло буквально «обрушение» объемов (в 6 раз, с 2290 до 380 тыс. т в убойном весе). В результате к 1999 г. хозяйства населения выращивали уже 72% общероссийского производства свинины (для сравнения, в дореформенный 1990 г. – 34%).

С 2000 г. началось медленное восстановление отрасли на фоне общего постепенного оживления экономики страны. В 2008 г., с принятием и реализацией приоритетного национального проекта «Развитие АПК», начался новый этап развития сельского хозяйства в целом и свиноводства в частности [2, 3]. Государственная поддержка позволила сельскохозяйственным организациям, в том числе крупным аграрным холдингам России, кардинально обновить производственные мощности, перейти на новые экономичные технологии содержания и кормления животных. Как результат, в 2017 г. производство свинины в сельскохозяйственных организациях на 27% превысило показатели 1990 г. и составило 82,5% от общего производства по стране. Соответственно, доля хозяйств населения сократилась до 16%.

Сегодня свиноводство является одной из самых технологичных отраслей сельского хозяйства России. Высокий уровень ведения хозяйства и амбиции топ-менеджмента свиноводческих предприятий позволяют не только обеспечивать внутренние потребности, но и выстраивать агрессивные стратегии развития с выходом на внешние рынки. Реализация предприятиями новых возможностей должна быть построена, в том числе на базе качественного стратегического анализа внешней среды. Как считают признанные авторитеты в области стратегического менеджмента А.А. Томпсон и

А.Дж. Стрикленд¹, одно из его базовых направлений – анализ экономических характеристик отрасли.

Цель исследований – материал, представленный в данной статье, является частью научной работы по обоснованию методов управления финансовой конкурентоспособностью свиноводческих предприятий в контексте стратегического и финансового менеджмента. Выбор и обоснование бизнес-стратегии, а также финансовой стратегии должны учитывать специфику отраслей. В связи с этим цель данного этапа исследований – выявить основные экономические характеристики отрасли свиноводства.

Материал и методы. Теоретической и методологической основой исследования послужили научные концепции и результаты исследований по теории стратегического менеджмента. В процессе исследования были использованы общенаучные подходы (системный подход, диалектический и абстрактно-логический методы), модель анализа экономических характеристик отрасли в стратегическом менеджменте, экономико-статистические методы. Эмпирическую базу составили данные Федеральной службы государственной статистики, Национального союза свиноводов, Группы компаний АФК (г. Санкт-Петербург), Экспертно-аналитического центра агробизнеса (г. Майкоп), годовые отчеты крупнейших агрохолдингов России (ГК «РусАгро», ГК «Черкизово», ГК «АгроЭко» и других).

Результаты и их обсуждение. Представим основные экономические характеристики российской отрасли свиноводства с помощью стандартного набора критериев, принятых в концепции стратегического управления. Первая характеристика – размер рынка, темпы роста и стадии жизненного цикла. Данные о размере предложения на рынке свинины в натуральных показателях показаны на рисунке 1 (составлен на основании данных Росстата и Экспертно-аналитического центра агробизнеса). Рынок устойчиво растет последние 16 лет («дно» пришлось на 1999 г.).

По темпам роста рынок продукции свиноводства, вне всяких сомнений, следует отнести к рынкам, находящимся в стадии роста. Ежегодный прирост натуральных объемов составляет 5-10% (использованы данные Росстата и Экспертно-аналитического центра агробизнеса). Однако темпы прироста постепенно снижаются (рис. 2).

¹Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии: учебник для вузов / пер. с англ.; под ред. Л.Г. Зайцева, М.И. Соколовой. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. 576 с.

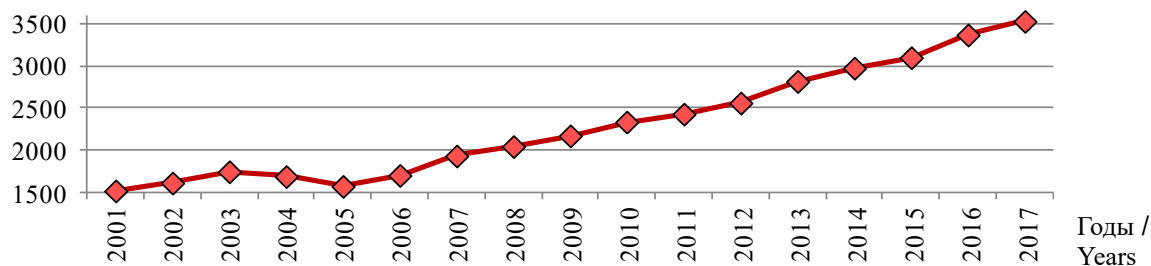


Рис. 1. Предложение на рынке свинины (производство и импорт), тыс. т /
Fig. 1. Supply in the pig market (production and import), thousand tons

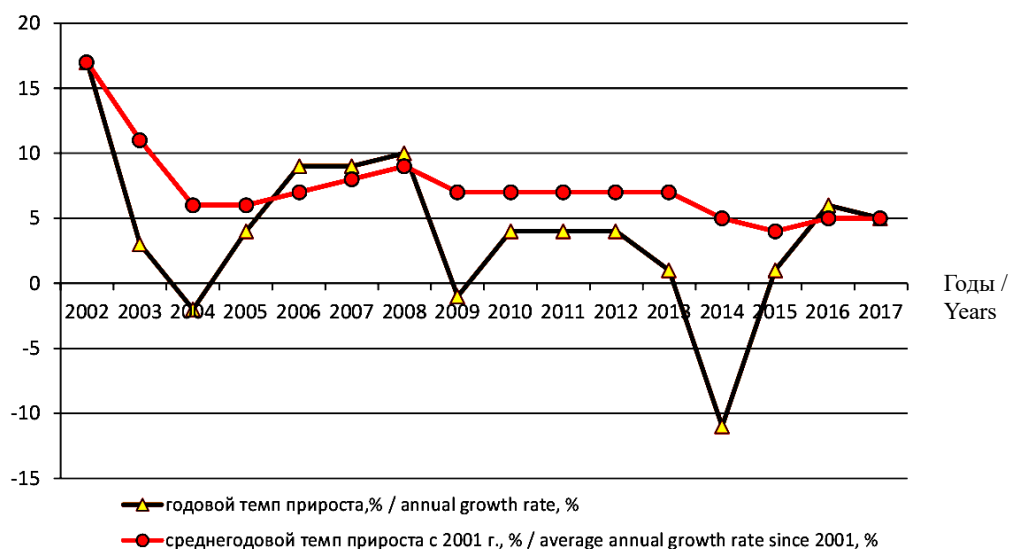


Рис. 2. Темпы роста российского рынка продукции свиноводства /
Fig. 2. The growth rates of pig market in Russia

Вторая характеристика отрасли – масштаб конкуренции. При определении этого параметра мы учитывали данные о мировом производстве продукции свиноводства, а также об особенностях территориального размещения свиноводства в России. В отрасли можно выделить сегменты с глобальным, национальным, межрегиональным и региональным уровнями конкуренции. В любом регионе России есть мелкие производства, которые ориентируются на локальные и региональные рынки (малые предприятия – сельскохозяйственные организации, а также малые формы хозяйствования – ЛПХ и К(Ф)Х). Крупные и средние производители нацелены на поставки свиней не только на рынок своего региона, но и в соседние регионы. Предприятия – лидеры отрасли (например, производители Белгородской, Курской, Воронежской областей) однозначно оперируют на уровне национального рынка и внешних рынков.

Третья характеристика отрасли – уровень концентрации и консолидации. Свиноводство характеризуется чрезвычайно высоким уровнем концентрации [4]. По данным Национального союза свиноводов России, двадцать

крупнейших предприятий обеспечили в 2017 г. 62% производства свинины на убой (табл. 1).

Данная тенденция в свиноводстве характерна в целом для мировой практики. Так, А.Н. Анищенко [5] констатирует, что в высокоразвитых странах наблюдается устойчивая тенденция к росту концентрации в свиноводстве независимо от форм собственности и хозяйствования. Основываясь на анализе мирового опыта развития свиноводства, К.А. Лайшев, И.К. Дубовик и Л.П. Шульга [6] считают, что и далее доля крупных предприятий промышленного типа будет возрастать. Этому будут способствовать разработка новых методов ускоренного воспроизводства поголовья, систем кормления и содержания животных, новые строительные и технологические решения.

Четвертая характеристика отрасли – степень вертикальной интеграции компаний, которая чрезвычайно высока в свиноводстве. Так, практически все компании из TOP-20 свиноводческой отрасли являются крупными вертикально-интегрированными холдингами. Для кого-то из них свиноводство не является главным бизнесом (крупнейший российский

производитель свинины АПХ «Мираторг»), для других, напротив, составляет его основу (ООО «ГК Агро-Белогорье» Белгородской области). Тем не менее, анализ выявляет некий стандартный набор отраслей в портфеле бизнесов холдингов, которые связаны со свиноводством. Это, как правило, растениеводство, производство комбикормов, переработка мяса. В большинстве таких компаний бизнес стратегически основан на создании замкнутой цепочки производства «от поля до

прилавка». Так, в основе бизнес-модели ГК «РусАгро» «лежит идея вертикальной интеграции. Сахарное, мясное и масложировое бизнес-направления имеют полный цикл производства, а сельскохозяйственное – обеспечивает их сырьем. Вертикально интегрированная структура бизнеса позволяет использовать преимущества диверсификации и эффективно управлять всеми элементами цепочки создания стоимости» (источник – годовой отчет ГК «РусАгро» за 2017 г.).

Таблица 1 - TOP-20 производителей свинины в России (2017 г.) /
Table 1 - TOP-20 of pork producers in Russia (2017)

<i>Организация /</i> <i>Organization</i>	<i>Производство</i> <i>свинины на убой</i> <i>в живом весе, тыс. т /</i> <i>Production of pigs for</i> <i>slaughter in live</i> <i>weight, thousand tons</i>	<i>Доля</i> <i>в общем</i> <i>объеме, % /</i> <i>Share in total</i> <i>volume, %</i>	<i>CR_n (коэффициент рыночной концентрации) CR_n /</i> <i>(market concentration ratio)</i>
1. АПХ «Мираторг» / Miratorg Agribusiness Holding	415,16	10,9	10,9
2. ГК «Черкизово» / «Cherkizovo» Group	211,75	5,5	16,4
3. ГК «РусАгро» / Rusagro Group	207,42	5,4	21,8
4. ООО «ГК Агро-Белогорье» / Agro-Belogorie Group, LLC	178,90	4,7	26,5
5. ООО «Великолукский свиноводческий комплекс» / Velikoluksky pig breeding complex LLC	175,01	4,6	31,1
6. ООО «Агропромкомплектация» / Agropromkomplektatsiya LLC	163,16	4,3	35,4
7. АО «Сибирская Аграрная Группа» / Siberian Agrarian Group JSC	129,78	3,4	38,8
8. ООО «КоПитания» / CoPitania LLC	106,52	2,8	41,6
9. ГК «Агроэко» / Agroeco Group	90,00	2,4	44,0
10. ООО «Агрофирма Ариант» / Agrofirma Ariant LLC	87,07	2,3	46,3
11. ООО «Агропромышленная Корпорация ДОН» / Agroindustrial Corporation DON LLC	86,26	2,3	48,6
12. ГК «Останкино» / Ostankino Group	80,00	2,1	50,7
13. ООО «Белгранкорм» / Belgrankorm LLC	65,47	1,7	52,4
14. АВК «Эксима» / AVK Exima	61,50	1,6	54,0
15. Агрохолдинг «Талина» / Agroholding Talina	57,74	1,5	55,5
16. ООО «Коралл» / Coral LLC	52,15	1,4	56,9
17. ООО «Камский бекон» / Kamsky bacon LLC	48,50	1,3	58,2
18. ООО «Башкирская мясная компания» / Bashkir Meat Company LLC	48,08	1,3	59,5
19. ООО «Комос Групп» / Komos Group LLC	46,67	1,2	60,7
20. ООО «УК РБПИ Групп» / UK RBPI Group LLC	46,45	1,2	61,8
Итого TOP-20 / Total TOP-20	2 357,57	61,8	-
Остальные / The rest	1 458,58	38,2	-
Всего / Total number	3 816,15	100,0	-

Высокая доля вертикально-интегрированных компаний в свиноводстве характерна для компаний по всему миру [7]. А.И. Тихомиров [8] подчеркивает, что в свиноводстве наиболее эффективны интегрированные холдинги, включающие производство комбикормов, репродукцию молодняка, убой и переработку животных, а также реализацию готовой продукции.

Пятая характеристика отрасли – наличие (или отсутствие) эффекта масштаба. В отрасли свиноводства он проявляется достаточно отчетливо. Так, К.А. Лайшев, И.К. Дубовик и Л.П. Шульга [6] считают, что сегодня в отрасли наиболее эффективны свинокомплексы с мощностью 108 тыс. голов и выше.

Эффект масштаба усиливается, например, из-за требований к уровню биологической защиты свиноводческих помещений в связи с угрозой атипичной чумы свиней [9]. Минсельхоз России в 2010 г. утвердил требования к зооветеринарному статусу свиноводческих хозяйств (Приказ Минсельхоза России № 258 от 23.07.2010). Определение зоосанитарного статуса – компартментализация – производится на основе анализа рисков, связанных с распространением возбудителей заразных болезней животных, и характеризует степень защищенности компартмента (один из четырех уровней).

По данным АФК², низкая конкурентоспособность малых производств и их несоответствие минимальным требованиям биологической безопасности также связаны с высокими затратами на мероприятия по подтверждению необходимого уровня компартмента.

В целом можно отметить, что такие характеристики, как уровень концентрации, доля вертикально-интегрированных компаний и эффект масштаба в отрасли коррелируют между собой в значительной степени и напрямую влияют на шестую характеристику отрасли – необходимый размер капиталовложений, исчисляемый миллиардами рублей [10]. В качестве примера «небольшого комплекса» можно привести проект компании «Дымов» по строительству к 2019 г. в Ивановской области свиноводческого комплекса. Проект предусматривает содержание 30 тыс. свиней и производство 10 тыс. т мяса в год, с объемом инвестиций только на первом этапе строительства 1,6 млрд руб. Крупный инвестиционный проект реализует ООО «Мираторг-Курск»³ по строительству комплекса по выращиванию, убою и переработке мяса свиней мощностью

400 тыс. т в год. Объем инвестиций составляет 68,4 млрд руб. Планируется, что проект должен быть завершен к 2024 г.

Тенденция к концентрации свиноводства в сельскохозяйственных организациях существует и в Кировской области. Данные о поголовье свиней в разрезе категорий хозяйств и районов области ярко это подтверждают. Сокращается поголовье в личных подсобных хозяйствах. Подавляющее большинство сельскохозяйственных организаций в районах области отказалось от свиноводства. Поголовье сконцентрировано в предприятиях областного центра (из них 75% приходится на агрохолдинг «Дороники» и 10% на ЗАО «Заречье»), а также в Куменском районе (где находится отделение холдинга «Дороники»).

Седьмая характеристика отрасли – степень стандартизации продукции, характеристика потребителей и каналов продаж. Как и многие виды сельскохозяйственного сырья, свинина относится к виду стандартизованных товаров. В соответствии с государственным стандартом «ГОСТ 31476-2012. Межгосударственный стандарт. Свиньи для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 16.10.2012 № 507-ст) установлены категории свиней для убоя; категории свинины; классы свинины от молодняка массой туш от 50 до 120 кг в зависимости от выхода мышечной ткани. По этой причине на рынке продукции свиноводства преобладает конкуренция по цене при соблюдении стандартов качества по категориям и классам свиней и свиных туш.

Большая часть продукции свиноводства (порядка 80%, данные А.Н. Анищенко [5]) реализуется в живом весе. Продукция сельскохозяйственных производителей предназначена для дальнейшей переработки (рынок В2В). Значительная доля продукции свиноводства перерабатывается внутри вертикально-интегрированных холдингов. ГК «РусАгро» реализует на рынках В2В живок, полутуши, промышленный крупный кусок, субпродукты, а на рынке В2С – крупный кусок и охлажденные полуфабрикаты (данные из годового отчета ГК «РусАгро» за 2017 г.). ГК «Черкизово», обладая собственной системой логистики и автопарком, осуществляет ежедневные рефрижераторные поставки продукции во все федеральные округа России. Компания сотрудничает с такими

²Анализ рынка свинины в России в 2016 г. [Электронный ресурс]. АФК Группа компаний. Режим доступа: <http://afkgroup.com/upload/files/Рынок%20свинины.pdf> (дата обращения 16.10.2018).

³<http://afkgroup.com/upload/files/Рынок%20свинины.pdf>

крупными операторами рынка, как X5 RetailGroup, «Ашан», «Билла», «Реал», «Метро» и другими, а также работает с независимыми дистрибьюторами, которые снабжают небольшие предприятия розничной торговли (данные из годового отчета ГК «Черкизово» за 2017 г.).

На свободном рынке покупателями также являются предприятия, занимающиеся переработкой мяса. Учитывая ценовую конкуренцию, можно ожидать значительного давления переработчиков на средние по размерам свиноводческие хозяйства.

Восьмая характеристика – особенности технологии отрасли и значение инноваций. Технологическое развитие и внедрение инноваций является исключительно важным фактором развития свиноводства [6, 11, 12]. В качестве основных инноваций можно выделить следующие [13]: новые технологии содержания животных (обновление техники и оборудования); племенная и селекционная работа (новые породы и методы работы); новые технологии кормопроизводства и кормления животных; решение проблем экологии, в первую очередь, новые технологии утилизации навоза.

Таблица 2 - Импорт и экспорт чистопородных племенных свиней, гол. /
Table 2 - Import and export of purebred breeding pigs, heads

<i>Операции / Operations</i>	<i>2010 г.</i>	<i>2011 г.</i>	<i>2012 г.</i>	<i>2013 г.</i>	<i>2014 г.</i>
Импорт / Import	18 364	38 808	35 812	18 540	6 777
Экспорт / Export	-	270	559	-	187

Девятая, итоговая характеристика отрасли – ее прибыльность в сравнении со средней прибыльностью по экономике. К сожалению, в открытом доступе отсутствуют данные о рентабельности активов и продаж свиноводства. Как крупные аграрные холдинги, так и небольшие сельскохозяйственные организации ведут многопрофильный бизнес. Показатели прибыли в их финансовой отчетности являются совокупным результатом хозяйствования по нескольким отраслям.

Отдельные данные о рентабельности продаж упоминаются в научных публикациях. А.И. Тихомиров [8], со ссылкой на источники в Минсельхозе России, приводит данные об уровне рентабельности производства свинины в сельскохозяйственных организациях за период 2008-2014 гг. Показатель изменяется в диапазоне от 7,7 до 24,5%. Годовые отчеты компаний также раскрывают отдельные показатели эффективности. Группа «Русагро» (2017 г.) раскрывает показатель маржинальности в сегменте

Многие исследователи обращают внимание на повышенную зависимость отечественного свиноводства от глобальных зарубежных компаний:

- по данным [1, 14], степень заимствования инноваций крупными холдингами составляет 100% по технике и оборудованию. Наиболее распространено оборудование Big Dutchman (Германия) и Roxell (Бельгия);

- российские производители используют породы зарубежной селекции [15, 16]. Так, «Агроэко» применяет высокопродуктивную европейскую генетику (годовой отчет компании за 2017 г.). Однако российские холдинги уже осознают критический уровень зависимости и приступили к созданию собственных селекционных центров и племенных ферм. Данные об импорте племенных животных представлены в таблице 2, составлено по данным⁴.

- велика зависимость российского свиноводства от импортных кормовых добавок и ветеринарных препаратов [8, 17]. Очевидно, что для дальнейшего развития российского свиноводства критичным становится переход на российские инновационные разработки.

свиноводства – 26%. ГК «Черкизово» показывает валовую рентабельность сегмента свиноводства в размере 37,1%, операционную рентабельность – 33,8%. Из этого можно с невысокой погрешностью предположить, что рентабельность свиноводства в крупных вертикально-интегрированных холдингах находится на уровне выше средней по экономике. Повидимому, то же самое можно утверждать и в отношении успешных сельскохозяйственных организаций, относящихся к категории малых и средних предприятий. Косвенно это подтверждается тем фактом, что отрасль устойчиво развивается последние 10 лет, осуществляются крупные инвестиционные проекты, растут объемы производства продукции.

Выводы. В целом по итогам исследования можно констатировать, что отрасль привлекательна с точки зрения возможностей развития и целесообразности инвестиций. Об этом свидетельствуют следующие факты:

⁴Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2015. М.: Росстат, 2015. 201 с. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138718713500

- объем производства продукции отрасли в год – 3,5 млн т свинины в убойном весе или порядка 300-400 млрд руб. в стоимостном выражении;

- рынок растет не менее чем на 5% в год (в натуральных показателях), однако темпы роста замедляются;

- отрасль в высокой степени консолидирована, на 20 крупных вертикально-интегрированных холдингов приходится 62% выпуска продукции;

- продукция свиноводства стандартизирована и предназначена для дальнейшей переработки, на рынках преобладает ценовая конкуренция;

- самообеспеченность продукцией отечественного производства в последние годы

превысила 90%, существенно сократилась доля импорта;

- отрасль характеризуется высокой капиталоемкостью, стоимость инвестиционных проектов исчисляется в миллиардах рублей;

- инновационное развитие российского свиноводства идет по пути заимствования импортных технологий и разработок. В настоящий момент критичным является уровень зависимости от импортных техники и оборудования, племенного материала, кормовых добавок и ветеринарных препаратов;

- отрасль привлекательна по критерию рентабельности, отраслевая норма рентабельности выше средней по экономике.

Список литературы

1. Смирнова В.В. Государственная поддержка развития свиноводства на Северо-Западе России. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016;(44); 195-200. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27674944>
2. Кижлай Г.М., Кочурова Е.В., Рогалева Н.С. Импортзамещение продукции животноводства и факторы, его обуславливающие. Аграрный вестник Урала. 2016;(4):98-108. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25992768>
3. Судаков В.Г., Щербаков И.В. Состояние и перспективы развития свиноводства в Свердловской области. Аграрный вестник Урала. 2009;(1):65-67. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12365580>
4. Клименко А.И., Третьякова О.Л., Свиначев И.Ю., Дегтярь А.С. Состояние и перспективы развития отрасли свиноводства в Российской Федерации. Вестник Донского государственного аграрного университета. 2017;(4-1);41-50. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32273624>
5. Анищенко А.Н. Актуальные проблемы и перспективы развития подотрасли свиноводства. Проблемы развития территории. 2017;(4):146-160. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29817505>
6. Лайшев К.А., Дубовик И.К., Шульга Л.П. Свиноводство Северо-Запада РФ: проблемы и решения. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015;(39):279-285. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24853320>
7. Первый саммит по свиноводству. Сельскохозяйственные Вести. 2017;(3);50-53. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30774051>
8. Тихомиров А.И. Свиноводство России в современных экономических условиях. Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2016;(20):90-98. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28888236>
9. Смирнова М.Ф., Смирнова В.В. Развитие отраслей, производящих мясо, в Ленинградской области. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017;(4); 193-202. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32414111>
10. Долгих О.В., Грибанов В.С., Душкин В.Н., Ивашкин С.А. Основные направления развития регионального АПК на инновационном основе. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014;(1-2);231-236. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21769242>
11. Ткачук Е.В. Проблемы разработки и реализации региональных систем ведения свиноводства в рыночных условиях. Никоновские чтения: 2014;(19):205-208. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22704544>
12. Васильченко М.Я. Процессы, приоритетные направления и условия инновационного развития животноводства. Островские чтения. 2017;(1);174-179. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30396122>
13. Смирнова В.В., Смирнов М.Ф. Развитие свиноводства в условиях интенсификации отрасли. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016;(42);240-247. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26245108>
14. Третьякова О.Л., Свиначев И.Ю., Святогоров Н.А., Гревцов О.В. Оценка технологий промышленного свиноводства соответствии критериям наилучших доступных технологий. Эффективное животноводство. 2017;(8);43-45. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30554734>
15. Суслина Е.Н. Состояние и научное обеспечение племенного свиноводства в Российской Федерации. Свиноводство. 2016;(6);4-7. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26732379>
16. Павлова С.В., Николаева И.В., Щавликова Т.Н. Состояние племенной и товарной базы свиноводства Российской Федерации на начало 2017 года. Эффективное животноводство. 2017;(8);11-13. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30554723>
17. Петрова О.Г., Искандарова Н.И. Вопросы импортзамещения в организации специфической профилактики инфекционных болезней животных. Аграрный вестник Урала. 2016;(10):37-41. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28355905>

References

1. Smirnova V.V. *Gosudarstvennaya podderzhka razvitiya svinovodstva na Severo-Zapade Rossii*. [The government support of pig production in the North-West of Russia] *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;(44); 195-200. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27674944>
2. Kizhlay G.M., Kochurova E.V., Rogaleva N.S. *Importozameshchenie produktsii zhivotnovodstva i faktory, ego obuslavlivayushchie*. [Import substitution of livestock products and the factors causing it]. *Agrarnyy vestnik Urala* = *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016;(4):98-108. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25992768>
3. Sudakov V.G., Shcherbakov I.V. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya svinovodstva v Sverdlovskoy oblasti*. [The state and prospects for the development of pig breeding in Sverdlovsk region]. *Agrarnyy vestnik Urala* = *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2009;(1):65-67. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12365580>
4. Klimenko A.I., Tret'yakova O.L., Svinarev I.Yu., Degtyar' A.S. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya otrasli svinovodstva v Rossiyskoy Federatsii*. [The state and development prospects of pig industry in the Russian Federation]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Don State Agrarian University*. 2017;(4-1):41-50. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32273624>
5. Anishchenko A.N. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya podotrasli svinovodstva*. [Actual problems and prospects for the development of a sub-sector of pig breeding]. *Problemy razvitiya territorii* = *Problems of Territory's Development*. 2017;(4):146-160. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29817505>
6. Layshev K.A., Dubovik I.K., Shul'ga L.P. *Svinovodstvo Severo-Zapada RF: problemy i resheniya*. [Pig breeding in the North-West of the Russian Federation: problems and solutions]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2015;(39):279-285. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24853320>
7. *Pervyy sammit po svinovodstvu*. [The first summit on pig breeding]. *Sel'skokhozyaystvennye Vesti*. 2017;(3):50-53. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30774051>
8. Tikhomirov A.I. *Svinovodstvo Rossii v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh*. [Pig production in Russia in current economic environment]. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta*. 2016;(20):90-98. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28888236>
9. Smirnova M.F., Smirnova V.V. *Razvitie otrasley, proizvodyashchikh myaso, v Leningradskoy oblasti*. [The development of meat-producing industries in Leningrad region]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2017;(4): 193-202. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32414111>
10. Dolgikh O.V., Gribanov V.S., Dushkin V.N., Ivashkin S.A. *Osnovnye napravleniya razvitiya regional'nogo APK na innovatsionnoye osnove*. [The main directions of development of regional agro-industrial complexes on an innovative basis]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh state agrarian university*. 2014;(1-2):231-236. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21769242>
11. Tkachuk E.V. *Problemy razrabotki i realizatsii regional'nykh sistem vedeniya svinovodstva v rynochnykh usloviyakh*. [Problems of development and implementation of regional systems of pig breeding in market conditions]. *Nikonovskie chteniya*. 2014;(19):205-208. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22704544>
12. Vasil'chenko M.Ya. *Protsessy, prioritetye napravleniya i usloviya innovatsionnogo razvitiya zhivotnovodstva*. [Processes, priorities and conditions of innovative development of livestock breeding]. *Ostrovskie chteniya*. 2017;(1):174-179. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30396122>
13. Smirnova V.V., Smirnov M.F. *Razvitie svinovodstva v usloviyakh intensifikatsii otrasli*. [The development of pig production in the conditions of industry intensification]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;(42):240-247. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26245108>
14. Tret'yakova O.L., Svinarev I.Yu., Svyatogorov N.A., Grevtsov O.V. *Otsenka tekhnologiy promyshlennogo svinovodstva sootvetstviyu kriteriyam nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy*. [Assessment of industrial pig breeding technologies in accordance with the criteria of the best available technologies]. *Effektivnoye zhivotnovodstvo*. 2017;(8):43-45. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30554734>
15. Suslina E.N. *Sostoyaniye i nauchnoye obespechenie plemennogo svino-vodstva v Rossiyskoy Federatsii*. [Status and scientific support of breeding pig production in the Russian Federation]. *Svinovodstvo*. 2016;(6):4-7. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26732379>
16. Pavlova S.V., Nikolaeva I.V., Shchavlikova T.N. *Sostoyaniye plemennoy i tovarnoy bazy svinovodstva Rossiyskoy Federatsii na nachalo 2017 goda*. [The state of the breeding and commodity base of pig breeding of the Russian Federation at the beginning of 2017]. *Effektivnoye zhivotnovodstvo*. 2017;(8):11-13. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30554723>
17. Petrova O.G., Iskandarova N.I. *Voprosy importozameshcheniya v organizatsii spetsificheskoy profilaktiki infektsionnykh bolezney zhivotnykh*. [The problems of import substitution in the organization of the specific prevention of infectious diseases in animals]. *Agrarnyy vestnik Urala* = *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016;(10):37-41. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28355905>

Сведения об авторах:

✉ **Костенко Ольга Владимировна**, кандидат экон. наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, руководитель управления экономики и финансов ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Октябрьский пр-т, 133, г. Киров, Российская Федерация, 610017, e-mail: info@vgsha.info, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0003-3689-3413>, e-mail: kostenko_ov@vgsha.info.

Information about the authors:

✉ **Olga V. Kostenko**, PhD in Economics; associate professor, the Chair of Accounting and Finances, Head of the Administrative Office for Economics and Finance, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vyatka State Agricultural Academy", Oktyabrsky avenue, 133, Kirov, Russian Federation, 610017, e-mail: info@vgsha.info, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0003-3689-3413>, e-mail: kostenko_ov@vgsha.info.

✉ - Для контактов / Corresponding autor

ДИСКУССИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ / DISCUSSION PAPERS

ПРИГЛАШЕНИЕ К ДИСКУССИИ

Редакция журнала открывает новую рубрику «**Дискуссии**» с публикации коллектива авторов «*Конкурентоспособный комплекс техники и технологии для производства зерна и кормов*». В статье дана характеристика конкурентоспособной отечественной техники, превосходящей по основным показателям лучшие зарубежные аналоги и хорошо себя зарекомендовавшей на полях России. Но процесс наполнения сельского хозяйства энергонасыщенными «высокоэффективными» импортными машинами и агрегатами запущен уже давно, что, несомненно, разрушило отечественное машиностроение. И нужен ли для полей России трактор тягового класса 5 т с соответствующим комплексом техники, вызывающий переуплотнение почв и другие вопросы? Нужны ли российским регионам польские и югославские зерносушилки при наличии собственной эффективно функционирующей научно-производственной базы для разработки и производства зерносушительных и зерноочистительных машин? Мнение российских ученых на этот счет пока звучит слабо и не ясно.

Мы надеемся, что публикация этого материала будет способствовать широкому профессиональному обсуждению проблемы конкурентоспособности разработок отечественного машиностроения как среди ученых, так и сельхозпроизводителей. Приглашаем к дискуссии коллег-ученых, обладающих доказательной базой сравнительного испытания машин-аналогов отечественного и зарубежного производства, представителей министерств сельского хозяйства РФ и российских регионов, сельхозтоваропроизводителей, других заинтересованных лиц с публикациями научных, аналитических, обзорных или практических материалов по обозначенной проблеме. Краткие комментарии, полученные в ходе дискуссии, будут собраны и опубликованы по ее завершению.

Материалы с пометкой «Дискуссия» просьба направлять на адрес редакции: e-mail: agronauka-esv@fanc-sv.ru.

Главный редактор журнала, академик РАН В.А. Сысеев

Конкурентоспособный комплекс техники и технологии для производства зерна и кормов

© 2019. Н.К. Мазитов¹ ✉, Р.Л. Сахапов², Ю.Х. Шогенов³, Л.З. Шарафиев¹,
Ю.С. Ценч⁴, И.Р. Рахимов⁵

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Российская Федерация

³Отделение сельскохозяйственных наук Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

⁴ФГБНУ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Российская Федерация

⁵ООО «Челябинский компрессорный завод» г. Челябинск, Российская Федерация

Нынешнее положение в аграрном производстве – критическое. В течение последних двух десятилетий идет разрушение системы аграрного производства: уничтожены севообороты, технологии влагонакопления и влаго-сохранения, способы повышения плодородия почвы и выращивания экологически чистого зерна. Зато есть вынужденные поздние посевы и искусственная «засуха». Все это дает основу для признания отечественной селекции и семеноводства устаревшей и внедрения зарубежной, имеющей запланированные негативные воздействия не только на количественную, но и качественную безопасность. Нами предложено прорывное решение этой важнейшей стратегической проблемы. По программе НИР РАСХН-РАН разработана высококонкурентоспособная технология производства зерна и кормов на базе только отечественной техники, преобладающей по функциональным показателям над лучшими зарубежными аналогами от 2 до 5 раз, подтвержденными рядом государственных испытаний в 1990-2016 гг. и одобренными многими заседаниями НТС МСХ РФ, РАН. Созданы агрегаты из отечественных тракторов и функциональных машин, способных конкурировать с лучшими зарубежными аналогами.

Ключевые слова: импортозамещение, влагонакопление, влагосбережение, семенное ложе, себестоимость, рентабельность, здоровое жизнеобеспечение

Благодарности: исследования выполнены по программам НИР Отделения сельскохозяйственных наук РАСХН-РАН.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Шогенов Ю.Х., Шарафиев Л.З., Ценч Ю.С., Рахимов И.Р. Конкурентоспособный комплекс техники и технологии для производства зерна и кормов. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019; 20(3):299-308. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.299-308>

Поступила: 22.11.2018

Принята к публикации: 30.05.2019

Опубликована онлайн: 18.06.2019

Competitive complex of machinery and technologies for the production of grain and feed

© 2019. Nazib K. Mazitov¹ ✉, Rustem L. Sakhapov², Yuri Kh. Shogenov³,
Lenar Z. Sharafiev¹, Yuliya S. Tsench⁴, Ildar R. Rakhimov⁵

¹Kazan State Agrarian University, Kazan, Russian Federation,

²Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russian Federation,

³Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation,

⁴Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation,

⁵"Chelyabinsk Compressor Plant", Chelyabinsk, Russian Federation

The current situation in agricultural production is challenging. During the last 2 decades, the agrarian production system has been deteriorating. It concerns crop rotations, moisture accumulation and moisture conservation technologies, ways of increasing soil fertility and growing environmentally friendly grain, reducing production costs and increasing product profitability. But there are forced late sowings and artificial "drought". All this provides reasons to consider domestic breeding and seed production obsolete and to introduce the foreign analogue, which has planned negative impacts not only on quantitative, but also on qualitative safety. The article provides the solution to this major strategic problem. Under the research program of the Russian Academy of Agricultural Sciences, a highly competitive technology for the production of grain and fodder was developed on the basis of only domestic equipment that 2-5 times predominates over the best foreign

analogues in functional indicators. It was confirmed by a number of state tests in 1990-2016 and approved by numerous meetings of the Scientific and Technical Council of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, RAS. The units of domestic tractors and functional machines that can compete with the best foreign counterparts have been developed.

Keywords: import substitution, moisture accumulation, moisture conservation, seed bed, production costs, profitability, healthy life support

Acknowledgement: the study has been conducted under the research program of the Department of Agricultural Sciences RAAS, Russian Academy of Science.

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

For citation: Mazitov N.K., Sakhapov R.L., Shogenov Yu.H., Sharafiev L.Z., Tsench Yu.S., Rakhimov I.R. Competitive complex of machinery and technologies for the production of grain and feed. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019; 20(3):299-308. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.299-308>

Received: 22.11.2018

Accepted for publication: 30.05.2019

Published online: 18.06.2019

Досадным этапом в истории России стал факт появления продовольственной, кормовой и фармацевтической зависимости, который невозможно отрицать, а для ликвидации – нужны обязательные, неотложные экстремальные меры^{1,2,3} [1, 2, 3, 4, 5, 6]. За 1990-2018 гг. учеными ФГБНУ Татарский НИИСХ, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО «Южно-Уральский аграрный университет», ФГБНУ ФНАЦ «ВИМ» на базе АО ПК «Ярославич», ООО «Варнаагромаш» по программе НИР РАСХН-РАН под руководством академиков Л.П. Кормановского, В.М. Кряжкова, В.В. Бледных, Г.А. Романенко, Ю.Ф. Лачуги, А.Ю. Измайлова, В.И. Черноиванова впервые созданы патентованные экологические технологии производства продукции растениеводства и комплекс полностью импортозамещающей отечественной техники с базой функциональных показателей, которые выше лучших зарубежных аналогов от 2 до 5 раз⁴ [7, 8, 9].

Цель исследований – предложить прорывные импортозамещающие отечественные технику и эколого-энергоресурсосберегающую органическую технологию обеспечения продовольственной, кормовой, фармацевтической безопасности и независимости России, гарантирование здорового жизнеобеспечения на основе только отечественной селекции и семеноводства, исключив тенденциозную западную.

Материал и методы. Вполне логично, что достижение цели возможно только при выполнении следующих организационных условий импортозамещения продовольствия и техники:

1. Безупречное экологическое качество без ГМО.

2. Убедительная низкая себестоимость при высокой рентабельности.

3. Гарантированное массовое производство, полностью исключаящее потребность в импорте, обеспечивающее экспорт.

4. Максимальное внедрение органического земледелия.

Механизм выполнения импортоопережающей технологии следующий:

1. Исключение применения сверхтяжелой переуплотняющей почву техники под видом энергонасыщенности и нехватки кадров с неприемлемыми амортизационными отчислениями, которая на западе не применяется.

2. Восстановление приемов влагонакопления, влагосохранения и повышения плодородия, исключив искусственные наводнения и надуманные ссылки на «засуху» и поздний посев.

3. Создание и освоение в производстве отечественного импортозамещающего технологического комплекса унифицированной модульно-блочной техники с кратным импортоопережением по всем удельным показателям производительности, потребной мощности, металла и расхода топлива.

4. Широкое внедрение отечественных разработок в учебные процессы всех вузов на опыте Казанского, Южно-Уральского, Башкирского ГАУ, Вятской и Ярославской ГСХА и РГАУ-МСХА.

Научную основу исследования составляют учения Т.С. Мальцева и Жюрена (рис. 1)⁵ [10].

¹Черноиванов В.И. Цифровые технологии в АПК. Сельская жизнь. 2018. № 16 (24079). 26 апреля-2 мая. С.3.

²Лачуга Ю.Ф. Зерно общего назначения. Сельская жизнь. 2018. №27 (24090). 12-18 июля. С. 5.

³Оболенский И. 10 млн. га – сев отменяется. Региональная газета Урала, Сибири, Поволжья «Аграрные Известия». 2010. №7 (48). С. 17.

⁴N.Mazitov and R.Sakhapov, Kazan State University, Kazan, Tatarstan, Russia Amelioration of meadows and pasture lands. 2nd international conference on soil dynamics, Silsoe College, Granfield University Silsoe, Bedford, United Kingdom 23-27 August 1994.

⁵Качинский Н.А. Физика почвы. Ч.2. Водно-физические свойства и режимы почв. М.: Высшая школа, 1970. С.122. Режим доступа: <https://mexalib.com/view/41366>.

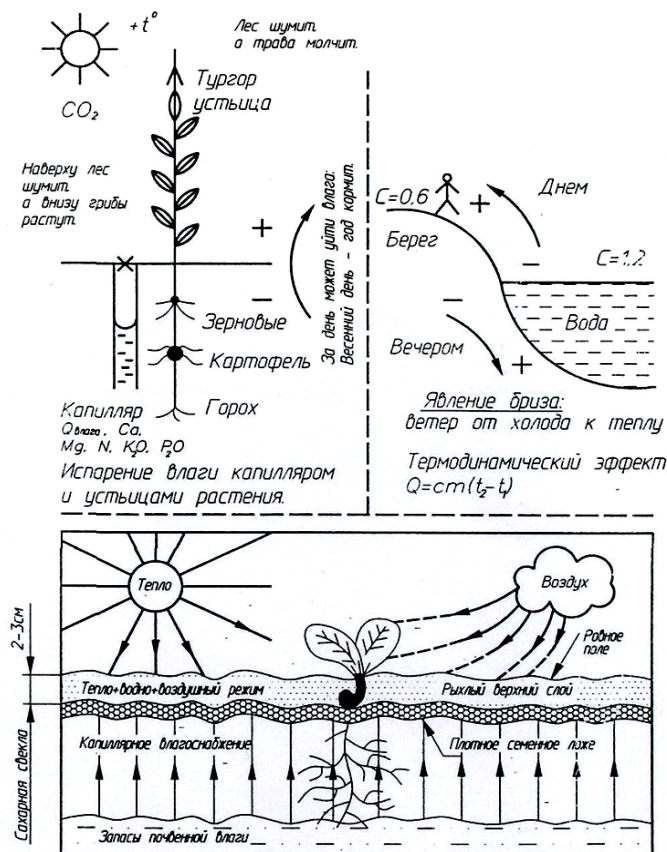


Рис. 1. Научные основы влагоаккумуляции в почве: условия испарения и сохранения почвенной влаги по закону Жюрена о капиллярном испарении почвенной влаги и конструкции семенного ложа по теории Т.С. Мальцева

Fig. 1. Scientific basis of moisture accumulation in soil: the conditions of evaporation and soil moisture conservation according to the Jurin's law on the capillary evaporation of soil moisture and the design of the seed bed according to the theory of T.S. Maltsev

Агрохимическую основу представляет учение Д.Н. Прянишникова о том, что незнание агротехники нельзя возместить применением избытка минеральных удобрений.

Результаты и их обсуждение. Обобщение результатов исследований проведено математической моделью по базовым группам функциональных показателей.

Математическое выражение – *Функция цели факторного пространства технологии производства:*

$$\Phi(\vec{x}) = \frac{\sum_{j=1}^{m_1} \sum_{i=1}^8 \alpha_{ij} \cdot \eta_{ij}}{\sum_{j=2}^{m_2} \sum_{i=1}^8 \beta_{ij} \cdot \eta_{ij}},$$

где i – порядковый номер серии показателей: 1 – здравоохранение, 2 – природоохрана, 3 – агротехника, 4 – эргономика, 5 – конструкция, 6 – энергосбережение, 7 – экономика, 8 – организация, j – порядковый номер соответствующего показателя в серии, α_{ij} и β_{ij} –

весовые коэффициенты отдельных показателей для числителя (максимизируемые) и знаменателя (минимизируемые):

$$\eta_{ij} = \frac{x_{ij}^n}{x_{ij}^{cm}},$$

где η_{ij} – относительный показатель параметра для нового n и старого cm орудия; m – количество показателей в серии.

Во-первых, функция цели должна быть формой $\Phi(\vec{X}_i)$, позволяющей минимизировать или максимизировать величину Φ в зависимости от значений X_i параметров (предметов исследований) факторного пространства поверхностной обработки почвы (объекта исследований).

Во-вторых, она строится в факторном пространстве параметров так, чтобы всякое изменение параметра X_i , влияющего на показатели технологии, вызвало бы изменение значения функции цели при прочих равных условиях.

В-третьих, должна отражать как положительные, так и отрицательные значения показателей (предметов исследования) новой машины по сравнению с предшествующей и реагировать на основные показатели.

Комплекс блочно-модульной техники ЗАО «ПК» Ярославич и ООО «Варнаагромаш» включает следующие функциональные операции и машины (рис. 2, 3):

1. Лущение стерни (влагостимулирование по Жюрену).
2. Безотвальная зяблевая обработка почвы (влагопоглощение).

3. Глубокое чизельное рыхление (влагонакопление).

4. Предпосевная обработка почвы (влагосохранение по Т.С. Мальцеву).

5. Посев на равномерную глубину (равномерные всхожесть и созревание – влагопотребление).

6. Повсходовое боронование (вместо гербицидов) (влагозакрытие).

7. Уборка с измельчением и разбрасыванием соломы (влагоукрытие).

8. Исключение паводков.



Рис. 2. Содержание влагонакапливающей технологии обработки почвы
 (Патент РФ №2457651 от 16.02.2011) /

Fig. 2. The content of moisture accumulating technology of tillage (Patent RF № 2457651 of 02/16/2011)

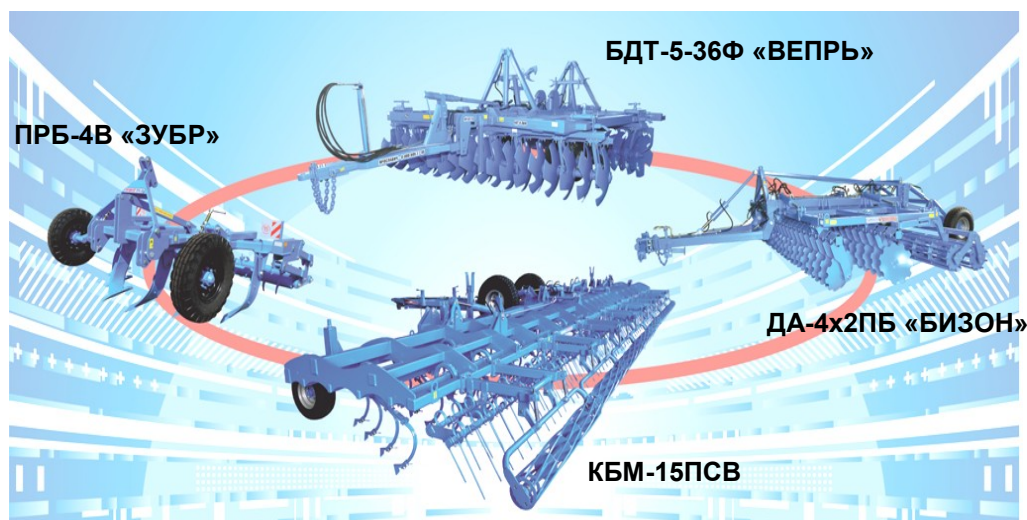


Рис. 3. Технологический комплекс импортозамещающей почвообрабатывающей техники
 ЗАО ПК «Ярославич»

Fig. 3. Technological complex of import-substituting soil-cultivating equipment for ZAO PK Yaroslavl

Для ориентировки о практической значимости техники можно привести результат визуального сравнения нашей машины в Краснодарском крае (рис. 4), который убеди-

тельно показывает высокую весомость нашей техники, что подтверждается результатами испытаний на Владимирской МИС в 2016 году.



Рис. 4. Сравнение качества работы двух культиваторов в Усть-Лабинском районе Краснодарского края в 2004 году: слева – блочно-модульного культиватора КБМ-7,2П, изготовленного в ЗАО «ПК «Ярославич» (глыбистость – 1 шт./м², выравненность – 100%, гребнистость – отсутствует)

Fig. 4. Comparison of the quality of work of two cultivators in the Ust-Labinsk district of the Krasnodar Region in 2004: on the left - the block-modular cultivator KBM-7.2P manufactured at ZAO (CJSC) PK "Yaroslavich" (bulkiness - 1 pcs / m², uniformity - 100 %, ridgeness is absent)

Технология влагонакопления и влагосбережения на основе блочно-модульной техники показала стабильные результаты в 2006-2018 гг. на полях площадью более 250 тыс. га в АО «Востокзернопродукт». В любые годы: засушливые, переувлажненные, нормальные – урожайность зерновых культур была 3,0...3,5 т/га. В 2018 году – по Республике Татарстан урожайность составила 2,25 т/га, в АО «Востокзернопродукт» – 3 т/га, пшеницы 3 класса было 85%, тогда как по России всего 22%.

Сегодня в Усть-Лабинском районе Краснодарского края работают свыше 250 культиваторов КБМ производства ЗАО «ПК «Ярославич», а всего из комплекса – более тысячи машин, имеющих преимущества по сравнению с КПС-4:

1. Ширина захвата больше в 1,8 раза (7,2 и 4,0 м).
2. Рабочая скорость – в 1,5 раза (15 и 10 км/ч).
3. Число проходов меньше в 4 раза.
4. Экономия топлива – в 2,3 раза за 1 проход (4,1 и 1,8 кг/га).
5. Общее технологическое повышение производительности в 10,8 раза (1,8х1,5х4).

6. Общее снижение расхода топлива в 9,2 раза (4х2,3).

Обоснован высококонкурентоспособный российский комплекс почвообрабатывающей техники на базе тракторов «Кировец» – флагманов отечественного сельхозмашиностроения ЗАО ПК «Ярославич» и Государственной агропромышленной Лизинговой компании «Росагролизинг», продемонстрированный 22-23 июня 2018 г. в г. Суздаль на 35-ом Чемпионате Европы по пахоте (рис. 5 и 6).

В соответствии с целью, задачами и экспериментальными исследованиями, опубликованными в [7, 8, 9], предложена следующая база оценки органической технологии производства и здорового жизнеобеспечения, что будет серьезным уточнением к предлагаемым проектам других авторов.

Здравоохранение

1. В составе конечной продукции растениеводства и животноводства не должно быть опасных для здоровья человека химических веществ.

2. Исключить возделывание генномодифицированных сортов растений и пород животных.

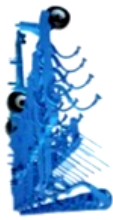
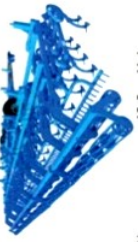
Модель трактора / Tractor model	Кировец» К-424 (кл.т – 4 т.с., мощность – 240 л.с.) / «Kirovets» K-424 (traction class - 4, power – 240 HP.)	
Плуги-рыхлители / Plows-cultivators	«Зубр» PRB-3B / «Zubr» PRB-3V  Ширина захвата 3 м Глубина обработки до 45 см / Working width 3 m Working depth up to 45 cm	
Борона дисковая тяжелая «Вепрь» / Disc heavy harrow «Vepr»	БДТ-2,5х18Ф / BDT-2.5x18F  Ширина захвата 2,5 и 3 м Глубина обработки до 20 см / Working width 2.5 and 3 m Working depth up to 20 cm	
Дисковые агрегаты «Бизон» / Disk units «Bizon»	ДА-3х2ПБ / DA-3x2PB ДА-3х2ПБТ / DA-3x2PBT ДА-4х2ПБ / DA-4x2PB ДА-4х2ПБТ / DA-4x2PBT  Ширина захвата 3 и 4 м Глубина обработки до 8-12 см / Working width 3 and 4 m Working depth up to 8-12 cm	
Культиваторы универсальные / Cultivators, universal	КБМ-11ПС-В / KBM-11PSV  Ширина захвата 8 и 11 м Глубина обработки до 4-12 см / Working width 8 and 11 m Working depth up to 4-12 cm	
Культиваторы предпосевные / Cultivators, pre-sowing	КБМ-10,8 / KBM-10.8 КБМ-10,8ПС / KBM-10.8PS КБМ-10,8ПС-4 и 4Д с выпр. / KBM-10.8PS and 4D with leveller КБМ-14,4П / KBM-14.4P КБМ-14,4ПС / KBM-14.4PS КБМ-14,4ПС-4 и 4П / KBM-14.4PS-4  Ширина захвата 10,8 и 14,4 м Глубина обработки до 4-8 см / Working width 10.8 and 14.4 m Working depth up to 4-8 cm	
Полуприцепы / Semitrailers		
ПС-15 «Гигант» с подпрессовкой / PSP-15 "Gigant" prepressing	 Грузоподъемность – 15 т Вместимость до 50 м³ / Carrying capacity – 15 t Capacity up to 50 m³	
ПС-15БМ самовальный / PS-15BM dump truck	 Грузоподъемность – 15 т Вместимость до 26 м³ / Carrying capacity – 15 t Capacity up to 26 m³	
ПС-12БМ самовальный / PS-12BM dump truck	 Грузоподъемность – 12 т Вместимость до 23 м³ / Carrying capacity – 12 t Capacity up to 23 m³	
ПС-12 герметичный кузов / PS-12 sealed body	 Грузоподъемность – 12 т Вместимость до 11,5 м³ / Carrying capacity – 12 t Capacity up to 11.5 m³	
ПРК-10 пескоразбрасыватель / PRK-10 sand spreader	 Вместимость 8 м³ Ширина распределения 2,5...8 м / Capacity 8 m³ The width of the distribution is 2.5...8 m	

Рис. 5. Импортзамещающий отечественной комплекс техники для трактора тягового класса 4 Петербургского и Ярославского заводов /
Fig. 5. Import-replacing domestic complex of equipment for a tractor of traction class 4 of St. Petersburg and Yaroslavl plants

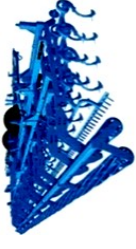
Модель трактора / Tractor model	Плуги-рыхлители / Plows-cultivators	Борона дисковая тяжелая «Вепрь» / heavy disc harrow «Yerp»	Дисковые агрегаты «Бизон» / Disk units «Bizon»	Культиваторы универсальные / Cultivators, universal	Культиваторы предпосевные / Cultivators, presowing
«Кировец» К-744 Р2 К-744 Р3 К-744 Р4 (кл.т – 5т.с., мощность – 350-428 л.с.) / «Kirovets» К-744 Р2 К-744 Р3 К-744 Р4 (traction class – 5, power – 350-428 HP.)	 «ЗУБР» ПРБ-4В / «Zubr» PRB-4V ПРБ-6П / PRB-6P Ширина захвата 4 и 6 м. Глубина обработки до 45 см / Working width 4 and 6 m. Working depth up to 45 cm	 Грузоподъемность – 25т Вместимость до 40 м ³ / Carrying capacity – 25 t Capacity up to 40 m ³ Ширина захвата 5 м Глубина обработки до 20 см / Working width 5 m Working depth up to 20 cm	 ДА-6х2ПБ / DA-6x2PB ДА-6х2ПБТ / DA-6x2PBT ДА-8х2ПБ / DA-8x2PB Ширина захвата 6 и 8 м Глубина обработки до 8-12 см / Working width 6 and 8 m Working depth up to 8-12 cm	 КБМ-15ПС-В / КБМ-15PSV Ширина захвата 15 м Глубина обработки 4-12 см / Working width 15 m Working depth up to 4-12 cm	 КБМ-10,8 / KBM-10.8 КБМ-10,8ПС / KBM-10.8PS КБМ-10,8ПС-4 и 4Д с выпр. / KBM-10.8PS and 4D with leveller КБМ-14,4П / KBM-14.4P КБМ-14,4ПС / KBM-14.4PS КБМ-14,4ПС-4 и 4П / KBM-14.4PS-4 and 4P Ширина захвата 14,4 м Глубина обработки 4-8 см / Working width 14.4 m Working depth up to 4-8 cm
Полуприцепы / Semitrailers					
	ПС-25БМ «Амата» самосвальный / PS-25BM "Armata" dump truck 	ПСП-20 «Гигант» с подпрессовкой / PSP-20 "Gigant" prepressing 	ПС-20Б самосвальный / PS-20B dump truck 		
	Грузоподъемность – 25 т Вместимость до 40 м ³ / Carrying capacity – 25 t Capacity up to 40 m ³	Грузоподъемность – 15 т Вместимость до 50 м ³ / Carrying capacity – 15 t Capacity up to 50 m ³	Грузоподъемность – 20т / Carrying capacity – 20t Вместимость до 30 м ³ / Capacity up to 30 m ³		

Рис. 6. Импортно заменяющий отечественный комплекс техники для трактора класса 5 Петербургского и Ярославского заводов /
Fig. 6. Import-replacing domestic complex of equipment for class 5 tractor of Petersburg and Yaroslavl plants

Природоохрана

1. Ограничение расхода воды путем экономного расходования полива.

2. Прекращение водной и ветровой эрозии путем прогрессивной агротехники, включающей исключение разрушения структуры почвы, уничтожения плодородия и смыва удобрений.

3. Предотвращение паводков, заиления и заражения водоемов.

4. Ликвидация уничтожения флоры и фауны.

5. Кратное снижение заражения воздуха отработавшими газами и возникновения парникового эффекта.

Агротехника

1. Применять севообороты и районированные сорта только отечественной селекции.

2. Отсутствие глыбистости и гребнистости поля, планово уничтожающих влагу.

3. 100%-ное выравнивание и подповерхностное уплотнение, способствующие полной и равномерной заделке семян и сохраняющие влагу, обеспечивающие вычесывание нитевидных сорняков, дружные всходы и их развитие, вторичные корни. Кущение, исключение гербицидов.

4. Сокращение весенних агросроков на две недели позволит полностью реализовать генетический потенциал районированных сортов по качеству, урожайности и себестоимости.

Эргономика

1. Высококачественное выравнивание рельефа и применение полугусеничной или гусеничной тяги или широкопрофильных шин создаст комфортные условия работы механизатора.

2. Шумо-, тепло- и газовая изоляция рабочего места.

3. Уменьшение времени на контроль технологического процесса.

4. Исключение ручных работ по обслуживанию.

Конструкция

1. Блочно-модульное унифицированное конструирование.

2. Ограничить применение тяговых средств класса более 5 т, полностью исключив переуплотнение почв, после чего не живут даже дождевые черви, и не развивается корневая система растений, а влага не поглощается.

3. Рабочие органы машин - только с наименьшим тяговым сопротивлением, увеличением способности крошить и самоочищаться методом вибрации и скольжения.

4. Высокая транспортабельность по автодорогам.

5. Технологическая и эксплуатационная надежность.

Энергосбережение

1. Повышение производительности агрегатов в 2...4 раза при снижении потребной мощности и расхода топлива по функциональным операциям от 2 до 3 раз, по общей технологии возделывания – в 10...12 раз.

2. Уменьшение удельной металлоемкости агрегата на метр ширины захвата в 3...4 раза.

3. Восстановление производства для сельскохозяйственного машиностроения России отечественного высококачественного металла по доступной цене.

Экономика

1. Снижение себестоимости продукции растениеводства и животноводства до 2 раз должно способствовать резкому снижению закупочных цен, сохранив рентабельность, жизнеобеспечение и здоровье всех слоев населения России, конкурентоспособность на мировом рынке.

2. Использование базовой техники в течение всего сезона полевых работ.

3. Высокое качество продукции ориентировано на экспорт.

4. Кредитование производства отечественных сельскохозяйственных машин должно быть не более 2%.

Организация

1. Полностью исключить применение на полях зарубежной, так называемой широкозахватной техники, и тяжелых тракторов, вызывающих резкое увеличение амортизационных отчислений в себестоимости конечной аграрной продукции, уничтожение влаги и переуплотнение почвы без влагопоглощения и, как следствие, поздний посев.

2. Исключить дальнейшее пагубное продолжение эксплуатации, вторичного рынка зарубежной техники, ввезенной в Россию после обязательной сдачи в металлолом нашей, веками созданной региональной техники на основе учения патриарха российского земледелия Т.С. Мальцева и его продолжателей.

3. Семена должны быть только отечественные региональные.

4. Технологией и производством техники должны заниматься не терапевты и философы, а только агротехнологи.

5. Тенденциозно заложенное уничтожение запасов влаги в почве на весенне-полевых работах нельзя оправдать якобы «засухой», что является действием против своего государства, основой создания продовольственной зависимости и служением интересам поставщиков зарубежной целенаправленной техники и импорта продовольствия.

6. Продажа зерна должна быть заменена её глубокой переработкой. Аналогично – мяса. Это – рабочие места, налоги и доходы – основы жизнеобеспечения государства.

Выводы. Проанализировав все группы функциональных показателей, первоочередными приемами в алгоритме ликвидации продовольственной и кормовой зависимости и восстановления конкурентоспособности на основе сохранения отечественной селекции, семеноводства и регионального производства зерна и кормов являются следующие:

1. Производить абсолютно экологически чистую и дешевую продукцию растениеводства и животноводства.

2. Многократно уменьшить амортизационную составляющую в себестоимости конечной продукции, создать и внедрить только отечественную технику.

3. Резко ограничить применение при производстве продукции растениеводства любых химикатов за счет высокой сортовой агротехники и органического земледелия.

4. Исключить применение импортных семян любых растений, чтобы исключить ГМО.

5. В системе «Росагролизинг» обеспечить создание, реализацию, эксплуатацию, техническое обслуживание только отечественной техники по региональным условиям, исключив применение на полях России зарубежной тенденциозной техники.

6. Пересмотреть учебные программы аграрных и финансово-экономических учебных заведений всех уровней на разработку и внедрение отечественных прорывных эколого-энергосберегающих технологий на основе отечественной конкурентоспособной техники.

Список литературы

1. Бабкин К. России нужна четкая промышленная политика. Rocstelmash REPORT. 2007(2):32-35.
2. Ежевский А.А., Черноиванов В.И. Отсутствует единая политика по сельхозмашиностроению. Машинно-технологическая станция. 2018;(3): 20-21.
3. Партасова Н.Ю. О мерах по обеспечению сельхозпроизводителей современной сельскохозяйственной техникой. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2008;(2 (3)):8-11.
4. Романенко Г.А. Вклад ученых в реализацию государственной программы по развитию сельского хозяйства. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010;(2):4-9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13082258>
5. Ушачев И.Г. Агропромышленный сектор России в условиях санкций: проблемы и возможности. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015;(3):3-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23463667>
6. Черноиванов В.И. Приоритетные направления законодательного обеспечения агропромышленного комплекса. Техника и оборудование для села. 2018;(1):2-5. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32463640>
7. Мазитов Н.К., Шарафиев Л.З., Сахапов Р.Л., Рахимов И.Р. Прорывные российские техника и технология эффективного экологического кормопроизводства. Наука и образование. Спецвыпуск, посвященный международному форуму "Инновационное развитие животноводства" 2018;(S1):283-295.
8. Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Рахимов И.Р., Бычков Г.Н. Научно-технологические приемы ликвидации продовольственной и кормовой зависимости России. Кормопроизводство. 2018;(7):43-48. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35234628>
9. Мазитов Н.К., Сорокин Н.Т., Лобачевский Я.П., Шарафиев Л.З., Сахапов Р.Л., Садриев Ф.М. Механизм ликвидации продовольственной зависимости России. Труды ГОСНИТИ. 2018;130:97-101.
10. Глухих М.А., Собянин В.Б., Собянина О.Б. Терентий Семенович Мальцев. Идеи и научные исследования. Ч.2. под ред. В. Д. Павлова. Курган: ФГУИПП "Заураль", 2005. С.31-34. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002920357>

References

1. Babkin K. *Rossii nuzhna chetkaya promyshlennaya politika*. [Russia needs a clear industrial policy]. Rocstelmash REPORT. 2007(2):32-35.
2. Ezhevskiy A.A., Chernouvanov V.I. *Otsutstvuet edinaya politika po sel'khoz mashinostroyeniyu*. [There is no unified policy on agricultural machinery]. Mashinno-tekhnologicheskaya stantsiya. 2018;(3): 20-21.
3. Partasova N.Yu. *O merakh po obespecheniyu sel'khozproizvoditeley sovremennoy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki*. [On measures to provide agricultural producers with modern agricultural equipment]. Sel'skokhozyaystvennye ma-shiny i tekhnologii. 2008;(2 (3)):8-11.
4. Romanenko G.A. *Vklad uchenykh v realizatsiyu gosudarstvennoy programmy po razvitiyu sel'skogo khozyaystva*. [The contribution of scientists to the implementation of the state program for the development of agriculture]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2010;(2):4-9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13082258>
5. Ushachev I.G. *Agropromyshlennyy sektor Rossii v usloviyakh sanktsiy: problemy i vozmozhnosti*. [Russia's agricultural sector in the context of sanctions: problems and opportunities]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2015;(3):3-8. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23463667>

6. Chernouvanov V.I. *Prioritetnye napravleniya zakonodatel'nogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa*. [Priority areas of legislative support of the agro-industrial complex]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2018;(1):2-5. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32463640>

7. Mazitov N.K., Sharafiev L.Z., Sakhapov R.L., Rakhimov I.R. *Proryvnye rossiyskie tekhnika i tekhnologiya effektivnogo ekologicheskogo kormoproizvodstva*. [Breakthrough Russian equipment and technology of effective ecological feed production]. *Nauka i obrazovanie. Spetsvyпуск, posvyashchenny mezhdunarodnomu forumu "Innovatsionnoe razvitiye zhivotnovodstva"*. 2018;(S1):283-295.

8. Mazitov N.K., Sakhapov R.L., Rakhimov I.R., Bychkov G.N. *Nauchno-tekhnologicheskie priemy likvidatsii prodovol'stvennoy i kormovoy zavisimosti Rossii*. [Scientific and technological methods for the elimination of food and feed dependence of Russia]. *Kormoproizvodstvo*. 2018;(7):43-48. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35234628>

9. Mazitov N.K., Sorokin N.T., Lobachevskiy Ya.P., Sharafiev L.Z., Sakhapov R.L., Sadriev F.M. *Mekhanizm likvidatsii prodovol'stvennoy zavisimosti Rossii*. [The mechanism for the elimination of food dependence of Russia]. *Trudy GOSNITI*. 2018;130:97-101.

10. Glukhikh M.A., Sobyenin V.B., Sobyenina O.B. *Terentiy Semenovich Mal'tsev. Idei i nauchnye issledovaniya*. [Terenty Maltsev. Ideas and research]. Ch.2. *pod red. V. D. Pavlova*. Kurgan: FGUIPP "Zaural'e", 2005. pp.31-34. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002920357>

Сведения об авторах:

✉ **Мазитов Назиб Каюмович**, доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент РАН, профессор кафедры ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ул. К. Маркса, 65, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, 420015, e-mail: info@kazgau.ru, e-mail: mazitov.nazib@yandex.ru,

Сахапов Рустэм Лукманович, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», ул. Зеленая, 1, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, 420043, e-mail: info@kgasu.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9665-1251>, e-mail: rusakhapov@gmail.com,

Шогенов Юрий Хасанович, доктор техн. наук, профессор, зав. сектором Отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук, Ленинский пр., 32 А, г. Москва, Российская Федерация, 119334, e-mail: akadema1907@mail.ru,

Шарафиев Ленар Зуфарович, кандидат техн. наук, доцент кафедры ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», ул. К. Маркса, 65, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, 420015, e-mail: info@kazgau.ru,

Ценч Юлия Сергеевна, кандидат пед. наук, доцент кафедры ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», д. 5, 1-й Институтский проезд, г. Москва, Российская Федерация, 109428, e-mail: vim@vim.ru,

Рахимов Ильдар Рашитович, кандидат техн. наук, заместитель директора ООО «Челябинский компрессорный завод», Красноармейский район, г. Челябинск, Российская Федерация, 465671

Information about authors:

✉ **Nazib K. Mazitov**, DSc in Agriculture, professor, corresponding member of RAS, professor of the Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan State Agrarian University», K. Marx str., 65, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420015, e-mail: info@kazgau.ru, e-mail: mazitov.nazib@yandex.ru,

Rustem L. Sakhapov, DSc in Engineering, professor, Head of the Department, Kazan State University of Architecture and Engineering, Zelenaya street, 1, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420043, e-mail: info@kgasu.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9665-1251>, e-mail: rusakhapov@gmail.com,

Yuri Kh. Shogenov, DSc in Engineering, professor, sector leader, the Department of Agricultural Sciences, Russian Academy of Sciences, Leninsky prospect, 32A, Moscow, Russian Federation, 119334, e-mail: akadema1907@mail.ru,

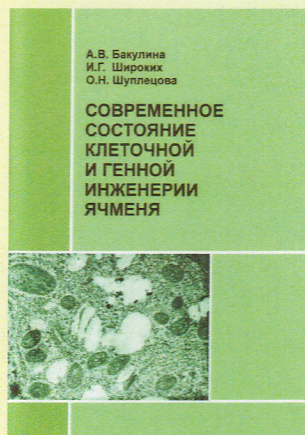
Lenar Z. Sharafiev, PhD in Engineering, associate professor of the Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan State Agrarian University», K. Marx str., 65, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420015, e-mail: info@kazgau.ru,

Yuliya S. Tsench, PhD in Pedagogics, associate professor of the Department, Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM», 1st Institutsky proezd, 5, Moscow, Russian Federation, 109428, e-mail: vim@vim.ru,

Ildar R. Rakhimov, Ph.D in Engineering, deputy director of Chelyabinsk Compressor Plant LLC, Chelyabinsk, Russian Federation, 465671

✉ Для контактов / Corresponding autor

Бакулина А.В., Широких И.Г., Шуплецова О.Н. **Современное состояние клеточной и генной инженерии ячменя (информационно-аналитический обзор)**. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2019 72 с.

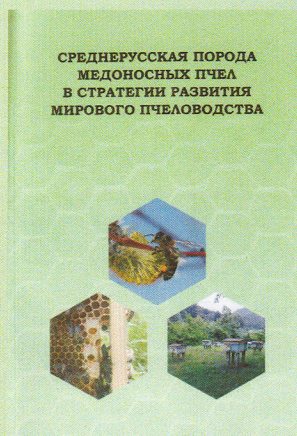


В обзоре предоставлена информация о текущем состоянии генной инженерии и клеточной селекции ячменя в контексте современных достижений молекулярной биологии и биотехнологии растений. Приведены достигнутые результаты по совершенствованию хозяйственно ценных признаков ячменя как культуры сельскохозяйственного производства, и как экспрессионной платформы для биофарминга. Приведены примеры создания с использованием генных технологий новых форм ячменя с повышенной резистентностью к вирусам, фитопатогенным грибам и вредителям, повышенной толерантностью к засухе, почвенной кислотности и токсичности алюминия, солевому стрессу, с измененными показателями качества зерна. Показано, что генно-инженерные подходы позволяют не только ускорить экспериментальный процесс создания новых генотипов, но и исследовать экспрессию генов, "выключение" и "включение" которых губительно для растительной клетки. Отдельно рассмотрены возможности и преимущества новых технологий направленной модификации генома ячменя (геномное редактирование), которые не предполагают трансгенной продукции белков. Оценены перспективы коммерциализации различных технологий для создания с их помощью новых селекционных форм ячменя в ближайшем будущем.

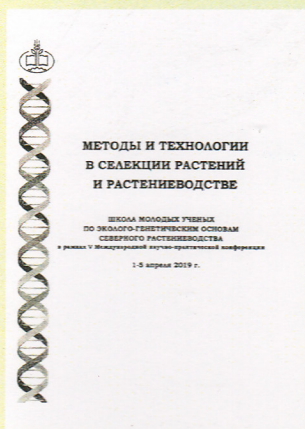
Среднерусская порода медоносных пчел в стратегии развития мирового пчеловодства: монография / под общ. ред. А.З. Брандорф, М.М. Ивойловой. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2019. 220 с.

В коллективной монографии представлены результаты теоретических и экспериментальных работ сотрудников вузов и научно-исследовательских учреждений из России и зарубежья (Южной Кореи, Польши, Японии), занимающихся решением задач по сохранению биоразнообразия пчелиных и их роли в экосистеме.

Предназначена для преподавателей, студентов, научных сотрудников, пчеловодов в качестве учебно-методического пособия, научно-практического руководства и справочника в области пчеловодства.



Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: материалы V Международной научно-практической конференции. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2019. 328 с.



В сборник материалов V Международной научно-практической конференции "Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве" вошли статьи, посвященные использованию традиционных и современных методов и технологий в селекции растений, скринингу генетических источников, организации семеноводства и питомниководства, разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур и технологических средств. Представлены исследования по оценке влияния естественных и антропогенных факторов на продукционные процессы в агроценозах.