

DOI 10.12737/issn.1997-3225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ



2020

ОКТАБРЬ-ДЕКАБРЬ
Выпуск 4

OCTOBER-DECEMBER Iss.4/2020

16+



ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

ОКТАБРЬ-ДЕКАБРЬ Вып.4/2020

Самара 2020

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

OCTOBER-DECEMBER Iss.4/2020

Samara 2020

УДК 619
ИЗЗ

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

Вып.4/2020

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации от 9 августа 2018 года журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ:

ФГБОУ ВО Самарский ГАУ
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Главный научный редактор, председатель редакционно-издательского совета:
И. Н. Гужин, кандидат технических наук, доцент

Зам. главного научного редактора:

А. В. Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Редакционно-издательский совет:

Васин Василий Григорьевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и земледелия ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

Шевченко Сергей Николаевич – чл.-корр. РАН, доктор с.-х. наук, директор ФГБНУ «Самарский НИИ сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова».

Баталова Галина Аркадьевна – академик РАН, профессор, доктор с.-х. наук, зам. директора по селекционной работе ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого».

Косхеляев Виталий Витальевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой селекции, семеноводства и биологии ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.

Есков Иван Дмитриевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений и плодородия ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.

Костин Яков Владимирович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры лесного дела, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Рязанского ГАУ им. П. А. Костычева.

Мальчиков Петр Николаевич – д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы ФГБНУ «Самарский НИИ сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова».

Баймишев Хамидулла Балтукханович – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой анатомии, акушерства и хирургии ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

Беляев Валерий Анатольевич – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры терапии и фармакологии ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ.

Никулин Владимир Николаевич – д-р с.-х. наук, проф., декан факультета биотехнологии и природопользования, профессор кафедры химии ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.

Варакин Александр Тихонович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры частной зоотехнии ФГБОУ ВО Волгоградского ГАУ.

Еремин Сергей Петрович – д-р ветеринар. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии, разведения сельскохозяйственных животных и акушерства ФГБОУ ВО Нижегородской ГСХА.

Сеитов Марат Султанович – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой незаразных болезней животных ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.

Семиволос Александр Мефодьевич – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.

Шарафутдинов Газимзян Салимович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры биотехнологии, животноводства и химии ФГБОУ ВО Казанского ГАУ.

Лущников Владимир Петрович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П. А. Столыпина.

Курочкин Анатолий Алексеевич – д-р техн. наук, проф. кафедры пищевых производств ФГБОУ ВО Пензенского ГТУ.

Крjучин Николай Павлович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механики и инженерной графики ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

Ишанков Александр Павлович – д-р техн. наук, проф. кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин Национального Исследовательского Мордовского ГУ им. Н. П. Огарева.

Уханов Александр Петрович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой тракторов, автомобилей и теплоэнергетики ФГБОУ ВО Пензенского ГАУ.

Курдюмов Владимир Иванович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой агротехнологий, машин и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П. А. Столыпина.

Коновалов Владимир Викторович – д-р техн. наук, проф. кафедры технологий машиностроения ФГБОУ ВО Пензенского ГТУ.

Петрова Светлана Станиславовна – канд. техн. наук, доцент кафедры механики и инженерной графики ФГБОУ ВО Самарского ГАУ.

Траисов Балуаш Бакишевич – академик КазНАЕН, КазАХН, д-р с.-х. наук, проф., директор департамента животноводства НАО «Западно-Казакстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана».

Боинчан Борис Павлович – д-р с.-х. наук, проф., зав. отделом устойчивых систем земледелия, НИИ полевых культур «Селекция», г. Балца, Республика Молдова.

Редакция научного журнала:

Петрова С. С. – ответственный редактор

Меньшова Е. А. – технический редактор

Федорова Л. П. – корректор

Адрес редакции: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86 (608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии

ООО «Слово»

г. Самара, ул. Песчаная, 1

Тел.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в каталоге Агентства «Роспечать» – 84460

Цена свободная

Подписано в печать 14.10.2020

Формат 60×84/8

Печ. л. 9,63

Тираж 1000. Заказ №1903

Дата выхода 29.10.2020

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 23 мая 2019 года.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-75814

UDC 619
I33

Bulletin

Samara State Agricultural
Academy

Iss.4/2020

In accordance with Order of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Ministry of Education and Science (VAK) of August 9, 2018 the journal was included in the list of the peer-reviewed scientific journals, in which the major scientific results of dissertations for obtaining Candidate of Sciences and Doctor of Sciences degrees should be published.

ESTABLISHER and PUBLISHER:

FSBEI HE Samara SAU
446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinel'skiy, 2 Uchebnaya str.

Chief Scientific Editor, Editorial Board Chairman:

I. N. Guzhin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Deputy Chief Scientific Editor:

A. V. Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Editorial and publishing council:

Vasin Vasily Grigorevich – Dr. of Ag. Sci., Professor, head of the Plant Growing and Agriculture department, FSBEI HE Samara SAU.

Shevchenko Sergey Nikolaevich – correspondent member of the RAS, Dr. of Ag. Sci., Professor, Vice-Director FSBSU «Samara Research Institute of Agriculture, named after N. M. Tulaykov».

Batalova Galina Arkadiyevna – academician of the RAS, professor, Dr. of Ag. Sci. Breeding work deputy director of the FSBU «Federal Agrarian Scientific Center of the North-East, named after N. V. Rudnitsky».

Koshelev Vityal Vityalovich – Dr. of Ag. Sci., prof., head. Department of Selection, Seed and Biology FSBEI HE Penza SAU.

Esikov Ivan Dmitrievich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the department Plant Protection and Horticulture, FSBEI HE Saratov SAU named after N. I. Vavilov.

Kostin Yakov Vladimirovich – Dr. of Ag. Sci., Dr. prof. of the Department of Forestry, Agrochemistry and Ecology FSBEI HE Ryzan SAU named after P. A. Kostichev.

Malchikov Petr Nikolaevich – Dr. of Ag. Sci. Dr., chief researcher of the laboratory for selection of spring durum wheat FSBSU «Samara Research Institute of Agriculture, named after N. M. Tulaykov».

Baimishev Hamidulla Baltukhanovich – Dr. of Biol. Sciences, prof., head. Department of Anatomy, Obstetrics and Surgery FSBEI HE Samara SAU.

Belyaev Valery Anatolyevich – Dr. of Vet. Sc., prof. of the Department of Therapy and Pharmacology FSBEI HE Stavropol SAU.

Nikulin Vladimir Nikolaevich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and Nature Management, Professor of the Chemistry Department FSBEI HE Orenburg SAU.

Varakin Alexander Tikhonovich – Dr. of Ag. Sci. prof. Department of private zootechny FSBEI HE Volgograd SAU.

Eremin Sergey Petrovich – Dr. of Vet. Sc., prof., of the Department of private zootechny, farming animals breeding and obstetrics FSBEI HE Nizhny Novgorod SAU.

Seitov Marat Sultanovich – Dr. Biol. Sciences, prof., head. Department of non-communicable diseases of animals Department FSBEI HE Orenburg SAU.

Semyvolos Alexander Meffodievich – Dr. Veterinarian. Sciences, prof. Department of Animal Diseases and Veterinary-Sanitary Expertise of the Federal State Educational Establishment of the Saratov State University named after. N. I. Vavilov.

Sharafutdinov Gazimzyan Salimovich – Dr. of Ag. Sci., prof. of the Department of Biotechnology, Livestock and Chemistry FSBEI HE Kazan SAU.

Lushnikov Vladimir Petrovich – Dr. of Ag. Sci., prof. of the Department of production and processing technology of livestock products FSBEI HE Saratov SAU named after N. I. Vavilov.

Kurochkin Anatoly Alekseevich – Dr. of Tech. Sci., Prof. of the Department Food Manufactures, FSBEI HE Penza STU.

Krjuchin Nikolay Pavlovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the Mechanics and Engineering Schedules department, FSBEI HE Samara SAU.

Ishankov Alexander Pavlovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the Mobile Energy Means and Farm Machine department, National Research Moravian SU named after Ogaryov.

Ukhanov Alexander Petrovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the tractors, automobiles and heat power engineering, FSBEI HE Penza SAU.

Kurdyumov Vladimir Ivanovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, head of the department «Safety of Ability to Live and Power», FSBEI HE Ulyanovsk SAU named after P. A. Stolypin.

Konovalev Vladimir Viktorovich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Engineering Technology, FSBEI HE Penza STU.

Petrova Svetlana Stanislavovna – Cand. of Tech. Sci., Associate Professor of the Department Mechanics and Engineering Schedules FSBEI HE Samara SAU.

Traisov Baluash Bakishevich – Academician of KazNAS, KazAAS, Dr. of Agr. Sc., Professor, Director of the Animal Husbandry Department of the SAU «West Kazakhstan ATU named after Zhanqir Khan».

Boinchan Boris Pavlovich – Dr. of Ag. Sc., prof., head. Department of Sustainable Agricultural Systems, Research Institute of Field Crops «Selection», Balti t., Republic of Moldova.

Edition science journal:

Petrova S. S. – editor-in-chief

Men'shova E. A. – technical editor

Fedorova L. P. – proofreader

Editorial office: 446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinel'skiy, 2 Uchebnaya street.

Tel.: 8 939 754 04 86 (ext. 608)

E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House

LLC «Slovo»

Samara, 1 Peschanaya street.

Tel.: (846) 267-36-82

E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Subscription catalogue index with «ROSPECHAT» Agency – 84460

Price undefined

Signed in print 14.10.2020

Format 60×84/8

Printed sheets 9.63

Print run 1000. Edition №1903

Publishing date 29.10.2020

The journal is registered in Supervision Federal Service of Telecom sphere, information technologies and mass communications (Roscomnadzor) May 23, 2019.

The certificate of registration of the PI number FS77-75814

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

DOI 10.12737/39898

УДК 633.16:631.526.32

СОЗДАНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОГО СОРТА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Долженко Дмитрий Олегович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

Калякулина Ирина Александровна, научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

Бишарев Алексей Александрович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

Дворцова Татьяна Владимировна, младший научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

Ключевые слова: ячмень, селекция, сорт, урожайность, засухоустойчивость.

Цель исследований – создание среднеспелого сорта ярового ячменя с высоким уровнем жаро- и засухоустойчивости, высокой зерновой продуктивностью, устойчивостью к полеганию и основным болезням для степной зоны Среднего Поволжья. В результате реализации селекционной программы с яровым ячменём на засухоустойчивость в Самарском НИИСХ создан сорт Финист зернофуражного направления использования. Новый сорт двурядный, относится к разновидностям medicum, принадлежит к традиционному для зоны исследований степному агроэкоотипу. Продолжительность периода вегетации составляет 80-87 суток (среднеспелый). Сорт среднерослый, с высотой растений до 80 см в оптимальных условиях, снижающейся до 50 см в засушливый год. Проявляет склонность к полеганию, однако за годы испытаний посева значительно не полегли даже при уровне урожайности 5 т/га. Сорт Финист характеризуется очень высокой засухоустойчивостью. За годы испытания по предшественнику горох (2016-2018 гг.) новый сорт формировал урожайность зерна 2,16-5,29 т/га, в среднем – 3,27 т/га, превзойдя стандарт Беркут на 0,06-0,24 т/га (в среднем – на 0,18 т/га или на 5,8%). Преимущество в урожайности нового сорта достоверно реализуется в годы с сильной засухой, в более благоприятных условиях урожай зерна формируется на уровне стандарта. Сорт Финист характеризуется массой 1000 зёрен 37-46 г, высокой натурой зерна (662-703 г/л), содержанием белка в зерне на уровне стандарта – 11,2-12,5%. Экономический эффект от возделывания сорта Финист по отношению к наиболее распространённому сорту Беркут составил 1525 руб./га, уровень рентабельности – 156%. Сорт Финист рекомендуется для испытания и последующего возделывания на зернофураж в степной зоне Среднего Поволжья.

DEVELOPMENT OF A DROUGHT-RESISTANT CULTIVAR OF SPRING BARLEY FOR THE STEPPE ZONE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

D. O. Dolzhenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences.

446254, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

I. A. Kaliakulina, Researcher, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences.

446254, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

A. A. Bisharev, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences.

446254, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

T. V. Dvortcova, junior researcher Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences.

446254, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: samniish@mail.ru

Keywords: barley, breeding, variety, yield, xerophytism.

The aim of the research is developing an intermediate variety of spring barley with a high heat and xerophytism, major diseases resistance, heavy yield and standing ability for the Middle Volga region steppe zone. As a result of a breeding program including spring barley with xerophytism ability in the Samara Scientific Research Agriculture Institute the Finist variety was developed for grain fodder use. The new breed is two-rowed refers to the medicum variety and the traditional steppe agroecotype area contained into the study. This is an intermediate variety, the duration of its growing season is 80-87 days. Finist is a medium-grown barley with a height of up to 80 cm in optimal conditions, dropping to 50 cm in a dry year. It shows a tendency to lodging, but over the years of testing, demonstrated standing ability even at a yield level of 5 t/ha. Finist is characterized by a very high xerophytism tolerance. Over the years of testing its pea predecessor (2016-2018), the new cultivar formed a grain yield of 2.16–5.29 t/ha, on average 3.27 t/ha, surpassing the Berkut variety by 0.06-0.24 t/ha (on average 0.18 t/ha or 5.8%). The advantage in the yield of the new cultivar is reliably realized in years with severe xerophytism; during more favorable conditions, the grain yield is formed at the standard level. Finist is characterized by a weight of 1000 grains of 37-46 g, high natural weight (662-703 g/l), and protein content in the grain at the level of standard – 11.2-12.5%. The economic effect of Finist cultivating in comparison with the widely Bercut spread amounted to 1525 rubles/ha, and the profitability level was 156%. The new Finist cultivar is recommended for testing and subsequent cultivation for grain fodder in the steppe zone of the Middle Volga region.

Яровой ячмень – важная зернофуражная и продовольственная культура. Его посевы в Российской Федерации за период 2015-2019 гг. составили 7,49-8,34 млн га, что составляет 15,7-17,9% от всех площадей, занятых зерновыми и зернобобовыми культурами, в Приволжском федеральном округе – 2,81-3,19 млн га, 21,5-24,8% соответственно. В Самарской области яровой ячмень ежегодно высевают на площади 290,4-318,5 тыс. га, что составляет 26,1-28,7% от зернового клина [1].

Селекцию ячменя в Самарской области традиционно проводят в Поволжском НИИСС – филиале СамНЦ РАН, а с середины 1990-х годов – и в Самарском НИИСХ – филиале СамНЦ РАН. Несмотря на недолгую историю селекционной работы с культурой ярового ячменя в Самарском НИИСХ селекционеры добились существенных результатов. На 2020 год в Госреестр селекционных достижений включено 6 сортов, созданных в Самарском НИИСХ [2], в том числе сорта Ястреб, Орлан и Беркут, эффективность которых доказана исследованиями как на территории Самарской области [3, 4], так и в других регионах [5, 6, 7]. В настоящее время сорта селекции Самарского НИИСХ занимают около 50% сортовых посевов ячменя в Самарской области.

Тем не менее, по-прежнему существует необходимость повышения стабильности урожаев культуры селекционным путём, обусловленная, в первую очередь, возрастающей нестабильностью

метеоусловий в засушливом климате степной зоны Поволжья, что требует сочетания во вновь создаваемых сортах ячменя высокого потенциала урожайности с засухоустойчивостью и жаростойкостью [8].

Цель исследований – создание среднеспелого сорта ярового ячменя с высоким уровнем жаро- и засухоустойчивости, высокой зерновой продуктивностью, устойчивостью к полеганию и основным болезням для степной зоны Среднего Поволжья.

Задачи исследований – подобрать родительские формы для скрещиваний, создать гибридные популяции, провести отбор и оценку перспективных линий, передать лучший сорт на государственное сортоиспытание, оценить его экономическую эффективность.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2003-2018 гг. на чернозёмах южной степной зоны Самарской области в специализированном селекционном севообороте Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН. Объект исследований – гибридные популяции и селекционные линии ячменя. Из селекционных методов использовали внутривидовую гибридизацию, метод пересева, индивидуальный отбор. Питомник конкурсного сортоиспытания закладывали по методике государственного сортоиспытания в четырёхкратной повторности («Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры» (1989)). Предшественник – горох, агротехника зональная. Стандартом служил лучший сорт собственной селекции Беркут. Полевые и лабораторные учёты и оценки проводили в соответствии с общепринятыми методиками («Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры» (1989), «Методические указания ВИР по изучению мировой коллекции ячменя и овса» (1987), «Методы оценки и формирование качества зерна» (Н. С. Беркутова, 1991)).

Результаты исследований. На предыдущем этапе исследований была создана селекционная линия степного агроэко типа Медикум 63 (Одесский 100/Прерия//Престиж), которая характеризовалась высоким потенциалом урожайности и комплексом адаптивных свойств, но была склонна к полеганию. В 2003 году она была использована в качестве материнской формы в скрещивании с высокозасухоустойчивым и более устойчивым к полеганию сортом Безенчукский 2 (Перелом/Медикум 135). В 2011 году из гибридной популяции поколения F₅ был отобран ряд индивидуальных линий, прошедших в 2012-2015 годах скрининг в питомниках ранних этапов селекции. Три линии проходили комплексное изучение в питомнике конкурсного сортоиспытания, из них по итогам трёх лет, с 2016 г. по 2018 г., выделилась линия под селекционным номером Медикум 921/16.

Погодные условия в годы конкурсного сортоиспытания ячменя были различными. 2017 год характеризовался достаточным увлажнением: осадков за вегетацию ячменя выпало 191 мм (при среднемноголетнем значении 146 мм), при этом около 60% пришлось на первую половину вегетации, которая, к тому же, отличалась пониженными температурами воздуха; ГТК составил 1,3. 2016 год и 2018 год были засушливыми: осадков выпало 88 и 92 мм соответственно, ГТК – 0,49 и 0,50. При этом, если в 2016 году распределение осадков было относительно равномерным, то в 2018 году осадков до наступления фазы молочной спелости зерна было немного, 75% их пришлось на вторую половину налива. Из болезней следует отметить сильное развитие тёмно-бурой пятнистости в 2016 году.

По итогам испытаний сорт Медикум 921/16 был признан перспективным и передан на Государственное сортоиспытание в 2018 году под названием Финист (номер заявки 8153778, дата приоритета 16.11.2018). Авторы сорта – А. А. Бишарев, Т. В. Дворцова, Д. О. Долженко, М. А. Дюльдина, В. А. Железникова, И. А. Калякулина, С. Н. Шевченко.

Сорт Финист относится к таксону *Hordeum vulgare* L., *subsp. distichon* (L.) Koern., *var. medicum* Koern. Форма куста – промежуточная. Высота растений средняя. Стебель средней толщины, полый. Опушение влагалищ нижних листьев отсутствует. Ушки листа без антоциановой окраски. Восковой налёт на влагалище флагового листа и на колосе средний. Колос цилиндрический, длиной 6-7 см (без остей), рыхлый (8-12 члеников на 4 см колосового стержня), при созревании от полупрямо стоячего до горизонтального, соломенно-жёлтой окраски. Первый членик колосового стержня от среднего до длинного, со слабым изгибом. Стерильный колосок от параллельного до слегка отклонённого. Ости эластичные, гладкие, длинные, параллельны колосу. Колосковая чешуя узкая, ≤ 1 мм;

её длина с остью равна длине зерновки. Переход цветочной чешуи в ость постепенный. Нервация цветочных чешуй хорошо выражена, не окрашена, без зазубренности. Зерно крупное, продолговато-округлой формы. Основная щетинка зерновки длинноволосистая, брюшная бороздка без опушения, лодукулы охватывающие.

Сорт Финист в среднем за три года испытаний сформировал урожайность зерна 3,27 т/га, превзойдя стандартный сорт Беркут на 0,18 т/га (или 5,8%) (табл. 1). При этом в первые два года прибавки урожайности зерна были незначительными. Однако в острозасушливом 2018 году прибавка в 0,24 т/га (или 12,5%) при урожайности стандарта 1,92 т/га оказалась статистически достоверной. В этом же году на дополнительном агрофоне (предшественник – овёс) новый сорт сформировал урожайность зерна 2,15 т/га, достоверно превысив стандарт Беркут на 0,28 т/га (или 15%). Таким образом, сорт Финист подтвердил высокий уровень засухоустойчивости и жаростойкости, добиться которого было основной селекционной задачей.

Таблица 1

Урожайность и качество зерна ячменя сорта Финист в конкурсном сортоиспытании

Показатель	Финист				Беркут (стандарт)			
	2016	2017	2018	среднее	2016	2017	2018	среднее
Урожайность зерна, т/га	2,36	5,29	2,16	3,27	2,30	5,04	1,92	3,09
НСР ₀₅ , т/га	0,26	0,42	0,23	–	–	–	–	–
Натура зерна, г/л	678	703	662	681	695	701	664	687
Масса 1000 зерен, г	42,8	46,4	37,2	42,1	44,4	50,4	37,0	43,9
Содержание белка в зерне, %	11,2	12,5	11,6	11,8	11,2	12,9	10,9	11,7
Выравненность зерна, %	81	86	93	86,7	79	83	88	83,3

Анализ элементов структуры зерновой продуктивности показал, что прибавка урожайности у нового сорта Финист в засушливых условиях достигается за счёт увеличения продуктивного кущения, показателей *K*_{хоз} растения и колоса. Натура зерна у нового сорта высокая, 662-703 г/л, масса 1000 зёрен средняя – 37,2-46,4 г. Сорт также отличается повышенной на 2-5% выравненностью зерна. Содержание сырого протеина в зерне 11,2-12,5% (в среднем 11,8%, на уровне стандарта).

Сорт Финист среднерослый, высота растений достигает 75-80 см в благоприятный год, снижается до 50 см в сильную засуху (табл. 2). Устойчивость к полеганию на уровне стандарта и выше (7-8 баллов по девятибалльной шкале). Как сорт степного агроэко типа, имеющий довольно тонкую соломинку, сорт Финист склонен к полеганию, однако за годы испытаний значительного полегания не отмечалось даже при уровне урожайности 5 т/га.

Таблица 2

Биологические признаки и свойства сорта ячменя Финист, 2016-2018 гг.

Показатель	Финист		Беркут (стандарт)	
	min-max	среднее	min-max	среднее
Вегетационный период, дней	80-87	84,3	79-88	84,0
Период «всходы – колошение», дней	36-44	40,0	35-41	39,7
Период «колошение – восковая спелость», дней	42-47	44,3	42-47	44,3
Высота растений, см	48-75	58	50-76	59
Продуктивная кустистость	1,6-2,4	1,9	1,5-2,2	1,8
Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	260-520	362	272-458	372
Число зерен в колосе, шт.	12,5-14,9	13,4	11,1-13,5	13,4
<i>K</i> _{хоз} растения (выход зерна), %	46-54	49,7	42-51	47,5
<i>K</i> _{хоз} колоса, %	81-84	81,8	69-91	76,7
Устойчивость к полеганию, балл*	7,7-8,0	7,9	7,3-8,0	7,7
Засухоустойчивость, балл*	9	9	7	7
Поражение болезнями, %				
тёмно-бурой пятнистостью	0-60	–	0-60	–
мучнистой росой на естественном фоне	0-10	–	0-10	–
мучнистой росой при искусственном заражении в 2018 г.	60	–	80	–

Примечание: * – по девятибалльной шкале.

Сорт Финист относится к средней группе по срокам наступления колошения и созревания, с уклоном в сторону среднеранних сортов: все фазы развития он проходит одновременно со стандартом Беркут, продолжительность периода вегетации составляет 80-87 дней. Жаро- и засухоустойчивость сорта Финист высокие (9 баллов), выше, чем у сорта Беркут (7 баллов), что подтверждается и лучшими показателями налива зерна (оценка зерна 7 и 6 баллов соответственно).

Сорта селекции Самарского НИИСХ отличаются устойчивостью к грибным заболеваниям, что для сорта-стандарта Беркут отмечалось и в исследованиях, проведенных в ФАНЦ Северо-Востока [9]. Новый сорт среднеустойчив к поражению темно-бурой пятнистостью. Максимальная степень поражения отмечена в 2016 году – 60%, что соответствует уровню поражения сортов Прерия и Беркут, в 2018 году поражение составило 10% (Прерия – 40%, Беркут – 10%). Поражение мучнистой росой за годы конкурсного сортоиспытания отмечалось только в 2017 году (10%, на уровне сортов Беркут и Прерия). При искусственном заражении мучнистой росой степень поражения растений нового сорта составила 60% (Беркут – 80%, Прерия – 90%). Поражения головнёвыми болезнями за годы изучения не наблюдали.

Новый сорт рекомендуется для использования на зернофураж в степной зоне Среднего Поволжья.

Экономический эффект от использования сорта Финист обусловлен прибавкой урожайности в среднем 0,18 т/га к стандарту, что при стоимости фуражного зерна 10000 руб./т даёт продукции дополнительно на 1800 руб./га. Экономическая эффективность, с учётом возросших на 2,2% производственных затрат, составила 1525 руб./га. При этом себестоимость единицы продукции снизилась на 3,4%, а рентабельность производства увеличилась на 8,8%, по сравнению с возделыванием наиболее распространённого сорта Беркут, и составила 156%.

Заключение. В результате проведенных исследований создан и передан на ГСИ новый сорт ячменя Финист с урожайностью в среднем на 0,18 т/га (5,8%) выше стандарта Беркут, с содержанием в зерне белка 11,2-12,5%. Сорт отличается очень высокой засухоустойчивостью. Предназначен для испытания и последующего возделывания в степной зоне Среднего Поволжья. Экономический эффект от возделывания сорта Финист по отношению к стандарту составил 1525 руб./га, уровень рентабельности – 156%.

Библиографический список

1. Сельское хозяйство [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики [сайт]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/11186> (дата обращения 03.09.2020).
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 680 с.
3. Бишарев, А. А. Селекция ярового ячменя в Самарском НИИСХ / А. А. Бишарев, С. Н. Шевченко, Е. В. Мадякин [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. – 2017. – Т. 19, 2-4. – С. 616-619.
4. Горянин, О. И. Испытание сортов ярового ячменя для современных технологий возделывания в Среднем Заволжье / О. И. Горянин // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства в условиях часто повторяющихся засух: материалы Международной науч.-практ. конф. – Оренбург, 2017. – С. 260-266.
5. Кошеляев, В. В. Сортовой потенциал яровой мягкой пшеницы и ячменя в условиях Пензенской области / В. В. Кошеляев, И. П. Кошеляева, С. М. Кудин // Нива Поволжья. – 2012. – № 1. – С. 17-21.
6. Леонтьев, И. П. Государственное испытание сортов ячменя, овса и опыт внедрения новых сортов в сельскохозяйственное производство Республики Башкортостан / И. П. Леонтьев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2013. – Т. 171. – С. 281-283.
7. Ловкевич, А. В. Влияние различных фонов минерального питания на продуктивность ярового ячменя в условиях Саратовского Левобережья / А. В. Ловкевич, А. Г. Субботин // Молодежь и инновации: материалы XV Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2019. – С. 81-84.
8. Ильин, А. В. Селекция ярового ячменя на устойчивость к засухе и повышение продуктивности / А. В. Ильин // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2014. – № 1-2. – С. 40-42.
9. Шешегова, Т. К. Источники ценных признаков ячменя (*Hordeum vulgare* L.) и их использование в ФАНЦ Северо-Востока / Т. К. Шешегова, И. Н. Щенникова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2019. – № 3. – С. 25-31.

References

1. Selskoe hoziaistvo [Agriculture]. *rosstat.gov.ru*. Retrieved from <https://rosstat.gov.ru/folder/11186> [in Russian].
2. Gosudarstvennii reestr selekcionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispolzovaniuu. T. 1. Sorta rastenii [State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Vol. 1. Plant Varieties]. (2020). Moscow: Rosinformagrotekh [in Russian].
3. Bisharev, A. A., Shevchenko, S. N., Madiakin, E. V., Zheleznikova, V. A., Kaliakulina, I. A. & Diuldina, M. A. (2017). Selektciia iarovogo jachmenia v Samarskom NIISKH [Breeding of Spring Barley in the Samara Research Scientific Institute of Agriculture]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi Akademii Nauk – Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 19, 2-4, 616-619 [in Russian].
4. Gorianin, O. I. (2017). Ispytanie sortov iarovogo jachmenia dlia sovremennykh tekhnologiy vozdeliyvaniia v Srednem Zavolzhje [Test of Spring Barley Varieties for Modern Cultivation Technologies in Mid Trans-Volga Region]. Scientific Support of Innovative Development of Agriculture under Conditions of Frequently Repeated xerophytism '17: *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii – Materials of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 260-266). Orenburg [in Russian].
5. Kosheliaev, V. V., Kosheliaeva, I. P. & Kudin, S. M. (2012). Sortovoi potencial iarovoii miagkoi pshenitsy i jachmenia v usloviakh Penzensko ioblasti [Varietal Potential of Spring Soft Wheat and Barley in the Penza Region]. *Niva Povolzh'ia – Niva Povolzhya*, 1, 17-21 [in Russian].
6. Leontiev, I. P. (2013). Gosudarstvennoe ispytanie sortov jachmenia, ovsa i opyt vnedreniia novykh sortov v selskohoziastvennoe proizvodstvo Respubliki Bashkortostan [State Testing of Barley Cultivars and Experience of New Cultivars Application to Agriculture Production in Bashkiria]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii – Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 171, 281-283 [in Russian].
7. Lovkevich, A. V., & Subbotin, A. G. (2019). Vliianie razlichnykh fonov mineralnogo pitaniia na produktivnost iarovogo jachmenia v usloviakh Sarahtovskogo Levoberezhia [Mineral Nutrition affect on spring barley yield in The Conditions of the Saratov Left Bank]. Youth and Innovation '19: *Materialy XV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov – Proceedings of the XV All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students* (pp. 81-84). Cheboksary: Chuvash SAA [in Russian].
8. Ilyin, A. V. (2014). Selektciia iarovogo jachmenia na ustoichivost k zasukhe i povyshenie produktivnosti [Spring Barley Breeding for Resistance to xerophytism and Productivity Increasing]. *Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka – Agrarian Reporter of South-East*, 1-2, 40-42 [in Russian].
9. Sheshegova, T. K., & Shchennikova, I. N. (2019). Istochniki cennykh priznakov jachmenia (*Hordeumvulgare* L.) i ikh ispolzovanie v FANTC Severo-Vostoka [The Sources of Valuable Traits of Barley (*Hordeumvulgare* L.) and their Use in the Federal Agricultural Research Center of the North-East]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of Altai State Agrarian University*, 3, 25-31 [in Russian].

DOI 10.12737/39899

УДК 633.1:631.559:551.5 (470.56)

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ОРЕНБУРЖЬЯ

Максютов Николай Алексеевич, д-р с.-х. наук, проф., главный научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29.

E-mail: maksyutov.n@mail.ru

Зоров Александр Алексеевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заместитель директора – руководитель НИИСХ, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29.

E-mail: omiish@mail.ru

Скорородов Виталий Юрьевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29.

E-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru

Митрофанов Дмитрий Владимирович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29.

E-mail: dvm.80@mail.ru

Ключевые слова: температура, осадки, засуха, севооборот, урожайность.

Цель исследований – обоснование структуры посевных площадей и агротехнических приемов в степной зоне Оренбуржья. Стационарный длительный полевой опыт закладывался на участке опытно-производственного хозяйства «ОПХ им. Куйбышева» Оренбургского района. Применялся полевой метод исследования. Посевной материал – озимая рожь, озимая пшеница, яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница, горох, просо, ячмень. В основу исследований входил анализ данных по метеорологическим условиям и по урожайности сельскохозяйственных культур за 30 лет. За период исследований (1990-2019 гг.) произошли существенные изменения погодных условий. Наибольшее влияние на урожайность оказывала температура воздуха, которая повысилась на 2,0°C за сельскохозяйственный год, в осенний период произошло её уменьшение на 1,4°C, зима стала теплее обычного на 2,6°C, весна и лето – на 1,8 и 0,4°C, соответственно. Максимальное количество осадков выпало в первой ротации – 477 мм, что на 110 мм больше среднемноголетних значений (367 мм), минимальное – в пятой ротации (334 мм), дефицит составил 33 мм. Наиболее благоприятные условия сложились для озимой ржи, уровень урожайности по ротациям севооборотов составил от 2,18-3,26 т с 1 га. Наибольшая урожайность озимой пшеницы наблюдалась в первой ротации – 2,54 т с 1 га. Ячмень более устойчив к локальным изменениям погоды, по урожайности он уступал только озимым культурам, диапазон по ротациям составил от 1,21-2,49 т с 1 га. Для остальных зерновых культур – объектов исследования – погодные условия крайне неблагоприятные.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2020-2021 гг. Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (№ 0761-2019-0003).

Статья посвящается памяти В. А. Корчагина – доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ.

WEATHER CONDITION AFFECT ON ARABLE CROPS IN THE STEPPE ZONE OF ORENBURG REGION

N. A. Maksyutov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences».

460000, Orenburg, January 9 street, 29.

E-mail: maksyutov.v@mail.ru

A. A. Zorov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Deputy Director, Head of Division, Orenburg Research Institute of Agriculture, Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences».

460000, Orenburg, January 9 street, 29.

E-mail: orniish@mail.ru

V. Yu. Skorokhodov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences».

460000, Orenburg, January 9 street, 29.

E-mail: skorokhodov.vitali1975@mail.ru

D. V. Mitrofanov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences».

460000, Orenburg, January 9 street, 29.

E-mail: dvm.80@mail.ru

Keywords: temperature, precipitation, drought, crop rotation, yield.

The purpose of the research is substantiation of the structure of crop acreage and cultural practice in the steppe zone of Orenburg Region. Time constant Held trial was carried out on the site of the Kuibyshev's experimental production farm located in Orenburg district. Field investigation method was used. Seed material was the following winter rye, winter wheat, spring durum wheat, spring soft wheat, peas, millet, barley. The research was based on the analysis of data on meteorological conditions and crop yields over 30 years. During the research period (1990-2019) significant changes in weather conditions took place. The greatest impact on productivity was exerted by air temperature, increased by 2.0°C during the agricultural year, in autumn period it decreased by 1.4°C, winter became warmer than usual by 2.6°C, spring and summer – by 1.8 and 0.4°C, respectively. Maximum precipitation period was observed in the first rotation – 477 mm, which is 110 mm more than the long – term average (367 mm), minimum – in the fifth rotation (334 mm), the deficit amounted to 33 mm. The most favorable conditions were for winter rye, the yield level rotation ranged from 2.18-3.26 tons per 1 ha. The highest winter wheat yield was observed in the first rotation – 2.54 ton per 1 ha. Barley is more resistant to local weather changes, it was inferior only to winter crops in yield, and the rotation range was 1.21-2.49 ton per 1 ha. For other grain crops the objects of the study weather conditions were extremely unfavorable.

The research was carried out in accordance with the research plan over 2020-2021, developed by the Federal State Budgetary Scientific Institution titled «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agritechology of the Russian Academy of Sciences» (№0761-2019-0003).

The article is dedicated to the memory of V. A. Korchagin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation.

В мировом пространстве происходят глобальные и локальные изменения климата, которые в первую очередь сводятся к потеплению с резкими среднесуточными перепадами между ночными и дневными температурами воздуха. Одно из объяснений – озоновые дыры. В последние годы также наблюдается выпадение осадков ливневого характера, чаще всего в больших городских населённых пунктах с сильной ветровой деятельностью с быстро меняющимся направлением.

Резкое изменение температурного режима воздуха в течение суток сопровождается изменением его давления и влажности, что негативно сказывается на здоровье человека, животного и растительного мира. В связи с изменением погодных условий участились засухи, и за последние годы проявляется новый их тип – холодные – при дефиците тепла наблюдается быстрое развитие растений и их замедленный рост.

Изучением и анализом изменения метеорологических условий занимаются многие исследователи в Самарской [1, 2] и Оренбургской областях [3, 4]. Исследования погодных факторов и их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур велись некоторыми Оренбургскими учёными – В. Е. Тихоновым, И. Н. Бесалиевым и А. Г. Крючковым [5, 6, 7]. Наблюдения за засухами разных типов и меры борьбы с ними в Оренбуржье проводились сотрудниками отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий Оренбургского научно-исследовательского института [8, 9]. Локальное изменение погодных условий, которые негативно сказываются на урожайности сельскохозяйственных культур, находит подтверждение и в стационарных исследованиях за последние 30 лет.

Цель исследований – обоснование структуры посевных площадей и агротехнических приемов в степной зоне Оренбуржья.

Задачи исследований – установить влияние основных погодных факторов по ротациям севооборотов и временам года на урожайность сельскохозяйственных культур.

На основании результатов исследований будет впервые установлена реакция сельскохозяйственных культур на локальные изменения погодных условий за 30 лет.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 1990-2019 гг. в «ОПХ им. Куйбышева» Оренбургского НИИСХ в системе многолетнего стационарного опыта. На опытном участке изучались шестипольные севообороты с чёрными кулисными парами под озимую рожь, озимую пшеницу и яровую твёрдую пшеницу. Длительный стационар по севооборотам с площадью 24 га размещается на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья (рис. 1). Эксперимент проводился на многолетнем стационарном опытном поле в окрестностях поселка Крона Оренбургского района Оренбургской области.



Рис. 1. Вид стационарного опытного поля с самолёта

Почва стационара – чернозём южный (террасовый) карбонатный среднемощный тяжёлого гранулометрического состава на жёлто-бурой древнеаллювиальной глине, подстилаемый делювиальной глиной. Почва от соляной кислоты вскипает бурно с поверхности и по профилю. Количество гумуса в пахотном слое почвы до 4,0%, Na и ёмкости поглощения, соответственно, до 0,180 и 31,9 мг/экв., P_2O_5 – 2,5, K_2O – 38,1 мг на 100 г почвы. Объёмная масса в слое почвы 0-30 см – 1,22 г/см³, максимальная гигроскопичность – 7,68%, влажность устойчивого завядания – 34,5 мм, полевая влагоёмкость – 111,4 мм.

Объект исследований – паровые поля и полевые культуры: озимые (рожь, пшеница), яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница, горох, просо и ячмень.

Исследования велись в шестипольных севооборотах. Озимая рожь и пшеница, яровая мягкая пшеница, просо, горох и ячмень возделывались в зернопаропропашном и зернопаровых с чередованием: пар чёрный кулисный (кулисы из подсолнечника) – озимые (рожь, пшеница) – яровая твёрдая пшеница – сборное поле (кукуруза на силос, горох, просо) – яровая мягкая пшеница – ячмень. Посевы яровой твёрдой пшеницы располагались в севооборотах с чередованием: пар чёрный кулисный – яровая твёрдая пшеница – яровая мягкая пшеница – сборное поле (кукуруза на силос, горох, просо) – яровая мягкая пшеница – ячмень.

Применялся полевой метод исследования. Схема полевого опыта состояла из семи вариантов посева в шестипольных севооборотах по различным предшественникам: I – посев озимой ржи после чёрного кулисного пара; II – посев озимой пшеницы после чёрного кулисного пара; III – посев яровой твёрдой пшеницы после чёрного кулисного пара; IV – посев яровой мягкой пшеницы после кукурузы на силос; V – посев гороха после яровой твёрдой пшеницы; VI – посев проса после яровой твёрдой пшеницы; VII – посев ячменя после яровой мягкой пшеницы.

Стационарный опыт заложен в пространстве методом простых повторений в четырёхкратной повторности с развёртыванием вариантов на всех полях севооборотов. Размеры делянок первого порядка (пар чёрный, яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница, ячмень) – 14,4 м × 60 м с площадью (S) 864 м², второго (озимая рожь и пшеница) – 7,2 м × 60 м (S = 432 м²) и третьего (горох и просо) – 3,6 м × 60 м (S = 216 м²). Учётная площадь делянок 120 м².

В первой и во второй половине мая высевали яровые ранние и поздние культуры, затем в третьей декаде августа – озимые. Сеялкой СЗП-3,6 проводили посев зерновых культур со следующей нормой высева: озимая рожь (Комсомольская 56), озимая пшеница (Саратовская 5), яровая мягкая пшеница (Саратовская 42) – 4,5 млн шт., яровая твёрдая пшеница (Харьковская 46) – 4,0 млн шт., просо (Оренбургское 9) – 3,0 млн шт., горох (Чишминский 210) – 1,2 млн шт. и ячмень (Донецкий 8) – 3,8 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Применялись следующие полевые методы исследования: 1) на каждой делянке паровых полей севооборотов в пахотном слое верхнего горизонта 0-30 см вручную отбирались почвенные образцы с помощью пробоотборников (буры). Почвенные пробы отправлялись в лабораторию для определения содержания гумуса по методике Тюрина; 2) урожайность учитывали, применяя прямой способ уборки комбайнами «Сампо-500» и «Terrion SR2010». С каждой делянки в специальные мешки комбайном отбирались пробы зерна и вручную взвешивались на площадочных весах. По каждой культуре определяли бункерный вес зерна. Рассчитывали урожайность с учётом чистоты и влажности зерна.

Технология возделывания полевых (зерновых) культур, принятая для зоны исследований. Агротехника, принятая в условиях сельскохозяйственного производства.

Результаты исследований. По данным Оренбургского Гидрометцентра в зоне проведения исследований среднееголетнее количество осадков за сельскохозяйственный год – 367 мм, за вегетационный период – 155 мм.

За годы исследований основным фактором погодных условий, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, являлся температурный режим воздуха. Значение температуры воздуха сравнивается со среднееголетним за 50 лет (табл. 1).

Таблица 1

Динамика изменения температуры воздуха по ротациям севооборотов и временам года, °С (1990-2019 гг.)

Ротация	Температура воздуха по временам года				Средняя температура за сельскохозяйственный год
	осень	зима	весна	лето	
Среднееголетние показатели	7,5	-13,4	4,2	20,5	3,6
Первая (1990-1995 гг.)	<u>5,2*</u>	<u>-11,0</u>	<u>5,9</u>	<u>19,7</u>	<u>4,9</u>
	-2,3	+2,4	+1,7	-0,8	+1,3
Вторая (1996-2001 гг.)	<u>5,2</u>	<u>-10,6</u>	<u>5,2</u>	<u>21,4</u>	<u>5,3</u>
	-2,3	+2,5	+1,0	+0,9	+1,7
Третья (2002-2007 гг.)	<u>6,6</u>	<u>-10,0</u>	<u>5,3</u>	<u>20,7</u>	<u>5,7</u>
	-0,9	+3,4	+1,1	+0,2	+2,1
Четвёртая (2008-2012 гг.)	<u>7,4</u>	<u>-11,8</u>	<u>7,2</u>	<u>22,8</u>	<u>6,4</u>
	-6,1	+1,6	+3,0	+2,3	+2,8
Пятая (2013-2019 гг.)	<u>6,2</u>	<u>-10,7</u>	<u>6,6</u>	<u>21,7</u>	<u>6,0</u>
	+1,3	+2,7	+2,2	+1,2	+2,4
Средняя температура за пять ротаций	<u>6,1</u>	<u>-10,8</u>	<u>6,0</u>	<u>21,2</u>	<u>5,6</u>
	-1,4	+2,6	+1,8	+0,7	+2,0

Примечание. * – над чертой фактические значения температуры воздуха по данным Оренбургского Гидрометцентра, под чертой – отклонение от среднееголетних показателей.

Изменение температуры по ротациям севооборотов и временам года проходило постепенно. В осенний период за пять ротаций произошло похолодание на 1,4°C, потепление: в зимний период – на 2,6°C, в весенний – на 1,8°C и в летний – на 0,7°C. Основной причиной незначительного изменения температуры летом являются резкие перепады температуры воздуха в течение суток – ночью низкая, днём высокая, достигающая в отдельные дни 15-20°C. Потепление происходило медленно, начиная от первой ротации – на 1,3°C, и максимально – в четвёртой ротации – на 2,8°C. В среднем за 30 лет увеличение температуры составило 2,0°C. Такое изменение температуры воздуха привело к участвовавшим засухам, в первой ротации засуха проявилась 1 год, во второй – 2 года, в третьей и четвёртой – по 3 года, в пятый – 4 года.

В отдельные годы, даже при хороших весенних запасах почвенной влаги, в результате высокой температуры существенно снижалась урожайность, в последние годы – из-за дефицита тепла или холодного вида засухи.

Вторым фактором погодных условий, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, являлись осадки, но по воздействию они уступали температурному режиму воздуха. Количество выпавших осадков, их неравномерное выпадение по временам года существенно не изменилось за исключением зимнего периода – количество осадков за 30 лет увеличилось на 21 мм (табл. 2).

Таблица 2

Динамика выпадения осадков по ротациям севооборотов и временам года, мм (1990-2019 гг.)

Ротация	Количество осадков по временам года				Среднее количество осадков за сельскохозяйственный год
	осень	зима	весна	лето	
Среднегодовалые показатели	100	63	90	114	367
Первая (1990-1995 гг.)	<u>17,3*</u> +7,3	<u>7,6</u> +1,3	<u>8,6</u> -4,0	<u>142</u> +28	<u>477</u> +110
Вторая (1996-2001 гг.)	<u>69</u> -31	<u>108</u> +45	<u>97</u> +7	<u>107</u> -7	<u>381</u> +14
Третья (2002-2007 гг.)	<u>117</u> +17	<u>87</u> +24	<u>100</u> +70	<u>113</u> -1	<u>417</u> +50
Четвёртая (2008-2012 гг.)	<u>101</u> +1	<u>70</u> +7	<u>87</u> -3	<u>98</u> -16	<u>356</u> -11
Пятая (2013-2019 гг.)	<u>97</u> -6	<u>80</u> +17	<u>87</u> -3	<u>3</u> -41	<u>334</u> -33
Среднее количество осадков за пять ротаций	<u>111</u> +11	<u>84</u> +21	<u>91</u> +1	<u>107</u> -7	<u>393</u> +26

Примечание. * - над чертой фактическое количество выпавших осадков по данным Оренбургского Гидрометцентра, под чертой – отклонение от среднегодовалых показателей.

Следует отметить, что максимальное количество осадков за сельскохозяйственный год отмечено в 2000 году – 548 мм, минимальное – 250 мм – в 1995 году и за 30 лет – 393 мм (всего на 26 мм больше среднегодовалого значения).

Самые благоприятные по количеству выпавших осадков – первая и третья ротации севооборотов, здесь превышение нормы, соответственно, составило 110 и 55 мм. В четвёртой и пятой ротациях отмечен недостаток осадков. Особенность выпадения осадков в этих ротациях – острый дефицит в первой половине лета, особенно в июне, когда практически решается судьба урожая ранних яровых зерновых культур. Норма в этом месяце – 39 мм, в четвёртой ротации выпало 25 мм осадков, в пятой – 22 мм, 4 года из 12 лет осадки вообще отсутствовали. Дефицит осадков сопровождался резким повышением температуры воздуха. За эти ротации она составила 22,0°C при норме 19,7°C. Примером может быть 2014 год, когда отмечались резкие среднесуточные перепады температуры воздуха, которые достигали следующих значений: между ночными и дневными температурами 20-25°C, 7-10°C – ночью, 30-35°C – днём; в июле и августе выпало 5 и 10 мм при норме, соответственно, 41 и 34 мм. В таких условиях в опыте по экологическому испытанию сортов яровой твёрдой пшеницы, сорта Харьковской и Оренбургской селекции, дали урожайность всего 0,2-0,3 т с 1 га, однако сорта Самарской селекции сформировали 1,8-2,0 т с 1 га. Такое расхождение в значениях урожайности селекционеры не могли объяснить.

Особенностью летнего периода являлось выпадение осадков в виде ливней, влага которых быстро терялась из-за физического испарения в результате сильной ветровой деятельности. Локальные изменения погодных условий по температуре воздуха и выпадению осадков по ротациям севооборотов имели такую же закономерность и в изменении урожайности полевых культур, за исключением озимой ржи. Наблюдался её одинаковый урожай по всем ротациям, кроме первой. По озимой пшенице эта закономерность не наблюдалась из-за отсутствия сортов, устойчивых к осенне-зимним и весенним заморозкам, и гибели её в отдельные годы.

Урожайность озимой ржи и озимой пшеницы за 30 лет составила соответственно 2,48 и 1,61 т с 1 га (табл. 3). В среднем за пять ротаций севооборотов отмечалась одинаковая урожайность яровой твёрдой и мягкой пшеницы, которая составила 1,16 т с 1 га. Локальное изменение погодных условий, особенно повышение температуры воздуха, явилось следствием низкой урожайности – 0,95 т с 1 га – гороха. Устойчивым к засушливым условиям погоды оказался ячмень, который по урожайности 1,71 т с 1 га находился почти на уровне с озимой пшеницей по чёрному пару.

Максимальная урожайность наблюдалась в первой ротации севооборотов, она составила: озимой ржи – 4,33 т с 1 га, озимой пшеницы – 4,34, яровой твёрдой пшеницы – 4,05, яровой мягкой пшеницы – 2,66, проса – 4,23, гороха – 2,03 и ячменя – 4,29 т с 1 га.

Таблица 3

Урожайность сельскохозяйственных культур по ротациям шестипольных севооборотов, т с 1 га (1990-2019 гг.)

Ротация	Варианты посева и культура*						
	I – озимая рожь	II – озимая пшеница	III – яровая твёрдая пшеница	IV – яровая мягкая пшеница	V – горох	VI – просо	VII – ячмень
Первая (1990-1995 гг.)	3,26	2,54	2,13	2,02	0,93	2,42	2,18
Вторая (1996-2001 гг.)	2,33	1,15	0,98	1,38	1,31	1,60	2,49
Третья (2002-2007 гг.)	2,18	1,41	0,63	0,76	1,11	0,77	1,41
Четвёртая (2008-2012 гг.)	2,37	1,15	1,27	0,86	0,78	0,92	1,27
Пятая (2013-2019 гг.)	2,26	1,95	0,79	0,77	0,62	1,03	1,21
Средняя урожайность за 5 ротаций (1990-2019 гг.)	2,48	1,61	1,16	1,16	0,95	1,35	1,71

Примечание. * – предшественником озимой ржи, озимой пшеницы и яровой твёрдой пшеницы являлся пар чёрный кулисный, яровой мягкой пшеницы – кукуруза на силос, гороха, проса – яровая твёрдая пшеница, ячменя – яровая мягкая пшеница.

При низкой урожайности полевых культур в четвёртой и пятой ротации севооборотов отмечалось наибольшие содержания гумуса в пахотном слое почвы 0-30 см в паровых полях, диапазон значений 4,85-5,10% (табл. 4).

Таблица 4

Содержание гумуса в слое почвы 0-30 см в паровых полях по ротациям севооборотов, %

Пары севооборота	Ротация севооборотов и годы исследований				
	первая (1990-1995 гг.)	вторая (1996-2001 гг.)	третья (2002-2007 гг.)	четвёртая (2008-2012 гг.)	пятая (2013-2019 гг.)
Чёрный пар под озимые культуры	4,65	4,42	4,04	4,88	4,87
Чёрный пар под твёрдую пшеницу	4,71	4,39	4,09	4,85	5,10

В результате проведённых исследований отмечалось снижение содержания гумуса в почве от первой к третьей ротации севооборотов. В пик урожайности полевых культур в первой ротации 2,02-3,26 т с 1 га (табл. 3) происходил наибольший вынос питательных элементов почвы, что приводило к снижению плодородия – содержание гумуса составило 4,71-4,09% по первым трём ротациям (табл. 4). В свою очередь небольшая урожайность полевых культур в третьей и четвёртой ротации позволила сохранить плодородие почвы. Это связано в первую очередь с небольшим выносом культурами питательных веществ из почвы за счёт повышенной температуры воздуха и меньшего количества выпавших осадков.

Изменение урожайности сельскохозяйственных культур по ротациям шестипольных севооборотов в зависимости от сложившихся метеорологических условий и содержания гумуса в слое почвы 0-30 см за тридцать лет исследований наблюдалось на длительном стационарном опытном поле (рис. 2).

Из рисунка видно, что при наибольшей урожайности полевых культур в первой и во второй ротации севооборотов наблюдалось снижение содержания гумуса почвы к третьей на 0,61 и 0,62% в паровых полях. При наименьшей продуктивности зерновых культур в четвёртой и пятой ротации севооборотов отмечалось увеличение содержания гумуса почвы по сравнению с третьей на 0,83 и 1,01% в чёрных парах. Это происходило за счёт часто повторяющихся засух и наибольшего поступления в почву пожнивно-корневых остатков и соломы.

В результате статистической обработки данных по урожайности полевых культур и погодным факторам (температура воздуха и осадки) с помощью множественной регрессии установлена прямая взаимосвязь между ними. Например, при математической обработке урожайности гороха после яровой твёрдой пшеницы по ротациям севооборотов наблюдалась зависимость выхода зерна от температуры воздуха и количества выпавших осадков. Доля влияния фактора составила по температуре 38,25% и по осадкам 48,58% (табл. 5).

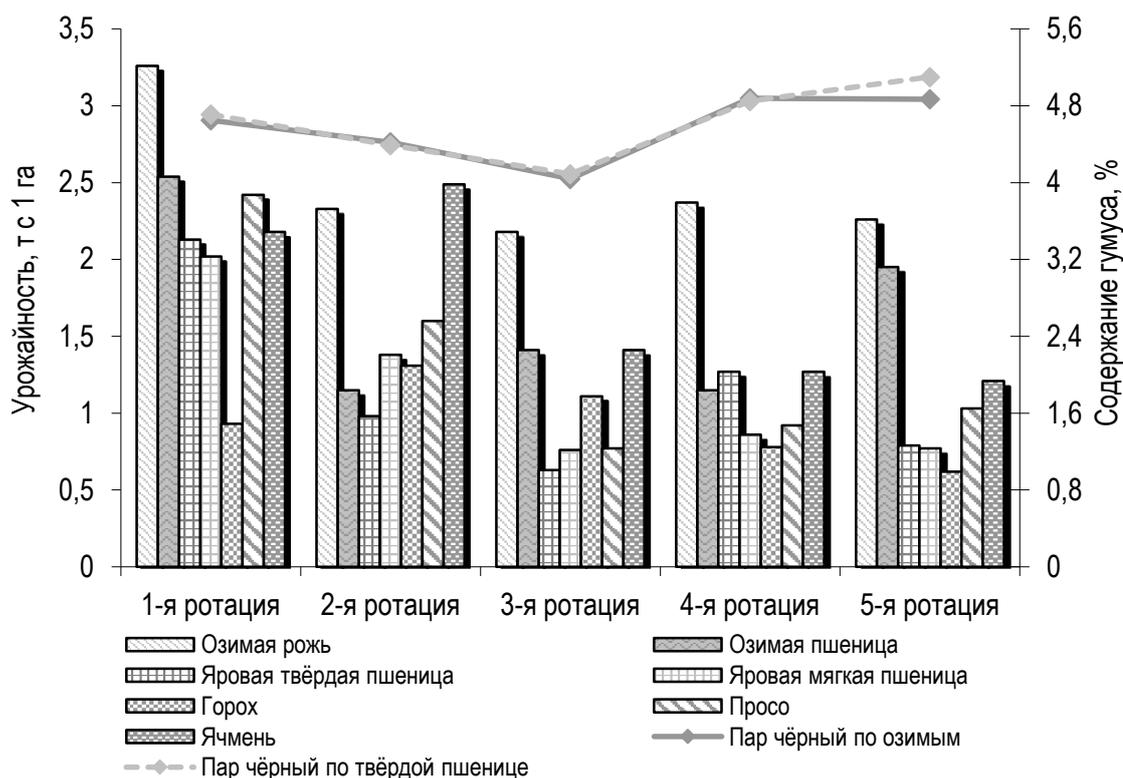


Рис. 2. Урожайность сельскохозяйственных культур по ротациям севооборотов в зависимости от сложившихся метеоусловий и содержания гумуса в паровых полях, т с 1 га (1990-2019 гг.)

Таблица 5

Результаты множественной регрессии по урожайности гороха в зернопаровом севообороте в зависимости от температуры воздуха и осадков за 30 лет наблюдений

Вариант	Погодный фактор	Коэффициент				Ошибка уравнения регрессии	Уровень значимости*	Доля влияния фактора, %
		бета	регрессии	детерминации	Стьюдента			
V	Температура	-0,55	-1,06	0,38	-2,60	0,48	0,01	38,25
	Осадки	0,68	0,28	0,48	2,94	0,05	0,00	48,58

Примечание. * – нормативный показатель $p < 0,05$.

Проведённая статистическая обработка показала, что урожайность гороха зависела в основном от количества выпавших осадков и температуры воздуха. Положительные показатели множественной регрессии отмечались по погодному фактору «осадки». Урожайность гороха прямо пропорционально зависела от количества выпавших осадков. Отрицательные значения коэффициентов статистического анализа наблюдалось по фактору «температура». В связи с этим урожайность гороха при высоких температурах воздуха снижалась. Оптимальные температуры влияли на наилучший выход зерна гороха.

В результате неблагоприятных погодных условий за время исследований урожай озимой ржи отсутствовала 2 года, озимой пшеницы – 6 лет, яровой твёрдой пшеницы – 3 года, яровой мягкой пшеницы – 1 год. Урожай отсутствовал в основном в 3, 4 и 5 ротациях севооборотов, в результате существенного изменения метеорологических условий.

Изменение метеоусловий во время проведения исследований оказывало негативное влияние на рост, развитие растений и формирование урожая. Появление засухи нового вида – холодной – существенно снижала урожайность. Более прохладный осенний период, потепление зимой на $2,6^{\circ}\text{C}$ и увеличение осадков на 21 мм создавало благоприятные условия для озимых, особенно озимой ржи, которые формировали устойчивые урожаи по всем ротациям севооборотов. В результате гибели озимой пшеницы в отдельные годы от осенних и весенних заморозков по урожайности она

заметно уступала озимой ржи. Из ранних яровых зерновых культур самым устойчивым к изменению погодных условий оказывался ячмень, уступающий по урожайности только озимой ржи по чёрному пару. Основной причиной низкой урожайности яровой твёрдой, мягкой пшеницы, гороха, проса в четвёртой и пятой ротациях севооборотов явилось повышенная температура воздуха весной, дефицит осадков в мае и летом.

Заключение. За тридцать лет исследований в системе многолетнего стационарного опыта произошли локальные изменения метеорологических условий и урожайности сельскохозяйственных культур. В четвёртой и пятой ротации севооборотов из-за часто повторяющихся засух наблюдалось снижение урожайности по всем зерновым культурам, кроме озимых. На основании этого требуется корректировка, научная проработка структуры посевных площадей и агротехнических приёмов для полевых культур. Рекомендуем сельскохозяйственному производству проводить расширение посевных площадей озимых культур и ячменя в зернопаровых севооборотах степной зоны Оренбуржья.

Библиографический список

1. Шевченко, С. Н. Региональные изменения погодных условий и их влияние на сельскохозяйственное производство / С. Н. Шевченко, В. А. Корчагин, О. И. Горянин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №3. – С. 10-12.
2. Горянин, О. И. Влияние изменения климата на возделывание сельскохозяйственных культур в Среднем Заволжье / О. И. Горянин, С. Н. Шевченко, В. А. Корчагин // Метеорология и гидрология. – 2018. – №6. – С. 106-110.
3. Тихонов, В. Е. Погода и хлебопекарные качества зерна яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Приуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – №2(22). – С. 23-27.
4. Тихонов, В. Е. Влияние погоды на качество зерна яровой твёрдой пшеницы в Оренбургском Приуралье / В. Е. Тихонов, Р. Р. Абдрашитов // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве : сб. науч. тр. – Оренбург. – 2010. – С. 28-36.
5. Тихонов, В. Е. Роль климата в формировании тренда урожайности зерновых культур в лесостепи Оренбургского Предуралья / В. Е. Тихонов, В. В. Федосеев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – №4 (24). – С. 9-12.
6. Бесалиев, И. Н. Погодные условия межфазных периодов вегетации яровой твёрдой пшеницы и её урожайность в Оренбургском Предуралье / И. Н. Бесалиев, А. Г. Крючков // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №2. – С. 16-19.
7. Крючков, А. Г. Эволюция основных погодных факторов и урожайности яровой твёрдой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 4. – С. 40-42.
8. Максюттов, Н. А. Засуха в Оренбуржье и её последствия / Н. А. Максюттов, В. М. Жданов, В. Ю. Скороходов, Д. В. Митрофанов // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 3-4.
9. Максюттов, Н. А. Типы засухи в Оренбуржье и меры борьбы с ней / Н. А. Максюттов, В. М. Жданов, В. Ю. Скороходов, Д. В. Митрофанов // Вестник мясного скотоводства. – 2013. – № 2(80). – С. 121-123.

References

1. Shevchenko, S. N., Korchagin, V. A., & Goryanin, O. I. (2010). Regionalnie izmeneniia pogodnikh uslovii i ih vliianie na seliskohoziaistvennoe proizvodstvo [Regional changes in weather conditions and their impact on agricultural production]. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICis*, 3, 10-12 [in Russian].
2. Goryanin, O. I., Shevchenko, S. N., & Korchagin, V. A. (2018). Vliianie izmeneniia klimata na vozdelivanie seliskohoziaistvennikh kulitur v Srednem Zavolzhie [Influence of climate change on the cultivation of agricultural crops in the Middle Volga region]. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorologiya i Hidrologiya*, 6, 106-110 [in Russian].
3. Tikhonov V. E. (2009). Pogoda i hlebopekarniie kachestva zerna iarovoi miagkoi pshenici v Orenburgskom Priuralie [Weather and baking qualities of spring soft wheat grain in Orenburg Priuralie]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 2(22), 23-27 [in Russian].
4. Tikhonov, V. E., & Abdrashitov, R. R. (2010). Vliianie pogodi na kachestvo zerna iarovoi tvordoi pshenici v Orenburgskom Priuralie [Influence of weather on the quality of spring hard wheat grain in the Orenburg Urals] // Resource-saving technologies in agricultural production '10: *sbornik nauchnikh trudov – collection of scientific papers*. (pp. 28-36). Orenburg [in Russian].

5. Tikhonov, V. E., & Fedoseev, V. V. (2009). Rol klimata v formirovanii trenda urozhainosti zernovikh kultur v lesostepi Orenburgskogo Preduraliia [The role of climate in the formation of the grain crop yield trend in the forest-steppe of the Orenburg Urals]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 4 (24), 9-12 [in Russian].

6. Besaliev, I. N., & Kryuchkov, A. G. (2013). Pogodnie usloviia mezhfaznikh periodov vegetatsii iarovoi tvordoi pshenici i eio urozhainost v Orenburgskom Preduraliie [Weather conditions of interphase periods of vegetation of spring durum wheat and its productivity in the Orenburg region]. *Zernovoie hoziaistvo Rossii – Grain Economy of Russia*, 2, 16-19 [in Russian].

7. Kryuchkov, A. G. (2017). Evoliuciia osnovnikh pogodnikh faktorov i urozhainosti iarovoi tvordoi pshenici [Evolution of the main weather factors and productivity of spring durum wheat]. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICis*, 31, 4, 40-42 [in Russian].

8. Maksyutov, N. A., Zhdanov, V. M., Skorokhodov, V. Yu., & Mitrofanov, D. V. (2013). Zasuha v Orenburzhie i eio posledstviia [Drought in Orenburg region and its consequences]. *Zemledelie – Zemledelie*, 8, 3-4 [in Russian].

9. Maksyutov N. A., Zhdanov V. M., Skorokhodov V. Yu., & Mitrofanov D. V. (2013). Tipi zasuhi v Orenburzhie i meri boribi s nei [Orenburg droughts and measures to eliminate it]. *Vestnik miasnogo skotovodstva – The Herald of Beef Cattle Breeding*, 2 (80), 121-123 [in Russian].

DOI 10.12737/39903

УДК 633. 11. «324» : 631.527

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРТООБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ КОЛЛЕКЦИИ ВИР НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Сухоруков Александр Федорович, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: Samniish@mail.ru

Сухоруков Андрей Александрович, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: Samniish@mail.ru

Ключевые слова: пшеница, засухоустойчивость, урожайность, пластичность, адаптивность.

Цель исследований – повышение засухоустойчивости мягкой озимой пшеницы новых сортов в условиях Среднего Поволжья. Исследования проводились на опытном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН в 2018-2019 гг. Питомник исходного материала включал 66 отечественных и зарубежных сортобразцов коллекции ВИР. За время исследований (2018-2019 гг.) по средней урожайности выделились: Станичная (К – 65373) – 3,34 т/га, Вьюга – 3,21 т/га, Дар Зернограда (К – 65371) – 3,06 т/га, Бирюза (К – 64280) – 3,07 т/га, что на 0,48; 0,35; 0,20; 0,21 т/га выше средней урожайности выборки сортобразцов соответственно. По индексу экологической пластичности урожайности выделились: Вьюга, Бирюза, Безенчукская 790. По средней величине признака «масса 1000 зерен» в контрастных условиях выделились: Донской простор – 37,3 г, Станичная – 36,5 г, Дар Зернограда – 37,2 г. По фактору стабильности признака «масса 1000 зерен» выделились: Донской простор – 1,12, Дар Зернограда – 1,09, Culver – 1,11. Максимальной устойчивостью к стрессу по признаку «количество колосков в колосе» обладают: Бирюза, Вьюга, Безенчукская 790, Станичная. По фактору стабильности признака «количество зерен в колосе» выделяются Бирюза (SF = 1,0), Вьюга (SF = 1,02). Высокой генетической гибкостью и компенсаторной способностью при формировании признака «масса зерна одного колоса» обладают: Скипетр, Базис, Станичная с массой зерна одного колоса в среднем за 2018- 2019 гг. – 2,2; 1,9; 1,9 г соответственно. В результате проведенных исследований по комплексу признаков выделены сортобразцы озимой мягкой пшеницы коллекции ВИР, ценные для селекции на засухоустойчивость в Среднем Поволжье : Станичная, Дар Зернограда, Бирюза, Вьюга, Безенчукская 790.

XEROPHYTISM STUDY OF WINTER WHEAT VARIETIES CONTAINED IN COLLECTIONS IN ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT BREEDING IN THE MIDDLE VOLGA REGION

A. F. Sukhorukov, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Scientific, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences.

446251, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: Samniish@mail.ru

A. A. Sukhorukov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences.

446251, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.

E-mail: Samniish@mail.ru

Key words: wheat, xerophytism, yield, plasticity, adaptability.

The aim of the research is increasing the xerophytism of new varieties of soft winter wheat in the conditions of the Middle Volga region. The research was conducted on the experimental field of the Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences in 2018-2019. The seed stock nursery included 66 domestic and foreign varieties of the All-Russian Institute of Crop Production Collection. During the research (2018-2019), the following varieties were distinguished by average yield: Stanichnaya (K – 65373) – 3.34 t/ha, Vyuga – 3.21 t/ha, Dar Zernograda (K – 65371) – 3.06 t/ha, Biryuza (K – 64280) – 3.07 t/ha, which is 0.48; 0.35; 0.20; 0.21 t/ha above the average yield of the sample of varieties, respectively. According to the index of ecological plasticity of productivity, the following ones stand out: Vyuga, Biryuza, Bezenchukskaya 790. According to the average value of the «mass of 1000 grains» in contrast conditions were marked: Donskoy prostor – 37.3 g, Stanichnaya – 36.5 g, Dar Zernograda – 37.2 g. According to the stability factor of the «mass of 1000 grains», the following were distinguished: Donskoy prostor – 1.12, Dar Zernograda – 1.09, Culver – 1.11. The following varieties: Biryuza, Vyuga, Bezenchukskaya 790, Stanichnaya obtained the maximum stress resistance in regard to «number of spikelets in the ear». Biryuza (SF = 1.0) and Vyuga (SF = 1.02) are distinguished according to the stability factor of the «number of grains in the ear». Scepter, Basis, Stanichnaya with a grain mass of one ear on average for 2018-2019 – 2.2; 1.9; 1.9 g, respectively have high genetic flexibility and compensatory ability in the formation of the «grain mass of one ear». As a result of the conducted research on a set of characteristics, Stanichnaya, Dar Zernograda, Biryuza, Vyuga, Bezenchukskaya 790 varieties of winter soft wheat of the All-Russian Institute of Plant Breeding Collection were selected that are valuable for xerophytism breeding in the Middle Volga region.

За 40 лет (1975-2015 гг.) наблюдений Безенчукской метеорологической станции засуха в мае отмечалась 11 лет и совпадала с критическим периодом вегетации озимой пшеницы, в июне – 6 лет и совпадала с периодом налива зерна [1].

Для оценки засухоустойчивости сорта необходимо учитывать тип засухи в связи с фазой онтогенеза растения, в которую она наступила, и охарактеризовать засуху по силе действия и продолжительности [2]. В целях уменьшения экологической зависимости сортов особый приоритет должна получить целенаправленная селекция на адаптивность, прежде всего к экстремальным условиям погоды [3, 4, 5]. Сорта нового поколения должны отличаться высокой продуктивностью, качеством зерна, засухо- и жаростойкостью, устойчивостью к полеганию, большей продолжительностью вегетационного периода. Накопление генетических ресурсов и их использование при создании новых сортообразцов пшеницы ускорит прогресс и повысит продовольственную безопасность [6].

Цель исследований – повышение засухоустойчивости новых сортов мягкой озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья.

Задачи исследований – оценить адаптивный к засухе потенциал сортообразцов пшеницы мягкой озимой коллекции ВИР по урожайности, массе 1000 зерен, количеству колосков и зерен в колосе, массе зерна одного колоса; определить индекс экологической пластичности образцов по урожайности и стабильность признаков структуры урожая; выделить источники для селекции пшеницы мягкой озимой на засухоустойчивость в Среднем Поволжье.

Материал и методы исследований. Исследования проведены в 2018-2019 гг. на экспериментальном поле Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН.

Изучено 66 сортообразцов пшеницы мягкой озимой коллекции ВИР. Почва – чернозем обыкновенный с содержанием в слое почвы 0-30 см: гумуса – 3,88% (по методу Тюрина, ГОСТ 2613-91), легкогидролизующего азота – 44,8 мг/кг почвы, обменного калия – 150 мг/кг почвы (ГОСТ 26204-91).

Значения гидротермического коэффициента увлажнения (ГТК) по Г. Т. Селянинову [7] периода возобновление весенней вегетации – колошение: 0,9 (2018 г.), 0,7 (2019 г.) при норме 0,9; периода колошение – созревание: 0,1 (2018 г.), 0,2 (2019 г.) при норме 0,7. Предшественник – чистый пар. Учетная площадь делянок – 10 м². Повторность трехкратная. Посев осуществляли 8-рядковой сеялкой СН-10Ц с нормой посева 5 млн всхожих зерен на 1 га. Урожай убран комбайном САМПО-130. Масса 1000 зерен определена по ГОСТ 10842-89. Количество колосков и зерен в колосе, масса зерна с одного колоса определена по средней выборке 20 растений.

Статистическая обработка данных урожая проведена методом однофакторного дисперсионного анализа. Для оценки существенных различий между количеством колосков и зерен в колосе, массой зерна одного колоса использовали t-критерий [8]. Адаптивный к засухе потенциал сортообразцов по урожайности, массе 1000 зерен, количеству колосков и зерен в колосе, массе зерна с одного колоса определяли по А. А. Rosieele, J. Hambin [9]. Индекс экологической пластичности (*Isp*) определили по S. A. Eberhart, W. A. Russel [10]. $Isp = S_s/S_k$, где S_s – урожайность сортообразца, S_k – средняя урожайность всех сортообразцов выборки. Фактор стабильности количества колосков и зерен в колосе, массы 1000 зерен, массы зерна одного колоса (*SF*) рассчитывали по D. Lewis [11].

Результаты исследований. Исследование урожайности и пластичности сортообразцов озимой пшеницы коллекции ВИР в контрастные годы позволяет выделить ценные для селекции в условиях Среднего Поволжья источники продуктивности и пластичности. В 2018 г. по урожайности выделились: Станичная (К – 65373) – 3,90 т/га, Дар Зернограда (К – 65371) – 3,89 т/га, Вьюга – 3,65 т/га, Спартак (К – 65376) – 3,62 т/га, Бирюза (К – 64280) – 3,53 т/га, Безенчукская 790 – 3,50 т/га, превысив среднюю урожайность выборки сортообразцов на 0,6; 0,59; 0,35; 0,36; 0,23; 0,20 т/га соответственно (табл. 1). В 2019 г. средняя урожайность изученных сортообразцов снизилась по сравнению с 2018 г. на 0,72 т/га. Максимальную урожайность в опыте сформировали образцы: Lastivka odeska (К – 65914) – 2,80 т/га, Zhajvir (К – 65916) – 2,80 т/га, Вьюга – 2,77 т/га, Безенчукская 790 – 2,77 т/га, что на 0,28; 0,28; 0,25; 0,25 т/га выше средней урожайности изученных сортов соответственно.

Таблица 1

Характеристика сортообразцов озимой пшеницы, выделившихся по урожайности и индексу экологической пластичности урожайности

Название сортообразца	Номер по каталогу ВИР	Урожайность, т/га			Индекс экологической пластичности, урожайности	
		2018 г.	2019 г.	Среднее	2018 г.	2019 г.
Безенчукская 380	К – 61966	2,75	2,36	2,56	0,83	0,94
Бирюза	К – 64280	3,53	2,61	3,07	1,07	1,04
Вьюга	-	3,65	2,77	3,21	1,11	1,10
Безенчукская 790	-	3,50	2,77	3,14	1,06	1,10
Станичная	К – 65373	3,90	2,36	3,34	1,18	0,94
Донской простор	К – 63374	2,86	2,31	2,59	0,87	0,92
Донской маяк	К – 65372	3,33	2,25	2,79	1,00	0,89
Дар Зернограда	К – 65371	3,89	2,23	3,06	1,18	0,88
Спартак	К – 65376	3,62	2,03	2,83	1,10	0,81
Одесская 267	К – 65631	3,19	2,63	2,91	0,97	1,04
Lastivka odeska	К – 65914	3,12	2,80	2,96	0,95	1,12
Knyagynya Olga	К – 65913	2,72	2,66	2,69	0,82	1,06
Fantaziya odeska	К – 65636	3,45	2,35	2,90	1,05	0,94
Zhajvir	К – 65916	3,08	2,80	2,94	0,93	1,12
Culver	К – 6553	3,18	2,65	2,92	0,96	1,06
Ignis	К – 65925	2,96	2,81	2,89	0,90	1,12
НСП ₀₅		0,15	0,12			
Среднее по сортообразцам выборки		3,30	2,52	2,86		

По величине средней урожайности за 2018-2019 гг. выделились сортообразцы: Станичная (К – 65373) – 3,34 т/га, Вьюга – 3,21 т/га, Дар Зернограда (К – 65370) – 3,06 т/га, Бирюза (К – 64280) – 3,07 т/га, что на 0,48; 0,35; 0,20; 0,21 т/га выше средней урожайности выборки изученных сортообразцов соответственно.

По индексу экологической пластичности урожайности в 2018 г. выделились: Бирюза (К – 64280) – 1,07, Вьюга – 1,11, Безенчукская 790 – 1,06, Станичная (К – 65373) – 1,18, Дар Зернограда – 1,18, Спартак (К – 65376) – 1,10, Fantaziya odeska (К – 65914) – 1,05. В условиях засухи 2019 г. по индексу экологической пластичности урожайности выделились: Бирюза (К – 64280) – 1,04, Вьюга – 1,10, Безенчукская 790 – 1,1, Одесская 267 (К – 65631) – 1,04, Lastivka odeska (К – 65914) – 1,12, Кныагуныа Olga (К – 65631) – 1,06, Zhajvir (К – 65916) – 1,12, Culver (К – 65653) – 1,06, Ignis (К – 65925) – 1,12.

По результатам исследований в 2018-2019 гг. выделены экологически пластичные по урожайности сортообразцы: Вьюга, Бирюза, Безенчукская 790.

Масса 1000 зерен – один из основных элементов структуры урожая, определяющих его урожайность и экологическую стабильность. В 2018 г. в условиях засухи сильной интенсивности (ГТК = 0,1) в период колошение – созревание изученные сортообразцы значительно различались по массе 1000 зерен (табл. 2). Максимальную массу 1000 зерен в 2018 г. сформировали: Донской простор – 35,2 г, Станичная – 33,2 г, Дар Зернограда – 35,6 г, Culver – 33,7 г. В 2019 г. при ГТК=0,2 в период колошение – созревание сортообразцы сформировали более крупное зерно. Масса 1000 зерен сортообразцов: Донской простор – 39,4 г, Бирюза – 38,7 г, Дар Зернограда – 38,7 г, Fantazia odeska – 38,8 г, что на 4,2; 6,7; 3,1; 6,4 г выше, чем в 2018 г. соответственно. По уровню устойчивости сортообразцов к стрессовым условиям формирования признака «масса 1000 зерен» выделились: Culver – разница между минимальной (min) и максимальной (max) выраженностью признака – 3,7 г, Дар Зернограда – 4,1 г, Донской простор – 4,2 г, по сравнению с 11,2 г у образца Кныагуныа Olga. По средней величине признака «масса 1000 зерен» в контрастных условиях выделились: Донской простор – 37,7 г, Станичная – 36,5 г, Дар Зернограда – 37,2 г. Эти сортообразцы обладают максимальной компенсаторной способностью и генетической гибкостью при формировании признака «масса 1000 зерен». По фактору стабильности (SF) признака «масса 1000 зерен» (отношение максимальной выраженности признака к минимальной) выделились: Донской простор – 1,12, Дар Зернограда – 1,09, Culver – 1,11. Минимальная стабильность признака «масса 1000 зерен» у сортообразцов Zhajvir – 1,37, Кныагуныа Olga – 1,41, Безенчукская 380 – 1,38.

Таблица 2

Адаптивный потенциал сортообразцов озимой пшеницы коллекции ВИР по массе 1000 зерен

Название сортообразца	Масса 1000 зерен, г				
	min (2018 г.)	max (2019 г.)	min – max	$\frac{\text{min} + \text{max}}{2}$	SF
Безенчукская 380	25,6	35,3	- 9,7	30,5	1,38
Бирюза	32,0	38,7	- 6,7	35,4	1,21
Вьюга	27,5	36,4	- 8,9	32,0	1,32
Безенчукская 790	30,7	38,4	- 7,7	34,6	1,25
Станичная	33,2	39,8	- 6,6	36,5	1,20
Донской простор	35,2	39,4	- 4,2	37,3	1,12
Донской маяк	32,6	39,2	- 6,6	35,9	1,12
Дар Зернограда	36,6	38,7	- 4,1	37,2	1,09
Спартак	31,6	37,7	- 6,1	34,7	1,19
Одесская 267	28,5	37,5	- 9,0	33,0	1,32
Lastivka odeska	28,3	34,8	- 6,5	31,6	1,23
Кныагуныа Olga	27,2	38,4	- 11,2	32,8	1,41
Fantaziya odeska	32,4	38,8	- 6,4	35,6	1,20
Zhajvir	26,1	35,7	- 9,6	30,9	1,37
Culver	33,7	37,4	- 3,7	35,6	1,11
Ignis	30,9	36,7	- 5,8	33,8	1,19
НСР ₀₅	1,7	2,5			

Примечание: min – минимальная выраженность признака, max – максимальная выраженность признака, SF – фактор стабильности признака.

Количество колосков в колосе озимой пшеницы формируется в относительно благоприятных условиях в Среднем Поволжье, поэтому различия между сортообразцами определяются генетическими факторами.

Максимальное количество колосков в колосе имеет Скипетр – 21 шт., минимальное – Безенчукская 790 – 15,3 шт. (табл. 3). Разница между минимальным и максимальным показателями признака характеризует устойчивость к стрессу [9]. Максимальной устойчивостью к стрессу по признаку «количество колосков в колосе» обладают: Бирюза (разница 0 шт.), Вьюга (разница 0,6 шт.), Безенчукская 790 (разница 0,5 шт.), Станичная (разница 0,2 шт.) (табл. 3). Высокую генетическую гибкость и компенсаторную способность по признаку «количество колосков в колосе» имеют: Скипетр, Zhajvir, Ignis, сформировавшие максимальное количество колосков в колосе в среднем за два года: 20,5; 19,2; 19,5 шт. соответственно (табл. 3). По фактору стабильности признака «количество колосков в колосе» выделились: Бирюза (SF= 1,0), Станичная (SF= 1,01) (табл. 3).

Таблица 3

Адаптивный потенциал сортообразцов озимой пшеницы по количеству колосков в колосе

Название сортообразца	Количество колосков в колосе, шт.				
	min (2018 г.)	max (2019 г.)	min – max	$\frac{\text{min} + \text{max}}{2}$	SF
Безенчукская 380	17,8 ± 0,3	19,2 ± 0,2	-1,4+++	18,5	1,08
Бирюза	17,9 ± 0,2	17,9 ± 0,2	0,0	17,9	1,00
Вьюга	18,0 ± 0,2	18,6 ± 0,3	-0,6	18,3	1,03
Безенчукская 790	14,8 ± 0,3	15,3 ± 0,3	-0,5	15,1	1,03
Скипетр	20,0 ± 0,3	21,0 ± 0,4	-1,0+	20,5	1,05
Станичная	16,9 ± 0,2	17,1 ± 0,2	-0,2	17,0	1,01
Zhajvir	18,8 ± 0,3	19,6 ± 0,2	-0,8+	19,2	1,04
Ignis	19,0 ± 0,2	19,9 ± 0,2	-0,9+	19,5	1,05

Примечания : «+» – разница достоверна при $P \geq 0,05$, «+++» – разница достоверна при $P \geq 0,001$, min – минимальная выраженность признака, max – максимальная выраженность признака, SF – фактор стабильности признака.

Адаптивный потенциал образцов озимой пшеницы по количеству зерен в колосе показан в таблице 4. Количество зерен в колосе – один из важнейших показателей продуктивности. Признак формируется под влиянием генетических и экологических факторов. Максимальное количество зерен в колосе у образцов: Вьюга – 51,2 шт., Скипетр – 50,0 шт., Ignis – 49,9 шт. Разница между минимальным и максимальным показателями признака «количество зерен в колосе» у сортообразцов Безенчукская 380, Вьюга, Безенчукская 790, Скипетр, Базис, Станичная недостоверная (0,0-2,0 шт.), что характеризует высокую устойчивость сортообразцов к абиотическому стрессу и их приспособительные возможности при формировании признака «количество зерен в колосе». Максимальное количество зерен в колосе в среднем за два года имеют: Вьюга – 50,6 шт., Скипетр – 49,0 шт., что характеризует их высокую компенсаторную способность и генетическую гибкость.

По фактору стабильности признака «количество колосков в колосе» выделяются: Бирюза (SF =1,0), Вьюга (SF = 1,02).

Таблица 4

Адаптивный потенциал сортообразцов озимой пшеницы по количеству зерен в колосе

Название сортообразца	Количество колосков в колосе, шт.				
	min (2018 г.)	max (2019 г.)	min – max	$\frac{\text{min} + \text{max}}{2}$	SF
Безенчукская 380	38,4 ± 1,0	39,5 ± 1,7	-1,1	39,0	1,03
Бирюза	43,8 ± 1,4	43,8 ± 1,4	0,0	43,8	1,00
Вьюга	50,0 ± 1,5	51,2 ± 1,9	-1,2	50,6	1,02
Безенчукская 790	38,0 ± 1,3	39,2 ± 1,4	-1,2	38,6	1,03
Скипетр	48,0 ± 1,1	50,0 ± 1,1	-2,0	49,0	1,04
Базис	38,0 ± 1,7	39,7 ± 1,7	-1,7	38,9	1,04
Станичная	42,0 ± 1,2	44,0 ± 2,0	-2,0	43,0	1,05
Zhajvir	43,7 ± 1,4	47,7 ± 1,9	-4,0	45,7	1,11
Ignis	44,0 ± 1,3	49,9 ± 1,3	-5,9++	47,0	1,13

Примечания : «+» – разница достоверна при $P \geq 0,05$, «+++» – разница достоверна при $P \geq 0,01$, min – минимальная выраженность признака, max – максимальная выраженность признака, SF – фактор стабильности признака.

Масса зерна одного колоса – производная от количества зерен в колосе и массы 1000 зерен, формируется под влиянием генетических и экологических факторов. Максимальная масса зерна одного колоса у сортообразца Скипетр – 2,3 г, минимальная – у сортообразца Бирюза – 1,5 г (табл. 5).

Максимальную устойчивость к стрессу по признаку «масса зерна одного колоса» имеют: Бирюза и Безенчукская 790 (табл. 5).

Высокой генетической гибкостью и компенсаторной способностью при формировании признака «масса зерна одного колоса» обладают: Скипетр, Базис, Станичная, сформировавшие максимальную в среднем за два года массу зерна одного колоса – 2,2; 1,9; 1,9 г соответственно (табл. 5).

В селекции на засухоустойчивость важен фактор стабильности признака, минимальная зависимость от варьирующих условий среды. Сортообразцы Бирюза, Базис, Станичная, Безенчукская 790 имеют минимальный в опыте показатель $SF = 1,0-1,11$, что объективно характеризует их способность противостоять абиотическому стрессу при формировании признака «масса зерна одного колоса».

Таблица 5

Адаптивный потенциал сортообразцов озимой пшеницы по массе зерна одного колоса

Название сортообразца	Масса зерна одного колоса, г				
	min (2018 г.)	max (2019 г.)	min – max	$\frac{\text{min} + \text{max}}{2}$	SF
Безенчукская 380	1,3± 0,05	1,8± 0,08	- 0,5+++	1,6	1,38
Бирюза	1,5± 0,06	1,5 ± 0,06	0,0	1,5	1,00
Вьюга	1,5 ± 0,07	2,1 ± 0,16	-0,6+++	1,8	1,40
Безенчукская 790	1,5± 0,06	1,6 ± 0,07	-0,1	1,6	1,07
Скипетр	2,0 ± 0,05	2,3 ± 0,09	-0,3++	2,2	1,15
Базис	1,8 ± 0,12	2,0 ± 0,07	-0,2+	1,9	1,11
Станичная	1,8 ± 0,10	2,0 ± 0,07	-0,2+	1,9	1,11
Zhajvir	1,7 ± 0,05	2,1 ± 0,09	-0,4++	1,9	1,24
Ignis	1,02 ± 0,12	2,0 ± 0,08	-0,8+++	1,6	1,66

Примечания : «+» – разница достоверна при $P \geq 0,05$, «++» – разница достоверна при $P \geq 0,01$, «+++» – разница достоверна при $P \geq 0,001$, min – минимальная выраженность признака, max – максимальная выраженность признака, SF – фактор стабильности признака.

Заклучение. В результате исследований выделены сортообразцы мягкой озимой пшеницы – источники, ценные для использования в селекции на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья: Станичная, Дар Зернограда, Бирюза, Вьюга, Безенчукская 790.

Биографический список

1. Сухоруков, А. Ф. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в Среднем Поволжье / А. Ф. Сухоруков, А. А. Сухоруков // Аграрная наука. – 2017. – №5. – С. 15-18.
2. Драгавцев, В. А. Неканонический подход к решению задачи наследственного повышения засухоустойчивости у растений / В. А. Драгавцев, И. М. Михайленко, М. А. Проскуряков // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т52, №3. – С. 487-500.
3. Ионова, Е. В. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур / Е. В. Ионова, В. Л. Газе, Е. В. Некрасов // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №3(27). – С. 19-22.
4. Гончаренко, А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции / А. А. Гончаренко // Зерновое хозяйство России. – 2016. – №2(44). – С. 31-36.
5. Рыбась, И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур / И. А. Рыбась // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т.51, №5. – С. 617-626.
6. Беспалова, Л. А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зеленой революции в селекции пшеницы / Л. А. Беспалова // Вестник Российской академии наук. – 2015. – №1. – С. 9-11.
7. Селянинов, Г. Т. Происхождение и динамика засух / Г. Т. Селянинов // Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. – Л. : Гидрометиздат, 1958. – С. 5-29.
8. Литл, Т. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ : пер. с англ. / Т. Литл, Ф. Хиллз. – М. : Колос, 1981. – С. 38-50.

9. Rosielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non – stress environment / A. A. Rosielle, J. Hambin // *Crop. Sci.* – 1981. – Vol. 21, №6. – P. 943-946.
10. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russel // *Crop. Sci.* – 1966. – №6. – P. 36-40.
11. Lewis D. Yene – environment interaction: a relationship between dominance heterosis, phenotypic stability and variability / D. Lewis // *Heredity.* – 1954. – 8. – P. 333-356.

References

1. Sukhorukov, A. F., & Sukhorukov, A. A. (2017). Selekciiia ozimoi pshenici na zasuhoustojchivost v Srednem Povolzhie [Selection of winter wheat for drought resistance in the Middle Volga region]. *Agrarnaya nauka – Agrarian science*, 5, 15-18 [in Russian].
2. Dragavtsev, V. A., Mikhailenko, I. M., & Proskuryakov, M. A. (2017). Nekanonicheskiy podhod k resheniiu zadachi nasledstvennogo povisheniia zasuhoustojchivosti u rastenii [Non-Classic approach to solving the problem of hereditary increase of drought resistance in plants]. *Seliskokhoziaistvennaia biologiiia – Agricultural Biology*, 52, 3, 487-500 [in Russian].
3. Ionova, E. V., Gaze, V. L., & Nekrasov, E. V. (2013). Perspektivi ispolizovaniia adaptivnogo raionirovaniia i adaptivnoi selekcii seliskokhoziaistvennih kultur [Prospects for the use of adaptive zoning and adaptive selection of agricultural crops]. *Zernovoie hoziaistvo Rossii – Grain Economy of Russia*, 3(27), 19-22 [in Russian].
4. Goncharenko, A. A. (2016). Ekologicheskaia ustoichivost sortov zernovikh kultur i zadachi selekcii [Ecological stability of varieties of grain crops and problems of selection]. *Zernovoie hoziaistvo Rossii – Grain Economy of Russia*, 2(44), 31-36 [in Russian].
5. Rybas, I. A. (2016). Povishenie adaptivnosti v selekcii zernovikh kultur [Increasing adaptability in the selection of grain crops]. *Seliskokhoziaistvennaia biologiiia – Agricultural Biology*, 51, 5, 617-626 [in Russian].
6. Bespalova, L. A. (2015). Razvitie genofonda kak glavnii faktor tretiei zelenoi revoliucii v selekcii pshenici [Development of the gene pool as the main factor of the third green revolution in wheat breeding]. *Vestnik rossiiskoi akademii nauk – Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 1, 9-11 [in Russian].
7. Selyaninov, G. T. (1958). Proiskhozhdenie i dinamika zasuh [Origin and dynamics of droughts]. Leningrad: Gidrometizdat [in Russian].
8. Little, T., & Hills, F. (1981). Seliskokhoziaistvennoe opitnoe delo. Planirovanie i analiz [Agricultural experimental business. Planning and analysis]. Moscow: Kolos [in Russian].
9. Rosielle, A. A., & Hambin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non – stress environment. *Crop. Sci.*, 21, 6, 943-946.
10. Eberhart, S. A., & Russel, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, 6, 36-40.
11. Lewis, D. (1954). Yene – environment interaction: a relationship between dominance heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*, 8, 333-356.

DOI 10.12737/39904

УДК 633.853.483:631.894

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Лупова Екатерина Ивановна, канд. биол. наук, доцент кафедры агрономии и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.

E-mail: katya.lilu@mail.ru

Наумцева Ксения Викторовна, аспирант кафедры агрономии и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.

E-mail: ksyu.dyachuk.93@mail.ru

Виноградов Дмитрий Валерьевич, д-р. биол. наук, проф., зав. кафедрой агрономии и агротехнологий, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.

E-mail: vdv-rz@rambler.ru

Ключевые слова: горчица, рапс, удобрение, урожайность, масличность.

Цель исследований – повышение продуктивности масличных культур при использовании различных уровней минерального питания в почвенно-климатических условиях Рязанской области. Нечерноземная зона России благоприятна для выращивания масличных растений. Полевые исследования проводились в Рязанской области в 2015-2018 гг. на опытной агротехнологической станции Рязанского ГАТУ, почва темно-серая лесная, опыт двухфакторный. Предшественник – озимая пшеница. Посев ярового рапса, горчицы белой, горчицы сизой (фактор А) осуществляли в I декаде мая, с нормой высева всех культур 2,5 млн шт./га. Изучались варианты с различными дозами минерального питания (фактор В): контроль (без внесения удобрений), N₆₀, N₉₀, N₁₂₀, P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₆₀K₆₀, N₁₂₀P₆₀K₆₀. Уровни N₁₂₀P₆₀K₆₀ (для рапса), N₉₀P₆₀K₆₀ (для горчицы сизой и горчицы белой) рассчитаны на урожайность семян 2,0 т/га, с корректировкой расчета баланса элементов питания на опытных почвах в условиях региона. В 2015 году валовой сбор маслосемян рапса и горчицы, в Рязанской области, составлял 57,7 и 9,7 тыс. тонн на площади 50,7 и 16,9 тыс. га; в 2018 году вырос и составлял 62,3 тыс. тонн. Посевная площадь, занимаемая рапсом – 50,2 тыс. га, горчицей – 17,3 тыс. га. В среднем за три года исследований, азот оказал существенное воздействие на рапс и горчицу. Максимальная урожайность маслосемян рапса (24,4 ц/га, что выше, чем в контроле, на 2,9 ц/га), горчицы белой (16,9 ц/га, что выше, чем в контроле, на 3,6 ц/га) и сизой (16,7 ц/га, что выше, чем в контроле, на 3,1 ц/га) была получена на варианте с N₁₂₀ (в среднем за годы исследований). На основании результатов испытаний 2015-2018 гг. уровни минерального питания N₉₀, N₁₂₀; N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀ можно использовать в практической деятельности агропромышленного комплекса региона.

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION AT DIFFERENT LEVELS ON THE YIELD OF OILSEED

E. I. Lupova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy and Agrotechnology, FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University Named After P. A. Kostychev.

390044, Ryazan, Kostycheva street, 1.

E-mail: katya.lilu@mail.ru

K. V. Naumtseva, Graduate Student of the Department of Agronomy and Agricultural Technologies, FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University Named After P. A. Kostychev.

390044, Ryazan, Kostycheva street, 1.

E-mail: ksyu.dyachuk.93@mail.ru

D. V. Vinogradov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Agronomy and Agricultural Technologies, FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University Named After P. A. Kostychev.

390044, Ryazan, Kostycheva street, 1.

E-mail: vdvzrn@mail.ru

Keywords: mustard, rape plant, fertilizer, yield, oil content.

The purpose of the research is increasing the oilseed productivity using different levels of mineral nutrition out of soil under climatic conditions of The Ryazan region. Non-chernozem area of Russia is favorable for growing oil plants. On-farm research was conducted in the Ryazan region in 2015-2018 at the experimental agrotechnological station of the Ryazan SATU, where the soil is dark gray forest, on two-factor experiment base. Its predecessor is winter wheat. Sowing of spring rapeseed, white mustard, brown mustard (factor A) was carried out in the first decade of may, with the seeding rate of all crops of 2.5 million units/ha. Variants with different dose of mineral nutrition (factor B) were studied: control (without fertilizers), N₆₀, N₉₀, N₁₂₀, P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₉₀P₆₀K₆₀, N₁₂₀P₆₀K₆₀. The levels N₁₂₀P₆₀K₆₀ (for rapeseed), N₉₀P₆₀K₆₀ (for brown and white mustard) are calculated for a seed yield of 2.0 t/ha, with an adjustment to the calculation of balance of nutrients on experimental soils in the region. In 2015, the bulk yield of oilseeds of rapeseed and mustard in the Ryazan region was 57.7 and 9.7 thousand tons on an area of 50.7 and 16.9 thousand hectares; in 2018 it increased to 62.3 thousand tons. On average over three years of research, nitrogen had a significant effect on rapeseed and mustard. The maximum yield of rapeseed (24,4 kg/ha, higher than in the control, 2.9 kg/ha), mustard white (16,9 C/ha, higher than in the control and 3.6 t/ha) and brown gray (16.7 C/ha, higher than in controls, 3.1 t/ha) was obtained at the variant with the N₁₂₀ (average for years of research). Based on the results of tests in 2015-2018, the levels of mineral nutrition N₉₀, N₁₂₀; N₉₀, N₁₂₀; N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀ are possible for use in the practical activities of the agro-industrial complex of the region.

Нечерноземная зона России, в которую входит и Рязанская область, благоприятна для выращивания масличных растений [1]. Благодаря биологическим особенностям все большее значение приобретают культуры семейства капустные (рапс, сурепица, горчица белая, редька масличная) [2, 3].

Яровой рапс – однолетнее растение. Корень ветвистый, сильно развитый, проникает вглубь почвы до 2 метров. Данное растение, как и многие крестоцветные культуры, нуждается в азотном питании, причем вносить азотные удобрения необходимо в определённые сроки. Недостаток минерального питания ведет к пожелтению листьев, высыханию и опаданию. Жилки листьев приобретают желтоватый либо красноватый тон. Средняя потребность в азоте для рапса составляет 120-130 кг/га, по фазам роста и развития она неодинакова. Жидкие и твердые азотные удобрения практически равнозначны, за исключением сульфата аммония, содержащего серу, на которую положительно откликается рапс. Кормят растения и твердыми удобрениями и их растворами с поливной водой. Целесообразно внесение азота осенью, при сохранении растительных остатков. В 2015 году валовой сбор маслосемян рапса, в Рязанской области, составлял 57,7 тыс. тонн (13,0% от общего по ЦФО сбора семян рапса) на площади 50,7 тыс. га. Сбор рапса в регионе в 2018 году вырос и составлял 62,3 тыс. тонн. Посевная площадь, занимаемая рапсом, составляла 50,2 тыс. га [6]. Горчица белая – эффективная сидеральная культура. Растение длинного дня, высотой до 1 метра. Благодаря основательно пробивающемуся стржевому корню растениям горчицы белой удается использовать влагу и питательные вещества из глубоких слоев почвы, а также восполнять при негативных атмосферных условиях. Для возделывания горчицы белой необходимы почвы окультуренные, со средним и повышенным содержанием гумуса, с высокой водоудерживающей способностью. Неблагоприятными почвами для горчицы белой являются почвы с повышенной кислотностью (рН – 6,2-7,0), высоким уровнем залегания грунтовых вод, с тяжелым гранулометрическим составом.

Горчица сизая – ценная масличная культура, в семенах содержится около 35-37% жирного масла, а также белок и эфирное аллиловое масло. Vegetационный период 80-115 дней. Данная культура не требовательна к почвам. Для активного роста и развития и получения высококачественных семян пригодны черноземы и каштановые почвы. Валовой сбор горчицы в Рязанской области в 2015 году составлял 9,7 тыс. тонн. На долю посевных площадей горчицы в 2015 году отводилось 16,9 тыс. га (в хозяйствах всех категорий). В 2017 году посевная площадь данной культуры снизилась до 5,7 тыс. га – уменьшилась в 3,0 раза (15,3% от площади горчицы в ЦФО). В 2018 году размеры посевных площадей увеличились и составляли 17,3 тыс. га (с урожайностью 4,9 ц/га) [6].

Масличные культуры значительно превосходят зерновые культуры по рентабельности [5]. Актуально использовать усовершенствованные, инновационные элементы выращивания масличных капустных культур.

Цель исследований – повышение продуктивности масличных культур при использовании различных уровней минерального питания в почвенно-климатических условиях Рязанской области.

Задачи исследований – изучить влияние различных уровней минерального питания на урожайность горчицы белой, горчицы сизой, рапса ярового; дать оценку качества маслосемян культур, выращенных на разных уровнях минерального питания в условиях региона.

Материалы и методы исследований. Полевые исследования проводились в 2015-2018 гг. в Рязанской области на темно-серой лесной почве опытной агротехнологической станции ФГБОУ ВО Рязанского ГАТУ. Опыт двухфакторный.

Агротехника при возделывании масличных капустных культур выстроена согласно рекомендациям, принятым в регионе. Предшественник – озимая пшеница. Посев ярового рапса, горчицы белой, горчицы сизой (фактор А) осуществляли в I декаде мая, с нормой высева всех культур 2,5 млн шт./га. Изучались варианты с различными дозами минерального питания (фактор В): контроль (без внесения удобрений), N_{60} , N_{90} , N_{120} , $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{60}K_{60}$, $N_{120}P_{60}K_{60}$. Уровни $N_{120}P_{60}K_{60}$ (для рапса), $N_{90}P_{60}K_{60}$ (для горчицы сизой и горчицы белой) рассчитаны на урожайность семян 2,0 т/га, с корректировкой расчета баланса элементов питания на опытных почвах в условиях региона. В проведенных исследованиях использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат,

нитрофоску и калийную соль в пересчете на действующее вещество. Удобрения вносили под предпосевную культивацию. Уборка напрямую, селекционным комбайном Terrion-Sampo SR-2010.

Общая площадь делянки 100 м², учетная – 80 м². Повторность четырехкратная. Опыты заложены по общепринятым методикам [4]. Определение качества семян масличных культур проводили в испытательной лаборатории ГБУ РО «Рязанская областная ветеринарная лаборатория», в лабораториях ООО «Кубань Масло ЕМЗ» (г. Ефремов) и ФГБОУ ВО Рязанского ГАТУ.

Результаты исследований. Урожайность рапса и горчицы разных вариантов опыта зависела от почвенно-климатических условий. Наиболее точным показателем условий увлажнения считается ГТК, в первую очередь в фазы вегетации «розетка листьев» – «цветение».

Вегетационные 2016 г. и 2018 г. для развития масличных культур были удачными – в течение роста и развития рапса и горчицы наблюдалось повышенное число осадков. Это позволило максимально использовать внесенные минеральные удобрения, в особенности азотные. Вне зависимости от уровня питания рост растений рапса, горчицы сизой и белой, был правильным: наблюдали плавное увеличение высоты растений до предельных показателей в период от созревания до уборки растений (рис. 1).

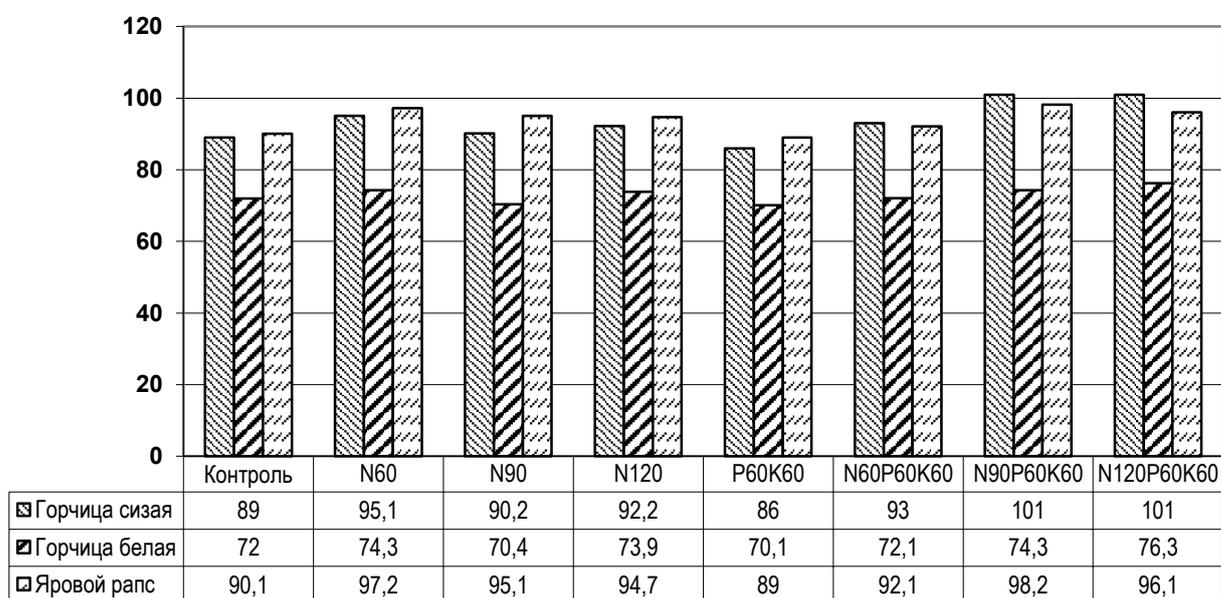


Рис. 1. Высота растений рапса и горчицы в зависимости от уровня минерального питания, см

Применение в опытах только фосфорно-калийных удобрений не оказало значимого влияния на рост масличных растений (рис. 1). Применение азотного (N₆₀) и полного (N₆₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀) удобрений существенно повышало анализируемый показатель в первой половине вегетации масличных культур. В варианте с применением минерального питания высота растений в фазу «розетка» была больше высоты растений контрольного варианта на 18-36%, что говорит о значимости роли азотного питания в процессе роста и развития растений.

Применение в опыте различных азотных удобрений повышало рост растений: в период бутонизации на 10-18%, цветения – на 5-15%, полной спелости – на 3-17%.

Применение более значимых доз удобрений (N₉₀₋₁₂₀) не оказывало существенного влияния на приближение, длительность фаз вегетации растений рапса и горчицы. Прослеживалось повышение накопления сухого вещества и использования элементов питания.

Образование сухого вещества растениями капустных – рапса и горчицы – усиленно проходило в период между фазами «розетка листьев» и «цветение». В этот период происходило развитие более 50% от окончательного урожая и использовалось большая часть азота, калия (70%) и фосфора (приблизительно 60%).

При изучении различных уровней питания в посевах рапса и горчицы увеличивались показатели элементов структуры урожайности на высоких уровнях минерального питания (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность масличных капустных культур
в зависимости от уровня минерального питания, ц/га (среднее за 2015-2018 гг.)

Уровень минерального питания	Рапс яровой	Горчица белая	Горчица сизая
Контроль	21,5	13,3	13,6
N ₆₀	22,6	14,4	14,3
N ₉₀	23,3	16,3	15,4
N ₁₂₀	24,4	16,9	16,7
P ₆₀ K ₆₀	21,4	13,5	13,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,9	14,2	14,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	22,7	15,6	15,6
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	23,9	16,9	16,8

Примечание. НСР₀₅ взаимодействия АВ, ц/га: 2015 – 2,05; 2016 – 1,92; 2017 – 2,20; 2018 – 2,32;
по фактору А: 2015 – 0,73; 2016 – 0,68; 2017 – 0,78; 2018 – 0,82;
по фактору В: 2015 – 1,18; 2016 – 1,11; 2017 – 1,27; 2018 – 1,34.

Азот оказал значительное влияние на маслосемена капустных культур (табл. 1). Рапс и горчица формировались мощнее по мере повышения уровня минерального питания. Высокую урожайность показали растения рапса и горчицы на вариантах N₉₀, N₁₂₀; N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀.

Максимальная урожайность маслосемян рапса (24,4 ц/га, что выше, чем в контроле, на 2,9 ц/га), горчицы белой (16,9 ц/га, что выше, чем в контроле, на 3,6 ц/га) и сизой (16,7 ц/га, что выше, чем в контроле, на 3,1 ц/га), была получена в варианте N₁₂₀ (в среднем за годы исследований).

Наиболее масличной из изучаемых культур является яровой рапс (42-43%), культура низкой масличности (около 30%) – горчица белая (рис. 2).

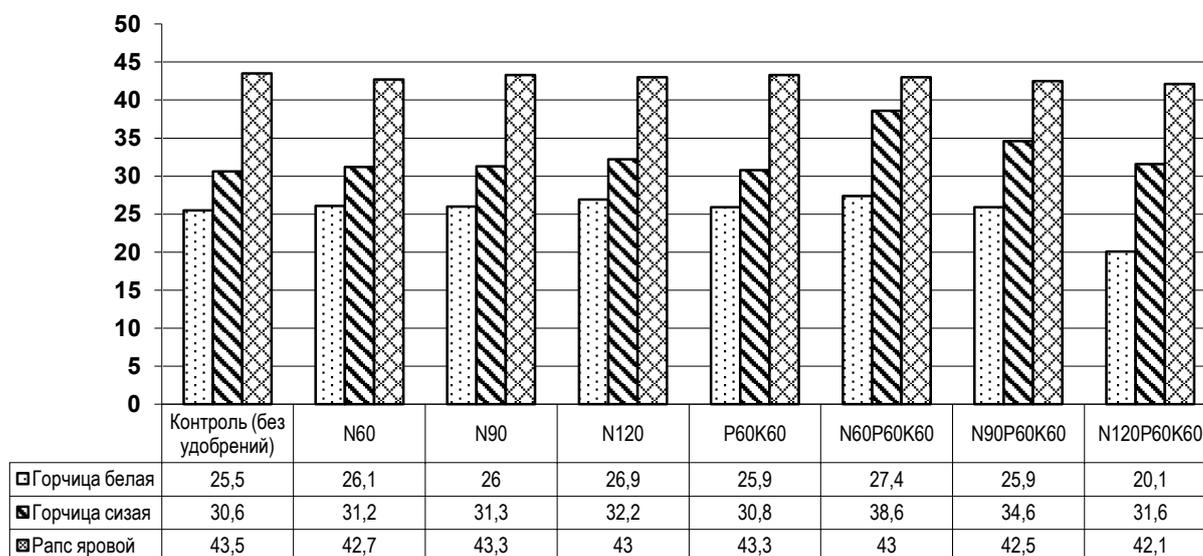


Рис. 2. Содержание масла в капустных культурах
в зависимости от применения различных доз минерального питания, % (среднее за 2015-2018 гг.)

Масличность возрастает при использовании высоких норм минерального питания (на 2-8 % по сравнению с контролем), что подтверждает значительная отзывчивость на вспомогательное питание NPK (рис. 2). Выявлен оптимальный уровень минерального питания – N₆₀P₆₀K₆₀ – для повышения масличности рапса на 1,0%, горчицы белой – на 2,1%, горчицы сизой – на 8,0 % (по сравнению с контролем).

Использование минеральных удобрений обеспечило непосредственное воздействие на формирование и увеличение жира и протеина маслосемян ярового рапса (табл. 2).

Качественный состав ярового рапса в зависимости от уровня минерального питания

Уровень минерального питания	Белок, %	Масличность, %	Кислоты, %					
			простые ненасыщенные жирные кислоты		многократно ненасыщенные жирные кислоты		насыщенные жирные кислоты	
			олеиновая	айкозеновая	линолевая	линоленовая	пальмитиновая	стеариновая
Контроль	22,5	43,5	58,9	следы	22,9	9,5	5,8	2,8
N ₆₀	22,9	42,7	60,5	0,1	21,4	11,5	4,3	2,0
N ₉₀	24,0	43,3	59,5	следы	22,2	10,8	5,3	2,2
N ₁₂₀	24,1	43,0	60,3	следы	21,4	10,3	5,3	2,9
P ₆₀ K ₆₀	20,6	43,3	59,5	следы	22,2	10,8	5,3	2,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,7	43,0	60,3	следы	21,4	10,3	5,3	2,9
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	23,5	42,5	60,7	следы	22,6	9,8	5,0	1,7
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	23,1	42,1	63,0	следы	20,9	9,7	4,8	1,6

Использование удобрений (N₉₀P₆₀K₆₀ и выше) незначительно (на 0,4-1,0%) сокращает формирование жира (табл. 2).

Повышение степени уровня минерального питания способствовало получению высококачественного масла рапса. Использование минерального удобрения N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀ повышало образование олеиновой ненасыщенной кислоты (на 1,8-4,1% по сравнению с контролем), незначительное увеличение линоленовой кислоты (на 0,1-0,2 % по сравнению с контролем).

Использование удобрений (N₉₀P₆₀K₆₀ и выше) повлияло на качество масла горчицы. Прослеживалось высокое содержание эруковой кислоты (35,6-36,6%), ненасыщенной олеиновой кислоты содержалось в среднем 26%; стеариновой и пальмитиновой кислот в сумме – около 4%; линолевой – 8,8-9,0%; линоленовой – 11,6-12,2%.

Внедрение новых методов производства находится в прямой зависимости с экономическими показателями, такими как условно-чистый доход и рентабельность производства, валовой сбор продукции и др. Расчеты экономической эффективности показали, что использование вариантов с N₆₀, N₉₀, N₁₂₀ для увеличения урожайности рапса и горчицы, с незначительными затратами, экономически выгодно. Уровень рентабельности производства изучаемых вариантов составил 32-54 %.

Заключение. В среднем, за три года исследований, азот оказал существенное воздействие на рапс и горчицу белую. Высокую урожайность ярового рапса и горчицы сизой и белой сформировали варианты N₉₀, N₁₂₀; N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀. Максимальная урожайность маслосемян рапса (24,4 ц/га, что выше, чем в контроле, на 2,9 ц/га), горчицы белой (16,9 ц/га, что выше, чем в контроле, на 3,6 ц/га) и сизой (16,7 ц/га, что выше, чем в контроле, на 3,1 ц/га), была получена в варианте N₁₂₀ (в среднем за годы исследований). Масличность при использовании высоких норм минерального питания возрастает (на 2-8 % по сравнению с контролем), что подтверждает значительную отзывчивость на вспомогательное питание NPK. Повышение степени уровня минерального питания способствовало получению высококачественного масла рапса. Итак, использование минерального удобрения N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀ повышало образование олеиновой ненасыщенной кислоты (на 1,8-4,1 % по сравнению с контролем), незначительно – линоленовой кислоты (на 0,1-0,2 % по сравнению с контролем). Использование удобрений (N₉₀P₆₀K₆₀ и выше) повлияло на качество масла горчицы. Наблюдалось высокое содержание эруковой кислоты (35,6-36,6%). Выявлена высокая экономическая эффективность использования различных уровней азотного питания (N₆₀, N₉₀, N₁₂₀).

На основании результатов испытаний 2015-2018 года уровни минерального питания (N₉₀, N₁₂₀; N₉₀₋₁₂₀P₆₀K₆₀) можно использовать в практической деятельности агропромышленного комплекса региона для увеличения урожая маслосемян капустных культур, рапса и горчицы, и получения высококачественной продукции в почвенно-климатических условиях Рязанской области.

Библиографический список

1. Виноградов, Д. В. Урожайность горчицы белой при использовании современных жидких удобрений в Черноземной зоне России / Д. В. Виноградов, К. В. Наумцева, Е. И. Лупова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2019. – №4. – С. 132-136.

2. Казакевич, Л. А. Рациональное использование земельных ресурсов сельскохозяйственными организациями / Л. А. Казакевич // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 435-438.

3. Воловик, В. Т. Масличные капустные культуры в растениеводстве Центрального экономического района / В. Т. Воловик, А. С. Шпаков, Ю. К. Новоселов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – №. 2.– С. 33-35.

4. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами / Под ред. В. М. Лукомца. – Краснодар : ВНИИМК, 2007. – 113 с.

5. Vinogradov, D. V. Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis / D. V. Vinogradov, E. A. Vysotskaya, K. V. Naumtseva // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 422(2020) 012014. – DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012014.

6. Производство продукции растениеводства в Рязанской области [Электронный ресурс] // Правительство Рязанской области. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области [сайт]. – Режим доступа: <https://www.ryazagro.ru/spheres/share/> (дата обращения: 12.06.2020).

References

1. Vinogradov, D. V., Naumtseva, K. V., Lupova, E. I., Sokolov, A. A., & Antoshina, O. A. (2019). Urozhainost gorchici beloi pri ispolizovanii sovremennikh zhidkikh udobrenii v Nechernozemnoi zone Rossii [White mustard yield when using modern liquid fertilizers in the non-Chernozem zone of Russia]. *Vestnik Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva – Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P. A. Kostycheva*, 4, 132-136 [in Russian].

2. Kazakevich, L. A. (2018). Racionalinoe ispolizovanie zemelinykh resursov seliskhozhiaistvennimi organizacijami [Rational use of land resources by agricultural organizations]. Formation of organizational and economic conditions for the efficacy of agro-industrial complex '18: *sbornik nauchnikh statei X Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – collection of scientific articles X International scientific and practical conference*. (pp. 435-438) [in Russian].

3. Volovik, V. T., Shpakov, A. S., Novoselov, Yu. K., & Prologova T. V. (2018). Maslichnie kapustnie kulturi v rastenievodstve centralinogo ekonomicheskogo raiona [Oilseed cabbage crops in plant science of the Central economic district]. *Dostizhenia nauki i tekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICis*, 2, 33-35 [in Russian].

4. Lukomets, V. M. (Eds.) (2007). Metodika provedeniia polevikh i agrotekhnicheskikh opitov s maslichnimi kulturami [Field and agricultural Methods for experiments with oilseeds]. Krasnodar: all-Russian research Institute of oilseeds [in Russian].

5. Vinogradov, D. V., Vysotskaya, E. A., Naumtseva, K. V., & Lupova, E. I. (2020). Features of using modern multicomponent liquid fertilizers in white mustard agrocoenosis. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 422, 012014. – DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012014.

6. Proizvodstvo produkci rastenievodstva v Riazanskoj oblasti [Crop production in the Ryazan region]. [ryazagro.ru/](https://www.ryazagro.ru/). Retrieved from: <https://www.ryazagro.ru/spheres/share/> [in Russian].

DOI 10.12737/39905

УДК 631.58:004.9 (470.43)

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР НА ЭФФЕКТИВНОЕ ПЛОДРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Джангабаев Бауржан Жунусович, старший научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: baur1977@rambler.ru

Ключевые слова: мониторинг, обследование, технологии, почва, плодородие.

Цель исследований – регулирование плодородия почв и продуктивности пашни с помощью геоинформационной системы. Повышение рентабельности сельского хозяйства основывается на разработке эффективных методов управления производством на основе передовых управленческих и информационных технологий, включая разработку технологий точного земледелия, а также методов и средств поддержки принятия решений, базирующихся на компьютерном представлении знаний. Основной базой для

разработки таких технологий являются данные о состоянии плодородия почв, биометрические особенности роста и развития растений, засоренности посевов, подверженности болезням и вредителям. В длительных стационарных опытах Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН и на реперных участках ФГБУ САС «Самарская» установлено, что несмотря на возрастающие до 2015 года потери гумуса и питательных веществ, ухудшение агро- и водофизических свойств, черноземные почвы тестового полигона имеют относительно высокий потенциал продуктивности пашни. Более 50% площадей полигона имеют среднее значение гумуса в почве (4-6%), около 80% площадей – высокое содержание подвижных фосфатов (151-200 мг/кг), около 60% площадей пашни – очень высокое содержание обменного калия (180-260 мг/кг). Проведённый в 2019 году мониторинг выявил стабилизацию агрофизических и агрохимических свойств почвы. Переход от традиционных к ресурсосберегающим технологиям обеспечил существенное увеличение подвижных фосфатов на 9 из 12 полей и высокое содержание обменного калия в среднем по полям полигона. По результатам исследований подготовлены электронные картограммы содержания питательных веществ в почвах тестового полигона и агрохимические паспорта полей, получены данные по темпам изменения почвенного плодородия во времени, степени использования питательных веществ почвы и удобрений.

INFLUENCE OF MODERN TECHNOLOGIES ON CULTIVATION OF ARABLE AND GREEN CROPS ON THE EFFECTIVE FERTILITY OF ORDINARY CHERNOZEM

B. Zh. Dzhangabaev, Senior Researcher, Department of Agriculture and New Technologies, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences. 446251, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.
E-mail: baur1977@rambler.ru

Key words: monitoring, survey, technology, soil, fertility.

The aim of the research is maintaining soil fertility and arable land productivity using a geographic information system. Improvement of the profitability of agriculture is based on the development of effective production methods based on advanced management and information technologies, including the development of precise farming technologies, as well as methods and abilities for supporting decision-making based on computer representation of knowledge. The main basis for the development of such technologies is data on soil fertility state, biometric characteristics of plant growth and development, weed infestation of crops, and susceptibility to diseases and pests. Long term experiments of Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences and base plots of «Samara» Station of agrochemical service found that despite increased prior to 2015, the loss of humus and nutrients, deterioration of agricultural and hydro-physical properties of chernozem soil for demonstration trial have relatively high potential productivity of arable land. More than 50% of the demonstration trial has an average value of humus in the soil (4-6%), about 80% of the area has a high content of mobile phosphates (151-200 mg/kg), and about 60% of the arable land area has a very high content of exchangeable potassium (180-260 mg/kg). The monitoring carried out in 2019 revealed the stabilization of agro-physical and agrochemical properties of the soil. The transition from traditional to resource-saving technologies provided a significant increase in mobile phosphates in 9 out of 12 fields and an optimal potash regime of the soil on average for the demonstration trial. Based on the results of the research, electronic cartograms of nutrients in the soils of the demonstration trial and agrochemical passports of fields were prepared, data on the rate of change in soil fertility over time, the degree of use of soil nutrients and fertilizers were obtained.

Повышение конкурентоспособности сельского хозяйства, его экономической эффективности, обеспечения внутренней потребности и увеличение экспорта качественной сельскохозяйственной продукции является в настоящее время основной задачей сельхозтоваропроизводителей. Однако сложность в решении поставленной задачи состоит в том, что в последние десятилетия в Поволжье, как и в других регионах европейской части России отмечено нарастание аридности климата [1-3].

Повышение рентабельности сельского хозяйства в изменяющихся условиях основывается на разработке новых эффективных методов управления производством на основе передовых управленческих и информационных технологий, включая разработку технологий точного земледелия, а также методов и средств поддержки принятия решений, базирующихся, в том числе, на компьютерном представлении знаний [4-6].

Основной базой для разработки таких технологий являются данные о состоянии плодородия почв, биометрические особенности роста и развития растений, засоренности посевов, подверженности болезням и вредителям. Полученные данные дают возможность повысить эффективность работы хозяйства, определить экономически важные направления деятельности и разработать комплекс мероприятий по сохранению почвенного плодородия и увеличению объемов производства продукции [7-10].

Цель исследований – регулирование плодородия почв и продуктивности пашни с помощью геоинформационной системы (ГИС).

Задача исследований – изучение с помощью геоинформационной системы влияния современных ресурсосберегающих технологий на динамику основных показателей почвенного плодородия, водный и питательный режимы почвы.

Материалы и методы исследований. Для отбора почвенных проб предварительно была проведена оцифровка полей тестового полигона с составлением электронной карты, с последующей разбивкой на парцеллы – элементарные участки преимущественно прямоугольной формы. Точки отбора проб (по 5 точек на парцеллу) привязывали к местности с помощью глобальной навигационной системы (GPS), что позволило составить электронные агрохимические картограммы с максимально точным выделением контуров внутривоспольной пестроты почвенного плодородия. Отбор почвенных проб производился на полях экспериментального полигона с помощью автоматического пробоотборника Niefeld N2008 и полевого навигатора GARMIN GPSMAP78S. Глубина взятия проб – 30 см, средний размер парцеллы – 4 га.

Почвенные обследования проведены в течение 2015-2019 гг. на полях тестового полигона площадью 2500 га.

Оперативные наблюдения в течение вегетации проводились в соответствии с общепринятыми методиками. Влажность почвы определяли согласно ГОСТ 28.268-89, содержание минерального азота (ГОСТ 26.212-84) и микроэлементов в почве: цинка (ГОСТ Р50686-94), меди (ГОСТ Р50684-94), молибдена (ГОСТ Р50689-94), кобальта (ГОСТ Р50687-94), серы (ГОСТ 26490-85), марганца (ГОСТ Р50682-94).

Результаты исследований. По результатам проведенных почвенных анализов специалисты ФГБУ САС «Самарская» составили агрохимические паспорта полей, полученные данные занесли в компьютерную программу ArcGis, с помощью которой построили электронные картограммы содержания элементов питания.

Анализ полученных картограмм показал, что по содержанию гумуса почвы тестового полигона в хозяйстве относятся к малогумусным и слабогумусированным. Площадь пашни с низким содержанием гумуса (2-4%) составила 1200 га или 48% от всей площади полигона, со средним (4-6%) – 1300 га или 52%.

По содержанию подвижных фосфатов площадь пашни с высокой степенью обеспеченности (IV класс) составила 550 га или 20%, с очень высокой (V класс) – 1950 га или 80%.

По содержанию обменного калия площадь пашни с повышенной обеспеченностью составила 70 га или 5% от общего количества почв, с высокой степенью обеспеченности (IV класс) – 900 га или 35%, с очень высокой (V класс) – 1530 га или 60%.

Математическая обработка данных по содержанию элементов питания показала, что наибольшей изменчивостью характеризовалось содержание обменного калия и подвижного фосфора. Так, колебания численных значений показателей плодородия составили: по обменному калию: от 97,1 до 413,4 мг/кг (среднее значение показателя – 229,0 мг/кг, коэффициент вариации $C_v=32,6\%$); по подвижному фосфору: от 125,0 до 322,0 мг/кг (среднее значение показателя – 221,0 мг/кг, $C_v=22,6\%$); по гумусу: от 2,9 до 5,3% (среднее значение составило 4,1%, $C_v = 14,3\%$).

Наблюдения за динамикой влажности почвы проводились сотрудниками отдела земледелия и новых технологий Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН на 12 полях экспериментального полигона площадью 330,5 га.

Отбор почвенных проб экспериментального полигона на влажность в начале вегетации изучаемых культур показал, что количество продуктивной влаги соответствовало уровню среднесезонных значений благодаря большому количеству осадков в осенне-зимний период и хорошему

усвоению накопленной влаги ко времени возобновления весенней вегетации. Наибольшие влагозапасы в метровом слое почвы отмечали на полях с посевами яровой твердой пшеницы после сои – 111,5-149,2 мм (в среднем 131,1 мм) и подсолнечника после ярового ячменя – 134,9-152,6 мм (в среднем 144,1 мм). На остальных полях полигона содержание продуктивной влаги составило от 87,3 до 121,7 мм. Наименьшее количество влаги наблюдали под посевами яровой мягкой пшеницы, размещенной после подсолнечника – 66,4-77,9 мм (среднее – 70,7 мм).

Высокая температура воздуха и недостаточное количество осадков, по сравнению со среднесезонными значениями, в начале вегетации привели к иссушению верхнего слоя почвы, из-за чего сложились неблагоприятные условия для накопления нитратов в пахотном слое почвы. Содержание нитратов весной на всех полях полигона было значительно ниже многолетних значений и составило от 2,4 до 9,0 мг/кг почвы.

Наиболее благоприятные фосфорный и калийный режимы почвы были отмечены на полях №7 и №8 с посевами гороха и яровой твердой пшеницы. Количество подвижного фосфора на этих полях составило 235-238 мг/кг, что на 28,0-86,0 мг/кг (12-36%) больше, чем на остальных полях полигона, обменного калия – 250-253 мг/кг, что больше на 10,0-76,0 мг/кг или на 4-30%.

При анализе содержания подвижных макроэлементов на 12 полях экспериментального полигона на 9 из них выявлено существенное увеличение фосфатов, связанное с переходом от традиционных технологий к ресурсосберегающим. Изменение содержания обменного калия вследствие большей подвижности элемента зависело от биологических особенностей растений и изменения систем обработки почвы. Однако в среднем по 12 полям наблюдали аналогичную с фосфатами тенденцию улучшения калийного режима почвы.

На основании данных почвенного обследования в 2019 году специалистами ФГБУ САС «Самарская», в сравнение с предыдущими обследованиями, были составлены обновленные электронные картограммы содержания гумуса и подвижных питательных веществ на полях экспериментального полигона.

Согласно картограммам в 2019 году по содержанию гумуса площадь пашни с низкой степенью обеспеченности (II класс) составила 198,4 га или 60%, со средней степенью обеспеченности (III класс) – 132,4 га или 40% (рис. 1).

По содержанию подвижных фосфатов площадь пашни с повышенной степенью обеспеченности (IV класс) составила 76,0 га или 23%, с высокой (V класс) – 161,0 га или 49%, с очень высокой степенью обеспеченности (VI класс) составила 93,5 га, или 28% (рис. 2).

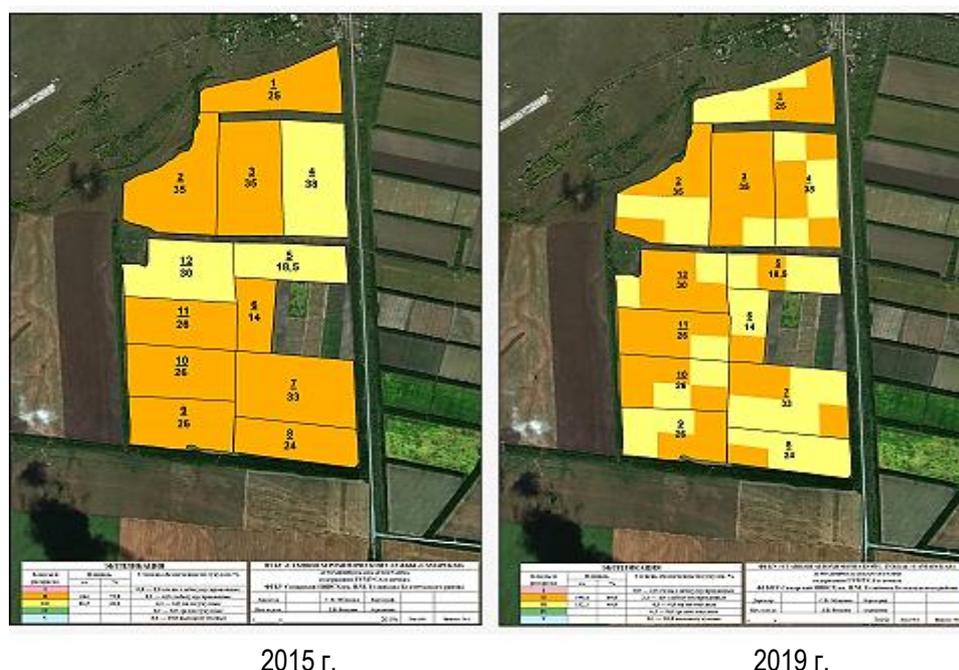
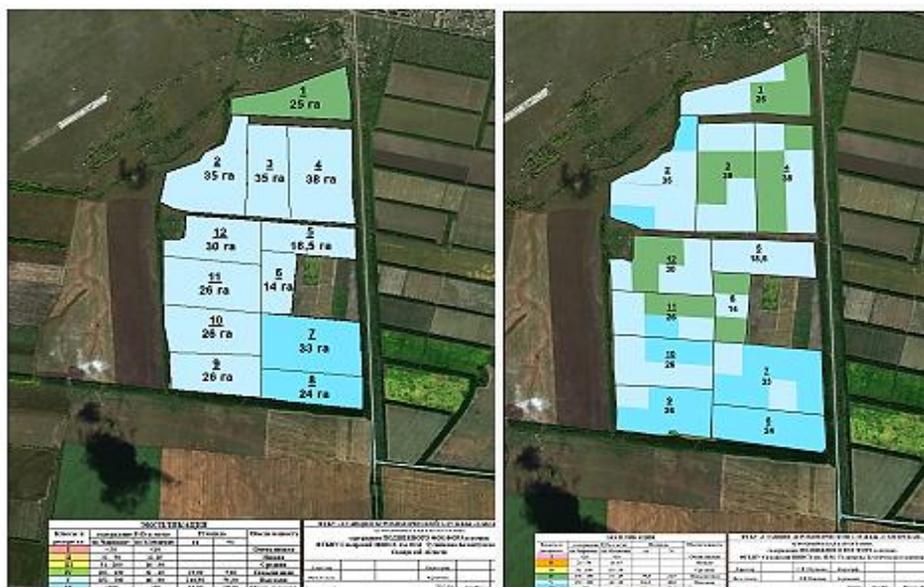


Рис. 1. Электронные картограммы содержания гумуса на полях экспериментального полигона

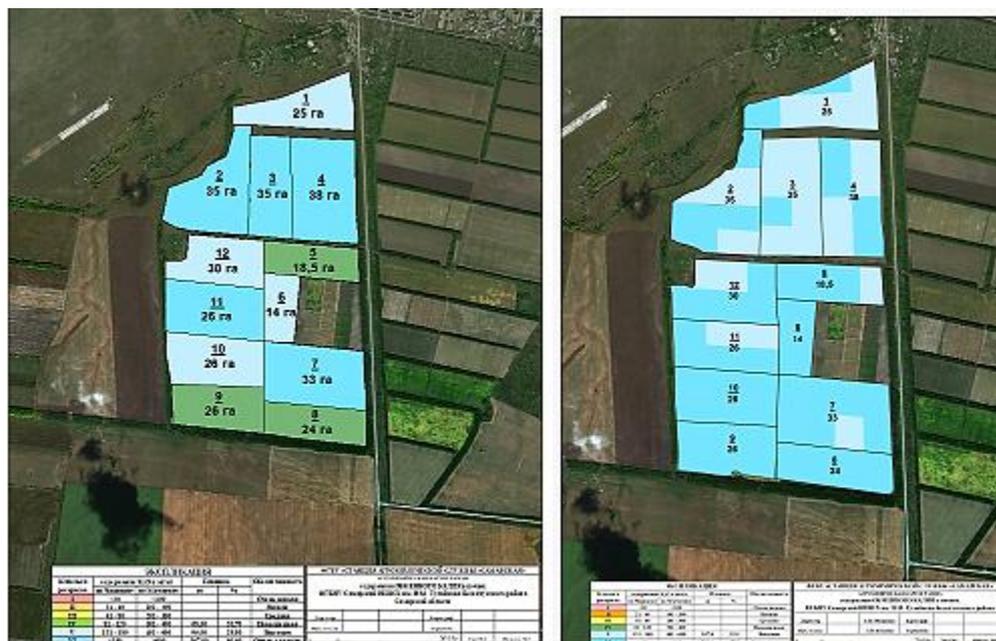


2015 г.

2019 г.

Рис. 2. Электронные картограммы содержания подвижного фосфора на полях экспериментального полигона

По содержанию обменного калия площадь пашни с высокой степенью обеспеченности (IV класс) составила – 107,5 га или 32,5%, с очень высокой (V класс) – 223,0 га или 67,5% (рис. 3).



2015 г.

2019 г.

Рис. 3. Электронные картограммы содержания обменного калия на полях экспериментального полигона

В сравнении с предыдущими обследованиями площадь пашни с низкой степенью обеспеченности гумусом (от 2,1 до 4,0%) уменьшилась на 13,8%, площадь пашни со средним содержанием гумуса (от 4,1 до 6,0%) увеличилась на ту же величину (табл. 1). Однако средневзвешенное содержание гумуса в почве уменьшилось с 4,07% в 2015 году до 3,95% в 2019 году. Темпы снижения

составили 0,12% или 3,6 т за ротацию севооборота. В среднем за 1 год потери гумуса составили 0,12% или 0,9 т.

По сравнению с предыдущими обследованиями обеспеченность почвы подвижными элементами питания улучшилась.

Так, если в 2015 году более 70% площади почв полигона характеризовались повышенным содержанием подвижного фосфора (101-150 мг/кг почвы – III класс), то к настоящему времени более 70% площади полигона относятся к высокой (151-200 мг/кг) и очень высокой степени обеспеченности (>200 мг/кг почвы – V класс).

Таблица 1

Динамика гумуса и подвижных элементов в почвах полигона по данным полевых обследований (2015-2019 гг.)

Обеспеченность почв	Содержание в почве	Общая площадь, га	2015 г.		2019 г.	
			га	%	га	%
<i>Гумус, %</i>						
Низкая	2,1-4,0	330,5	244,0	73,8	198,4	60,0
Средняя	4,1-6,0		87,5	26,2	132,1	40,0
Повышенная	6,1-8,0		-	-	-	-
<i>Подвижный фосфор, мг/кг</i>						
Повышенная	101-150	330,5	241,0	73	76,0	23,0
Высокая	151-200		89,5	27	161,0	49,0
Очень высокая	>200		-	-	93,5	28,0
<i>Обменный калий, мг/кг</i>						
Повышенная	81-120	330,5	68,5	20	-	-
Высокая	121-180		95,0	29	107,5	32,5
Очень высокая	>180		167,0	51	223,0	67,5

Такая же тенденция отмечена и по обменному калию. Площадь почв с IV классом (высокая обеспеченность обменным калием) увеличилась на 3,5%, с V классом (очень высокая обеспеченность) – на 16,5%.

Электронные картограммы содержания гумуса и подвижных питательных веществ, полученные в ходе обследований 2019 года, являются более информативными, чем картограммы 2015 года, которые были построены способом сплошного агрохимического обследования по более крупным парцеллам. Они более наглядно показывают пестроту почвенного плодородия.

Разбивка полей на парцеллы позволяет выделить проблемные участки с привязкой к местности по GPS-координатам, а также произвести расчет дифференцированного внесения удобрений методом «офлайн».

По результатам фитосанитарного обследования полей полигона химическая защита растений проводилась по разработанной технологии возделывания запланированными препаратами при средней степени засоренности.

Совместно с гербицидной обработкой зерновых, зернобобовых и технических культур была проведена обработка соответствующими биологическими препаратами и подкормка комплексным биоактивированным жидким удобрением.

Агроклиматические условия 2019 сельскохозяйственного года были неблагоприятными для зерновых культур. При температуре воздуха выше среднемесячных значений на 5-7°C и дефиците количества осадков в 50% в сентябре 2018 года создались неблагоприятные условия для получения хороших всходов озимых культур, которые были посеяны по занятому пару. ГТК за период всходы – колошение яровых культур составил 0,17, что свидетельствует об очень сильной засухе. По данным Безенчукской АМС в первой декаде июня 2019 года было отмечено опасное метеорологическое явление – почвенная засуха. Обильные осадки во второй декаде июля (260% от декадной нормы) оказали положительное влияние только на урожайность поздних культур: подсолнечника и сои. Так же поздние осадки спровоцировали рост новых сорняков, которые сильно усложнили уборку зерновых культур.

Основным фактором, лимитирующим урожайность, стало недостаточное количество осадков в начальный период вегетации яровых культур, что даже на фоне среднемноголетних влагозапасов в почве обусловило получение низкой урожайности изучаемых сельскохозяйственных культур.

В среднем по полям тестового полигона урожайность ячменя составила 1,31 т/га, яровой твердой пшеницы – 0,72 т/га, яровой мягкой пшеницы – 0,72 т/га, гороха – 1,12 т/га, сои – 0,91 т/га, подсолнечника – 1,45 т/га.

Сравнение фактически полученной урожайности с максимальной расчетной по обеспеченности питательными веществами в почве свидетельствует о действии ограничивающего продуктивность фактора – сильная засуха в начале вегетационного периода яровых зерновых культур.

По яровым зерновым и зернобобовым культурам фактическая урожайность была на уровне расчетной по гумусу и составила лишь 25-50% от расчетной по фосфору и калию.

Урожайность подсолнечника превысила расчетную по подвижному фосфору и составила 60% от расчетной по обменному калию.

По результатам многолетних исследований наибольшая продуктивность изучаемых сельскохозяйственных культур в пересчете на зерновые единицы (з. е.) как суммарная, так и в расчете на 1 га севооборотной площади была отмечена на полях экспериментального полигона: на поле №6 – 14 га, №10 – 26 га и №11 – 26 га. Данные поля по содержанию гумуса относятся к классу с низким его содержанием, однако по данным агрохимических паспортов черноземные почвы этих полей имеют мощный гумусовый горизонт с лучшей водоудерживающей способностью.

Заключение. Проведенные в Самарском НИИСХ – филиале СамНЦ РАН и ФГБУ САС «Самарская» исследования показали, что несмотря на возрастающие до 2015 года потери гумуса и питательных веществ ухудшение агро- и воднофизических свойств черноземные почвы тестового полигона имеют относительно высокий потенциал продуктивности. Более 50% площадей полигона имеют среднее количество гумуса в почве (от 4 до 6%), около 80% площадей – высокое содержание подвижных фосфатов (151-200 мг/кг), около 60% площадей пашни – очень высокое содержание обменного калия (от 180 до 260 мг/кг).

В результате исследований подготовлены обновленные электронные картограммы содержания питательных веществ в почвах экспериментального полигона и агрохимические паспорта полей, получены данные по темпам изменения почвенного плодородия во времени, степени использования питательных веществ почвы и удобрений и нормативы зависимости урожая от агрохимических свойств почвы и удобрений для создания базы данных по регулированию плодородия почв и продуктивности пашни.

Библиографический список

1. Горянин, О. И. Агротехнологические основы повышения эффективности возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном Среднего Заволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Горянин Олег Иванович. – Саратов, 2016. – 477 с.
2. Корчагин, В. А. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области / В. А. Корчагин, С. Н. Шевченко, С. Н. Зудилин, О. И. Горянин. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2014. – 192 с.
3. Сергеев, К. Региональный форум ФАО в России / К. Сергеев // Ресурсосберегающее земледелие. – 2018. – №38 (02). – С. 5-8.
4. Жученко, А. А. Проблемы ресурсосбережения в процессах интенсификации сельскохозяйственного производства / А. А. Жученко // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье : сб. науч. тр. – Самара : СамНЦ РАН, 2012. – С. 8-33.
5. Якушев, В. П. Геоинформационное обеспечение прецизионных экспериментов в земледелии / В. П. Якушев, А. В. Конев, В. В. Якушев // Информация и космос. – 2015. – №3. – С. 96-101.
6. Якушев, В. В. Точное земледелие: теория и практика : монография / В. В. Якушев. – СПб., 2016. – 364 с.
7. Горянин, О. И. Оптимизация минерального питания озимой пшеницы в технологиях точного земледелия / О. И. Горянин, А. П. Чичкин, Б. Ж. Джангабаев // Известия Самарской ГСХА. – 2014. – № 4. – С. 27-31.
8. Джангабаев, Б. Ж. Урожайность сельскохозяйственных культур тестового полигона на черноземах обыкновенных Самарского Заволжья / Б.Ж. Джангабаев // Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция : сборник докладов II Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов. – Саратов, 2018. – С. 218-222.

9. Корчагин, В. А. Концепция воспроизводства плодородия чернозёмных почв степных районов Среднего Заволжья / В. А. Корчагин, О. И. Горянин, С. В. Обущенко, А. П. Чичкин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т.16, № 5(3). – С. 1081-1085.

10. Губарев, Д. И. Использование результатов почвенно-агрохимического обследования и данных ДЗЗ при формировании рабочих участков на поле / Д. И. Губарев, И. Ф. Медведев, А. А. Вайгант, М. А. Ларькин // Агрохимическое обеспечение цифрового земледелия : материалы международной научной конференции. – 2019. – С.116-120.

References

1. Goryanin, O. I. (2016). Agrotekhnologicheskie osnovi povsheniia effektivnosti vozdelivaniia polevikh kultur na chernoziome obiknovennom Srednego Zavolzhia [Agrotechnological basis for increasing the efficiency of field crops cultivation on ordinary chernozem in the Middle Trans-Volga region]. *Doctor's thesis*. Saratov [in Russian].

2. Korchagin, V. A., Shevchenko, S. N., Zudilin, S. N., & Goryanin, O. I. (2014). Innovacionnie tekhnologii vozdelivaniia polevikh kultur v APK Samarskoi oblasti [Innovative technologies of cultivation of field crops in the agro-industrial complex of the Samara region]. *Kinel'*: PC Samara SAA [in Russian].

3. Sergeev, K. (2018). Regionalinii forum FAO v Rossii [Regional Forum of FAO in Russia]. *Resursosberegaiushchee zemledelie – Resource-saving agriculture*, 38 (02), 5-8 [in Russian].

4. Zhuchenko, A. A. (2012). Problemi resursosberezheniia v processah intensivifikatsii seliskohoziaistvennogo proizvodstva [Problems of resource saving in the process of intensification of agricultural production]. *Problems of adaptive intensification of agriculture in the Middle Volga region '12: sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp. 8-33). Samara [in Russian].

5. Yakushev, V. P., Konev, A. V., & Yakushev, V. V. (2015). Geoinformacionnoe obespechenie precizionnikh eksperimentov v zemledelii [Geo-information support of precision experiments in agriculture]. *Informaciya i kosmos – Information and Space*, 3, 96-101 [in Russian].

6. Yakushev, V. V. (2016). Tochnoe zemledelie: teoriia i praktika [Precision farming: theory and practice]. St. Petersburg [in Russian].

7. Goryanin, O. I., Chichkin, A. P., & Dzhangabaev, B. Zh. (2014). Optimizatsiia mineralinogo pitaniia ozimoi pshenicy v tekhnologiiakh tochnogo zemledeliia [Optimization of mineral nutrition of winter wheat in technologies of precision farming]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 27-31 [in Russian].

8. Dzhangabaev, B. Zh. (2018). Urozhainost seliskohoziaistvennih kultur testovogo poligona na chernozemakh obiknovennykh Samarskogo Zavolzhia [The yield of agricultural crops of the test area on ordinary chernozems of the Samara Trans-Volga region]. *Ecology, resource conservation and adaptive selection '18: sbornik dokladov II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi internet-konferentsii molodikh uchenikh i specialistov – collection of reports of the II all-Russian scientific and practical Internet conference of young scientists and specialists*. (pp. 218-222). Saratov [in Russian].

9. Korchagin, V. A., Goryanin, O. I., Obushchenko, S. V., & Chichkin, A. P. (2014). Konceptsiia vosproizvodstva plodorodiia chernoziomnikh pochv stepnykh raionov Srednego Zavolzhia [Concept of reproduction of fertility of chernozem soils of steppe regions of the Middle Trans-Volga region]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk – Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 16, 5 (3), 1081-1085 [in Russian].

10. Gubarev, D. I., Medvedev I. F., Vaygant A. A., & Larkin M. A. (2019). Ispolizovanie rezulitativ pochvenno-agrokhimicheskogo obsledovaniia i dannikh DZZ pri formirovaniu rabochih uchastkov na pole [Using the results of soil-agrochemical survey and remote sensing data in the formation of working areas in the field]. *Agrochemical provision of digital agriculture '19: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii – materials of the International scientific-practical conference*. (pp. 116-120) [in Russian].

DOI 10.12737/39906

УДК 633.111 «321»:631.526.32:631.524.85(470.43)

ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА АДАПТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Менибаев Асхат Исмаилович, научный сотрудник лаборатории генетики и селекции пшеницы, Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН.

446254, Самарская область, п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

E-mail: ashat.men82@mail.ru

Ключевые слова: пшеница, сорт, отзывчивость, стабильность, урожайность.

Цель исследований – повышение урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. Значительные колебания условий среды по годам в одном и том же регионе определяют необходимость совершенствования сортов как по свойствам отзывчивости на благоприятные условия среды, так и на устойчивость к стрессовым факторам. Повышение стабильности урожайности – необходимое условие успешной селекции в регионах с сильной вариабельностью условий среды. В Среднем Поволжье годы с засухами разных типов, средние или благоприятные по комплексу параметров среды встречаются с одинаковой частотой. В Самарском НИИСХ ведется целенаправленная селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность к стрессовым факторам и отзывчивость на благоприятные условия среды. Полевые эксперименты проведены на опытном участке Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН, который расположен в центральной зоне Самарской области. В течение трех лет изучали 14 сортов яровой мягкой пшеницы, относящихся к различным этапам селекции. Учётная площадь делянок в опытах – 20 м², их расположение в блоках – рендомизированное, повторность – четырехкратная. Отзывчивость сортов и их классификацию в координатах «экстенсивность – интенсивность – стабильность» оценивали по методике S. A. Eberchart, W. A. Rassel с использованием EXCEL и специализированной программы AGROS. В результате проведенных исследований выявлены сорта с наибольшей отзывчивостью на улучшение условий выращивания – Тулайковская золотистая, Экада 214 и Тулайковская надежда. Эти сорта рекомендуются использовать в качестве исходного материала в селекции интенсивных сортов, отзывчивых на улучшение агротехники и условий среды. Наименьшая отзывчивость отмечена у сорта Жигулёвская.

ADAPTABILITY ASSESSMENT OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE SAMARA REGION

A. I. Menibayev, Researcher at the Laboratory of Genetics and Breeding of Spring Soft Wheat, Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences. 446251, Samara region, Bezenchuk, K. Marx street, 41.
E-mail: ashata.men82@mail.ru

Key words: wheat, variety, responsiveness, stability, yield.

The aim of the research is to increase the yield of spring soft wheat in the Middle Volga region. Significant changes in environmental conditions over the years in the same region determine the need to improve varieties both in terms of crop response to favorable situation and resistance to stress factors. Increasing yield stability is a necessary condition for successful selection in regions with frequent environmental changes. In The Middle Volga region, years with droughts of different types, average or favorable for a set of environmental parameters occur with the same frequency. Samara research Institute conducts intentional selection of spring soft wheat for adaptability to stress factors and response to favorable environmental conditions. Field experiments were conducted at the experimental field of the Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences, which is located in the central zone of the Samara region. For three years, 14 varieties of spring soft wheat belonging to different stages of breeding were studied. Registration plots covered experimental area is 20 m², their distribution in blocks is randomized, and tier repetition is fourfold. Varieties response and their classification in the «extensiveness – intensity – stability» coordinates were evaluated using the methodology by S. A. Eberchart, W. A. Rassel using EXCEL and AGROS specialized program. As a result of the research, – Tulaykovskaya zolotistaya, Ekada 214 and Tulaykovskaya nadezhda varieties demonstrated the greatest response to the improving of growing conditions. These varieties are recommended to be used as a starting material in the selection of intensive varieties which are response to the improvement of agricultural technology and environmental conditions. Zhigulevskaya variety was noted as having the least response.

Значительные колебания условий среды по годам в одном и том же регионе определяют необходимость совершенствования сортов как по свойствам отзывчивости на благоприятные условия среды, так и на устойчивость к стрессовым факторам. В Среднем Поволжье селекция яровой мягкой пшеницы ведется по признакам утойчивости к засухе, высоким температурам, различным патогенам и отзывчивости на благоприятные условия среды. Кроме этих основных направлений целесообразно выделение в качестве самостоятельного направления селекции – повышение стабильности продукционного процесса. Этот параметр (стабильность) можно оценивать различными статистическими показателями (Кильчевский, Хотылева, 1997; Сюков, Захаров, Мальчиков и др., 2019), ряд из которых хорошо наследуются и могут быть использованы для оценки биологической

сущности стабильности урожайности и в качестве критерия при отборе в селекционных питомниках. Коэффициент регрессии (bi), предложенный S. A. Eberchart, W. A. Rassel (1966), относится к таким параметрам. В целом методика позволяет эффективно распределить исследуемый набор сортов в координатах «экстенсивность – интенсивность – стабильность».

В настоящее время селекция яровой мягкой пшеницы направлена на получение сортов с высокой продуктивностью, сочетающей в себе высокий уровень адаптивности к условиям среды.

Цель исследований – повышение урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья.

Задачи исследований – провести оценку экологической пластичности сортов, распределить сорта Самарского НИИСХ разных этапов селекции по уровню интенсивности и стабильности.

Материал и методы исследований. Экспериментальная часть выполнена в центральной зоне Самарской области на базе лаборатории генетики и селекции яровой мягкой пшеницы Самарского НИИСХ.

Объектом исследования были 14 сортов, относящихся к различным этапам селекции: Лютеценс 62 (НИИСХ Юго-Востока) – сорт первого этапа селекции – получен методом индивидуального отбора из сорта-популяции Полтавка, широко районирован в СССР, начиная с 1924 года; Саратовская 29 (НИИСХ Юго-Востока) – сорт второго этапа селекции – районирован в 1957 году, степного экотипа, пластичный, посевные площади доходили до 14 млн га; Саратовская 42 (НИИСХ Юго-Востока) – относится к третьему этапу селекции – районирован в 1973 году, широко использовался в Поволжье, на Урале и в Казахстане, имеет коммерческое значение и в настоящее время; Жигулевская (Самарский НИИСХ) – сорт четвертого этапа селекции – районирован в 1979 году, имеет локальное значение, в настоящее время возделывается в регионах с обилием осадков во время уборки, что связано с повышенной устойчивостью к прорастанию зерна на корню и высоким хлебопекарным качеством зерна. Сорта пятого этапа селекции: Тулайковская степная, Тулайковская 5, Волгоуральская, Тулайковская 10, Тулайковская золотистая, Тулайковская 100, Тулайковская 108, Тулайковская 110, Тулайковская надежда и Экада 214.

Все сорта Самарского НИИСХ включены в реестр сортов России в период с 1997 по 2018 годы. В настоящее время все имеют коммерческое значение, в том числе в Самарской области.

Полевые эксперименты проведены на опытном участке Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН, который расположен в центральной зоне Самарской области. Изучение проведено в течение трех лет (2017-2019 гг). Учётная площадь делянок в опытах 20 м², их расположение в блоках – рендомизированное, повторность – четырехкратная. Учёт урожая и оценку изучаемых сортов проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Дисперсионный анализ выполнен по методике Б. А. Доспехова [5]. Отзывчивость сортов (bi) и их классификацию в координатах «экстенсивность – интенсивность – стабильность» оценивали на основе методики S. A. Eberchart, W. A. Rassel (1966) [2], с применением статистических возможностей компьютерной программы EXCEL и специализированной программы AGROS.

Метеорологические условия в период вегетации в 2017 году сильно отличались от средне-многолетних и имели значительные отклонения в сторону неустойчивости температуры и повышенного режима влагообеспеченности (табл. 1). Погодные условия благоприятствовали развитию как листовых, так и головневых болезней. Год был эпифитотийным по бурой и стеблевой ржавчине. Стеблевая ржавчина развивалась очень быстрыми темпами. В целом же вегетационный период яровой пшеницы 2017 года можно охарактеризовать как умеренно увлажненный ($ГТК=1,08$) и благоприятный для формирования высокого урожая зерна пшеницы. Средняя урожайность в опыте была максимальной за годы изучения – 36,2 ц/га.

Условия 2018-2019 гг. характеризовались как острозасушливые, количество осадков, выпавших в период вегетации, было 51,9 мм и 124,9 мм соответственно. Погодные условия 2018 года способствовали развитию головневых и листовых болезней – бурой и стеблевой ржавчины. Условия 2019 года сдерживали развитие листовых болезней, но способствовали развитию головневых болезней, стеблевая ржавчина проявилась в фазу молочно-восковой спелости, её вредоносность не имела коммерческого значения.

Результаты исследований. В 2017 г. урожайность колебалась от 29,8 ц/га у Лютесценс 62 до 41,5 ц/га у Тулайковской надежды. В 2018 г. минимальная урожайность была у сорта Тулайковская 110 – 8,0 ц/га, максимальная – у Тулайковской золотистой –13,6 ц/га. В 2019 г. самая низкая урожайность была зафиксирована у сорта Волгоуральская – 3,0 ц/га, максимальная – у сорта Тулайковская 110 – 8,5 ц/га. В среднем за 3 года (2017-2019 гг.) минимальная урожайность была отмечена у сорта Лютесценс 62 – 14,6 ц/га, максимальная – у сорта Тулайковская золотистая – 20,5 ц/га (табл. 1). Индексы условий среды показали, что 2017 г. благоприятный ($I_j = 18,39$), 2018 ($I_j = -6,05$) и 2019 ($I_j = -12,33$) – крайне неблагоприятные. Различия по индексу среды позволили правомерно применить регрессионный анализ для определения параметров отзывчивости и стабильности.

Таблица 1

Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы разных этапов селекции, конкурсное сортоиспытание, 2017-2019 гг.

№	Сорт	Урожай зерна, ц/га			Yi
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	
1	Лютесценс 62	29,8	10,2	4,09	14,7
2	Саратовская 29	29,9	11,1	4,67	15,22
3	Саратовская 42	35,6	13,2	3,48	17,43
4	Жигулевская	30,1	11,3	5,91	15,77
Средняя урожайность по сортам 1-4 этапов селекции		31,4	11,5	4,3	15,78
5	Тулайковская степная	39,2	11,8	3,78	18,26
6	Волгоуральская	38,5	12,0	3,01	17,84
7	Тулайковская 5	35,8	10,8	5,45	17,35
8	Тулайковская 10	35,4	13,0	7,43	18,61
9	Тулайковская золотистая	41,4	13,6	6,47	20,49
10	Тулайковская 100	34,1	12,6	6,53	17,74
11	Тулайковская 108	38,2	11,9	5,44	18,51
12	Тулайковская 110	36,5	8,0	8,53	17,68
13	Тулайковская надежда (st)	41,5	12,3	5,54	19,78
14	Экада 214	41,1	13,2	6,7	20,33
Средняя урожайность по сортам 5 этапа селекции		38,1	11,9	5,9	18,6
НСР _{0,05}		4,316	1,56	1,68	

На основании данных урожая рассчитаны коэффициенты регрессии (b_i) и отображена связь между условиями выращивания за годы исследований и урожайностью, выраженная коэффициентом стабильности (B) (табл. 2).

Таблица 2

Фенотипическая оценка сортов по интенсивности, экстенсивности и стабильности урожайности

Сорт	b_i	Sb	t	Комментарий к фенотипической оценке
Лютесценс 62	0,85	0,02	8,43	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Саратовская 29	0,82	0,04	4,65	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Саратовская 42	1,02	0,1	0,17	Очень высокая фенотипическая стабильность
Жигулёвская	0,78	0,01	14,58	Экстенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью
Тулайковская степная	1,14	0,02	6,27	Интенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Волгоуральская	1,13	0,06	2,28	Интенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Тулайковская 5	0,98	0,02	0,72	Очень высокая фенотипическая стабильность
Тулайковская 10	0,90	0,0	43,64	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Тул.золотистая	1,08	0,01	10,80	Очень высокая фенотипическая стабильность
Тулайковская 100	0,90	0,01	7,78	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Тулайковская 108	1,11	0,02	6,38	Интенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Тулайковская 110	1,01	0,19	0,03	Очень высокая фенотипическая стабильность
Тулайковская надежда	1,18	0,02	8,55	Интенсивная фенотипически высоко стабильная форма
Тулайковская 110	1,01	0,19	0,03	Очень высокая фенотипическая стабильность
Экада 214	1,11	0,02	5,77	Интенсивная фенотипически высоко стабильная форма

Примечание. Обозначения: b_i – коэффициент регрессии; Sb – ошибка коэффициента регрессии; t – критерий значимости отклонения от единицы.

Коэффициенты линии регрессии (b_i) колебались от 0,78 у сорта Жигулевская до 1,11 у сортов Тулайковская 108 и Экада 214. Среди сортов первых четырех этапов селекции преобладают экстенсивные формы, за исключением Саратовской 42, фенотип которой отнесен к интенсивным формам. При этом среди сортов этой группы преобладают стабильные формы. Редким сочетанием свойств экстенсивности и низкой стабильности отличается сорт Жигулевская, видимо в силу этих особенностей сорт имеет локальное значение.

Среди сортов современного (пятого) этапа селекции идентифицированы интенсивные фенотипически высокостабильные формы. К этой группе отнесены фенотипы сортов Тулайковской степной, Волгоуральской, Тулайковской 108, Тулайковской надежды и Экады 214.

Остальные современные сорта характеризуются высокой фенотипической стабильностью. Из них к экстенсивным формам относятся Тулайковская 10 и Тулайковская 100.

В процессе селекции современные сорта при сохранении высокой фенотипической стабильности приобрели вектор эволюции в сторону увеличения интенсивности и сохранения высокой фенотипической стабильности. В то же время среди современных сортов имеются биотипы, которые характеризуются высокой фенотипической стабильностью в сочетании с экстенсивностью. Эти тенденции в селекции на продуктивность являются основой для формирования диверсифицированной системы сортов.

Заключение. Проведенная оценка экологической пластичности позволила распределить сорта по уровню интенсивности и стабильности. Высокая урожайность и отзывчивость на благоприятные условия отмечены у сортов современного этапа селекции Тулайковская золотистая, Экада 214 и Тулайковская надежда. Самая низкая урожайность была у сорта Лютесценс 62. Этот сорт первого этапа селекции характеризуется экстенсивностью и высокой стабильностью. Сорт Жигулевская – единственный с пониженной фенотипической стабильностью, экстенсивной формы. Самыми высокостабильными были Саратовская 42 – 3 этапа селекции и современные сорта – Тулайковская 5, Тулайковская золотистая, Тулайковская. Результаты исследований могут быть использованы для создания диверсифицированной системы сортов яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье.

Библиографический список

1. Сюков, В. В. Эффективность статистических методов оценки адаптивности генотипов яровой мягкой пшеницы вдоль экологического вектора / В. В. Сюков, В. Г. Захаров, П. Н. Мальчиков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – №2. – С. 4-12.
2. Доспехов, Д. А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1985. – 351 с.
3. Зыкин, В. А. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов. – Уфа : Баш ГАУ, 2005. – 100 с.
4. Рыбась, И. А. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы / И. А. Рыбась, Д. М. Марченко, Е. И. Некрасов [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2018. – №4(58). – С. 51-54.
5. Филиппов, Е. Г. Оценка показателей адаптивности сортов озимого ячменя в условиях Юга России / Е. Г. Филиппов, А. А. Донцова, Р. Н. Брагин // Зерновое хозяйство России. – 2019. – №4(64). – С. 14-18.
6. Филиппов, Е. Г. Особенности селекции ячменя на Дону / Е. Г. Филиппов, А. А. Донцова // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 1 (43). – С. 47-52.
7. Иванисов, М. М. Изучение морозостойкости сортов и линий озимой мягкой пшеницы / М. М. Иванисов, Е. В. Ионова // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 6(42). – С. 38-42.

References

1. Syukov, V. V., Zakharov, V. G., Malchikov, P. N., Krivobochech, V. G., Nikonov, V. I., Vasilova, N. Z., Ganeev, V. A., Gulaeva, N. V., & Menibaev, A. I. (2019). Effektivnost statisticheskikh metodov ocenki adaptivnosti genotipov iarovoi miagkoi pshenici vdol ekologicheskogo vektora [Efficiency of statistical methods for assessing the adaptability of spring soft wheat genotypes along an ecological vector]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal – Agrarian Scientific Journal*, 2, 4-12 [in Russian].
2. Dospikhov, D. A. (1985). Metodika polevogo opita [Field experiment technique]. Moscow: Kolos [in Russian].
3. Zykin, V. A., Belan, I. A., & Yusov, V. S. (2005). Metodika rascheta i ocenki parametrov ekologicheskoi plastichnosti seliskhoziaistvennikh rastenii [Methodology for calculating and evaluating the parameters of ecological plasticity of agricultural plants]. Ufa: Bashkir GAU [in Russian].

4. Rybas, I. A., Marchenko, D. M., Nekrasov, E. I., Ivanisov, M. M., Grichanikova, T. A., & Romanyukina, I. V. (2018). Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoi myagkoi pshenici [Assessment of the parameters of adaptability of varieties of winter soft wheat]. *Zernovoie hoziaistvo Rossii – Grain Economy of Russia*, 4 (58), 51-54 [in Russian].
5. Filippov, E. G., Dontsova, A. A., & Bragin, R. N. (2019). Ocenka pokazatelei adaptivnosti sortov ozimogo iachmenia v usloviikah yuga Rossii [Assessment of indicators of adaptability of varieties of winter barley in the conditions of the South of Russia]. *Zernovoie hoziaistvo Rossii – Grain Economy of Russia*, 4 (64), 14-18 [in Russian].
6. Filippov, E. G., & Dontsova A. A. (2016). Osobennosti selekcii iachmenia na Donu [Features of selection of barley on Don territory]. *Zernovoie hoziaistvo Rossii – Grain Economy of Russia*, 1 (43), 47-52 [in Russian].
7. Ivanisov, M. M. & Ionova, E. V. (2015). Izuchenie morozostoikosti sortov i linii ozimoi miagkoi pshenici [Study of frost resistance of varieties and lines of winter soft wheat]. *Zernovoie hoziaistvo Rossii – Grain Economy of Russia*, 6 (42), 38-42 [in Russian].

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

DOI 10.12737/39907

УДК 664.769

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛИЧЕСТВА ОТВЕРСТИЙ В МАТРИЦЕ ОДНОШНЕКОВОГО ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

Потапов Максим Александрович, аспирант кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: maxpotapov@mail.ru

Фролов Дмитрий Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: surr@bk.ru

Курочкин Анатолий Алексеевич, д-р техн. наук, проф. кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

440039, Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Ключевые слова: матрица, экструдер, оптимизация, помет, удобрение.

Цель исследования – оптимизация количества отверстий в матрице экструдера для обработки птичьего помета с производством органического удобрения заданной влажности. В статье рассмотрена проблема утилизации и переработки отходов птицеводства – куриного помета. Эти отходы, в силу своего значительного ресурсного потенциала и возможного вредного воздействия на окружающую среду, представляют особый научный и практический интерес в части высокоэффективной переработки в полезный продукт или утилизации. Основным фактором, сдерживающим широкое применение экструзии при переработке подобных отходов птицеводства и животноводства, является недостаточно высокая энергоэффективность данной технологии. В работе приводится обоснование энергосберегающей технологии переработки отходов птицеводства за счет применения модернизированного экструдера, принцип работы которого основан на термовакуумном воздействии на выходящий из отверстий матрицы машины продукт. Описаны конструктивно-технологическая схема и способ применения модернизированного экструдера с вакуумной камерой в качестве средства для снижения влажности куриного помета с растительными остатками (подстилочного помета) и переработки в органическое удобрение заданной влажности. Для оптимизации работы экструдера с таким сырьем рассмотрены математические зависимости реологических характеристик помета с растительными наполнителями. С использованием капиллярного реометра были определены параметры: σ_0 (предел текучести на входе в матрицу), τ_0 (напряжение сдвига при нулевой скорости на стенке матрицы), α и β (коэффициенты

скорости) и количество отверстий в матрице одношнекового экструдера. Экспериментально определена зависимость давления экструзии от времени, позволяющая оценить реологическое поведение помета в процессе его переработки и сделать вывод об оптимальном количестве отверстий в матрице экструдера.

OPTIMIZATION OF HOLES IN THE MATRIX OF A SINGLE-SCREW EXTRUDER FOR PROCESSING OF POULTRY MANURE

M. A. Potapov, Graduate Student of the Department «Food productions», FSBEI HE Penza State Technological University.

440039, Penza, travel Baidukova/Gagarina street, 1A/11.

E-mail: makspotapov@mail.ru

D. I. Frolov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Food productions», FSBEI HE Penza State Technological University.

440039, Penza, travel Baidukova/Gagarina street, 1A/11.

E-mail: surr@bk.ru

A. A. Kurochkin, Doctor of Technical Science, Professor of the Department «Food productions», FSBEI HE Penza State Technological University.

440039, Penza, travel Baidukova/Gagarina street, 1A/11.

E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Keywords: matrix, extruder, optimization, manure, fertilizer.

The aim of the research is the holes optimization in extruder matrix for utilization and processing of poultry manure, with the development of organic fertilizer of required moisture. The article deals with utilization and processing of poultry manure in particular – chicken one. These wastes, due to their significant resource potential and possible harmful effect on the environment, are of particular scientific and practical interest in terms of highly efficient processing into a useful product or disposal. The main factor hindering the widespread use of extrusion in the processing of such poultry and livestock wastes is lack of high energy efficiency of this technology. The paper provides a substantiation of an energy-saving technology for processing poultry waste using a modernized extruder, the operating principle of which is based on thermal vacuum action on the product leaving matrix of the machine. The equipment and method of using a modernized extruder with a vacuum chamber as a means for reducing the moisture content of chicken manure with plant residues (litter droppings) and processing into organic fertilizer of required moisture content are described. To optimize the operation of an extruder with such raw materials, the mathematical dependences of the rheological characteristics of manure with plant inclusions are considered. Parameters σ_0 (yield stress at matrix entrance), τ_0 (shear stress in zero velocity on the matrix wall), α and β (velocity coefficients) and the number of holes in the matrix of a single screw extruder were determined using a capillary flowmeter. The dependence of the extrusion pressure on time was experimentally determined, which makes it possible to evaluate the flow behavior of the manure during its processing and draw a conclusion about the optimal number of holes in the extruder matrix.

Высокое содержание влаги, значительные площади для хранения, неоднородные составляющие ингредиенты привели к ограниченному использованию материалов биомассы, подобной птичьему помету. Транспортирование органических удобрений, полученных путем переработки помета по устаревшим технологиям, на большие расстояния является сложной и дорогостоящей задачей из-за их низкой плотности. Поэтому экструзия либо прессование и дальнейшее использование переработанного помета в виде гранул является одним из наиболее эффективных способов снижения затрат на утилизацию, транспортировку и использование этих биоматериалов. Согласно исследованиям, можно оптимизировать состав и качество гранул из биомассы и растительных материалов. Чтобы активировать природные адгезивные соединения, присутствующие в структуре биоматериалов, можно использовать процесс нагрева, зная рецептуру составляющих материалов, а также контролировать производственный процесс с учетом конфигурации применяемого оборудования.

На качество получаемых гранул влияют такие параметры экструдера, как геометрия матрицы, время прохождения материала через рабочий тракт, а также переменные параметры, такие как давление, температура, влажность и количество материала [1-3].

Определение физических и реологических свойств обрабатываемых материалов, в общем случае, требуется для расчета необходимой мощности привода экструдера. Птичий помет,

смешанный с растительными материалами, является вязкоупругим, и свойства этих материалов можно выразить с помощью реологических моделей.

В последние 10-15 лет теоретическими исследованиями обосновано применение термовакуумных экструзионных технологий обработки помета и отходов, получаемых в процессе первичной переработки продукции птицеводства. В качестве готового продукта предлагается получать органическое удобрение или корм для сельскохозяйственных и домашних животных [4, 5]. При этом было выяснено, что основным фактором, сдерживающим широкое применение экструзии при переработке отходов птицеводства, является недостаточно высокая энергоэффективность данной технологии. В определенной степени этот факт объясняется многоступенчатым преобразованием в экструдере энергии одного вида в другой, а также тем, что теплота водяного пара, получаемого в заключительной фазе рабочего процесса существующих машин этого вида, не регенерируется [3, 6].

Частичное решение указанной проблемы – разработка перспективных конструктивно-технологических схем экструдеров, осуществляющих термовакуумную обработку сырья [7, 8]. Таким образом можно увеличить энергоэффективность экструзионного процесса и решить проблему переработки сырья с повышенной влажностью. Способ производства кормов, основанный на этих принципах, запатентован [9] и практически реализован с помощью предлагаемого экструдера.

Целью предлагаемой модернизации экструдера является энергоэффективная обработка влажной массы в виде птичьего помета или навоза с целью получения органического удобрения с заданным содержанием влаги.

В предложенном экструдере тепловая энергия, выделяющаяся при выходе экструдата из отверстий матрицы, идет на предварительный подогрев подаваемого на переработку сырья. Для этого сырье перед поступлением в экструдер подогревают с помощью горячего пара, поступающего из воздушной камеры машины.

Влажность обрабатываемого сырья регулируется путем продувки через его слой горячего влажного водяного пара или горячего подсушенного водяного пара (при включенных ТЭНах).

Требуемая влажность готового продукта может быть получена за счет изменения давления в вакуумной камере экструдера с помощью вакуум-регулятора, а также путем изменения влажности обрабатываемого сырья.

На рисунке 1 изображена конструктивно-технологическая схема предлагаемого экструдера для переработки влажной массы в виде птичьего помета или навоза.

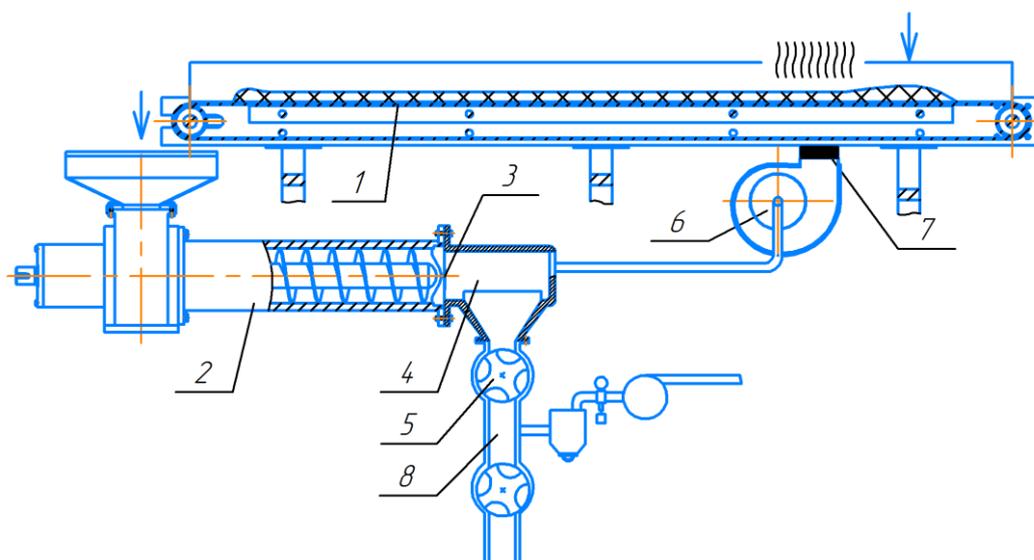


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема экструдера для переработки влажной массы (обозначения в тексте)

Птичий помет перемещается по сетчатой ленте конвейера 1. Попадая в экструдер 2, помет проходит через отверстия матрицы 3 и сушится в воздушной камере 4, после чего с помощью первого шлюзового затвора 5 перемещается в вакуумную камеру 6. В вакуумной камере происходит

повторная сушка обрабатываемого сырья с последующей выгрузкой его с помощью второго шлюзового затвора 5 без разгерметизации вакуумной камеры 8 экструдера.

Образующийся горячий пар, удаляемый из воздушной камеры 4, имеет температуру 120...140°C и с помощью вентилятора 6 перемещается в зону сетчатого конвейера 1. При обработке сырья с повышенной влажностью (более 30%) включаются один, два или три воздушных ТЭНа 7. При этом откачиваемый из воздушной камеры 4 горячий водяной пар не только дополнительно нагревается, но и существенно снижает свою влажность.

Воздушная и вакуумная камера, а также соединяющие их трубопроводы, изолируются от внешней среды материалом с низкой теплопроводностью. В случае если обработке подвергается помет или навоз с влажностью 20...25%, они могут дополнительно увлажняться за счет влажного горячего водяного пара, поступающего из воздушной камеры экструдера при выключенных ТЭНах.

При этом влажность обрабатываемого сырья регулируют, включая или отключая ТЭНы, а необходимая влажность готового продукта обеспечивается с помощью вакуум-регулятора экструдера.

Цель исследования – оптимизация количества отверстий в матрице экструдера для обработки птичьего помета с производством органического удобрения заданной влажности.

Задачи исследования – экспериментальными методами определить факторы, влияющие на реологические свойства птичьего помета с растительными наполнителями.

Материалы и методы исследований. Для определения реологических свойств помета с растительными наполнителями и моделирования одношнекового экструдера использовали капиллярный реометр. Были определены параметры: σ_0 (предел текучести на входе в матрицу), τ_0 (напряжение сдвига при нулевой скорости на стенке матрицы), α и β (коэффициенты скорости) и количество отверстий в матрице одношнекового экструдера (рис. 1). Образцы птичьего помета были взяты в производственных цехах АО «Васильевская птицефабрика» (г. Пенза).

Для движения капиллярного реометра использовали гидравлический пресс. Этот набор позволяет установить желаемое давление для прохода или постоянную скорость приложенного усилия для прохождения пастообразных материалов через матрицу реометра. Набор состоит из фиксированной части (реометр местоположения), подвижной части (гидравлический цилиндр) и гидравлического домкрата для вдавливания поршня в реометр. Максимальное давление, которое устройство может оказать на поршень, составляет 25 МПа.

Результаты исследований. Максимальное усилие экструзии в процессе гранулирования можно определить по уравнению (1):

$$F = P \cdot A, \quad (1)$$

где F – сила, необходимая для прохождения материала через матрицу, Н;

P – давление, прикладываемое к поршню реометра, Па;

A – поперечное сечение поршня, м².

Когда обрабатываемая смесь птичьего помета с растительными наполнителями проходит через ствол экструдера в открытый штамп, поршень должен преодолеть трение и напряжение сдвига материала на корпусе штампа. Этот метод предполагает моделирование смеси птичьего помета с растительными наполнителями как квазипластического материала.

Давление экструзии, необходимое для перемещения смеси птичьего помета с растительными наполнителями из круглого цилиндра диаметром D через концентрическую головку диаметром D_0 и длиной L при скорости v рабочей площадки фильеры, можно представить в виде уравнения (2):

$$P = 2(\sigma_0 + \alpha v) \ln \frac{D_0}{D} + 4(\tau_0 + \beta v) \left(\frac{L}{D} \right), \quad (2)$$

где σ_0 – начальный предел текучести, МПа;

τ_0 – напряжение сдвига при нулевой скорости (начальное напряжение на стенках матрицы), МПа;

α, β – параметры, характеризующие влияние скорости на вход в матрицу.

Зависимость давления экструзии фильеры от длины и диаметра штампа и рабочих скоростей поршня показана на рисунке 2. Согласно диаграмме реологические параметры $\alpha, \sigma_0, \tau_0, \beta$ вычисляются с использованием уравнений (3-6).

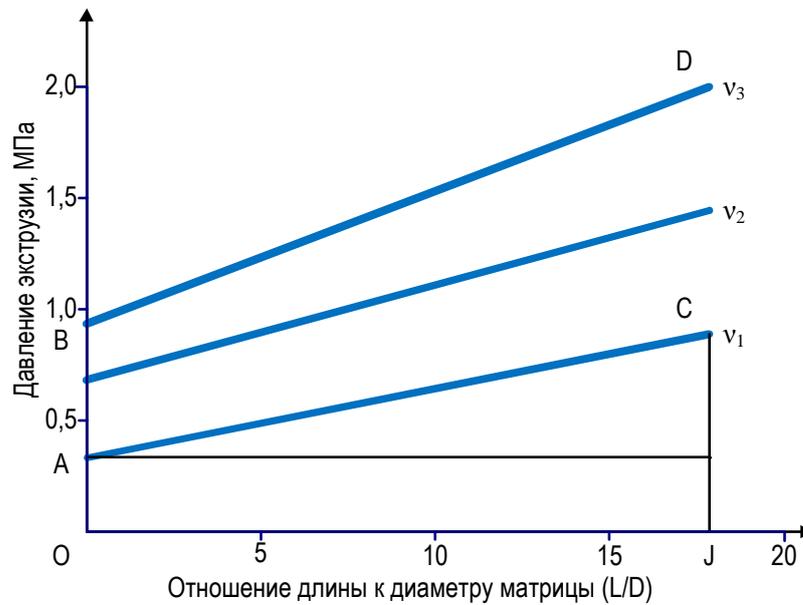


Рис. 2. Давление экструзии фильеры в зависимости от отношения длины к диаметру при различной скорости материала v (мм/с)

Параметры, характеризующие влияние скорости материала на вход в матрицу:

$$\alpha = \frac{OB-OA}{2(v_2-v_1)\ln\frac{D}{D_0}}, \quad (3)$$

$$\beta = \frac{(DJ-OB)-(CJ-OA)}{4OJ(v_2-v_1)}. \quad (4)$$

Начальный предел текучести:

$$\sigma_0 = \frac{OAv_2-OBv_1}{2(v_2-v_1)\ln\frac{D_0}{D}}. \quad (5)$$

Напряжение сдвига при нулевой скорости:

$$\tau_0 = \frac{v_2[(CJ)-(OA)]-v_1[(DJ)-(OB)]}{4(OJ)(v_2-v_1)}. \quad (6)$$

Примечательно, что выбор скорости пресса основан на максимальном давлении, которое пресс может создавать на этом уровне скорости, и это давление является тем же давлением, которое одношнековый экструдер может создавать на разных скоростях возле фильеры.

В процессе экструзии материалы могут проходить более чем через одно, параллельное друг другу, отверстие в матрице. Падение давления из-за потока помета, перемещаемого через цилиндр диаметром D_0 в посадочную площадку штампа диаметром D , может быть выражено с помощью уравнения 2. Если объемный расход Q проходит равномерно через N отверстий диаметром D , средняя скорость v материала может быть определена на основании уравнения (7):

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right) D^2 N v. \quad (7)$$

В том случае, когда помет протекает через цилиндр диаметром D с числом отверстий матрицы N , и если он проходит через все отверстия, средняя скорость v материала зависит от отношения D_0/\sqrt{N} . Путем определения скорости v из уравнения (7) и подстановки ее значения в уравнение давления экструзии (2) общее падение давления из-за прохождения помета через N отверстий может быть определено с помощью уравнения (8):

$$P = 2 \left(\sigma_0 + \frac{4\alpha Q}{\pi D^2 N} \right) \ln \left(\frac{D_0}{D\sqrt{N}} \right) + 4 \left(\tau_0 + \frac{4\beta Q}{\pi D^2 N} \right) \left(\frac{L}{D} \right). \quad (8)$$

После вычисления значений α , σ_0 , τ_0 и β по уравнениям (3-6) и замены в уравнении (8), определения давления P и объемного расхода Q из экспериментов с реометром, с учетом известных значений L , D и D_0 (спецификация матрицы) неизвестным остается только количество отверстий N , которое можно определить из уравнения (8).

Результат реологического поведения помета во время исследований показан на рисунке 3.

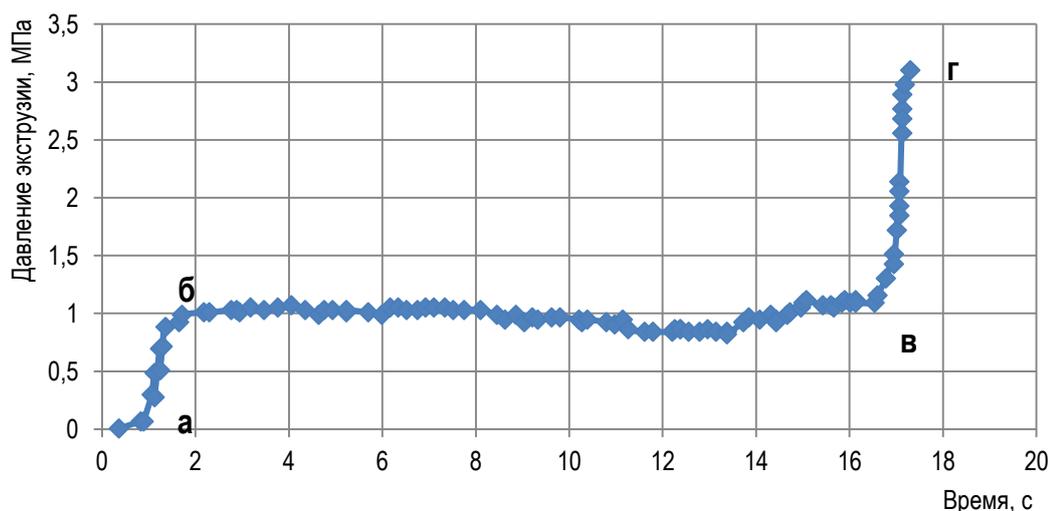


Рис. 3. Давление экструзии в зависимости от времени при $v = 10$ мм/с, $D = 3$ мм, $L/D = 8$ для помета с содержанием влаги 50%

Представленную на рисунке кривую можно разделить на три области потока: уплотнение (а-б), установившееся состояние (б-в) и состояние материала у дна цилиндра (в-г). Воздух, захваченный пометом с наполнителями, выходит через область уплотнения. Так как помет значительно менее эластичен, чем воздух, давление экструзии начинает очень быстро расти, пока не достигнет пика. В этот момент начинается течение материала. Сразу после начала потока существует переходная область, где структура потока и давление экструзии нестабильны (для этого материала данная область весьма незначительна). Через короткое время достигается некая оптимальная схема потока, и остальная часть экструзионного цикла проходит в номинально установившихся условиях. Когда поршень доходит до конца хода, становится очевидным внезапное повышение давления.

Заключение. Физические и реологические свойства помета с растительными наполнителями важны для совершенствования конструкции матрицы одношнекового экструдера, например, оптимизации количества отверстий в ней. Количество отверстий в матрице экструдера N определяется путем вычисления параметров α , σ_0 , τ_0 и β , давления P и объемного расхода Q с последующей подстановкой их значений в соответствующих уравнениях.

Библиографический список

1. Денисов, С. В. Определение пропускной способности зоны загрузки пресс-экструдера / С. В. Денисов, В. В. Новиков, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 12 (62). – С. 73-76.
2. Курочкин, А. А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 86-91.
3. Курочкин, А. А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков, С. В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – №6(10). – С. 46-54.
4. Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов сельскохозяйственного производства / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4 (1). – С. 36-40.
5. Курочкин, А. А. Энергосберегающая технология переработки куриного помета в органическое удобрение / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2018. – № 3 (16). – С. 16-19.
6. Sarghini, F. Experimental analysis and numerical simulation of pasta dough extrusion process / F. Sarghini, A. Romano, P. Masi // Journal of Food Engineering. – 2016. – Vol. 176. – P. 56-70.
7. Пат. 2561934 Российская Федерация, МПК А23Р 1/22 В29С 47/38. Экструдер с вакуумной камерой / Шабурова Г. В., Воронина П. К., Шабнов Р. В. [и др.]. – №2014125348 ; заявл. 23.06.14 ; опубл. 10.09.15, Бюл. №27. – 7 с.

8. Пат. 198439 Российская Федерация, МПК А23Р 30/20 СПК А23Р 30/20. Экструдер с вакуумной камерой / Курочкин А. А., Гарькина П. К., Шабурова Г. В. [и др.]. – №2020110297 ; заявл. 10.03.20 ; опубл. 09.07.20, Бюл. № 19. – 6 с.

9. Пат. 2610805 Российская Федерация, МПК А23К 40/25 А23К 10/26 А23К 10/37. Способ производства кормов / П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова [и др.]. – № 2015119627 ; заявл. 25.05.15 ; опубл. 15.02.17, Бюл. № 5. – 8 с.

References

1. Denisov, S. V., Novikov, V. V., Kurochkin, A. A., & Shaburova, G. V. (2009). Opredelenie propusknoi sposobnosti zony zagruzki press-ekstrudera [Determination of extruder loading capacity]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of Altai State Agrarian University*, 12 (62), 73-76 [in Russian].

2. Kurochkin, A. A., Shaburova, G. V. & Voronina, P. K. (2012). Regulirovanie funktsionalno-tekhnologicheskikh svoystv ekstrudatov rastitelinogo siriia [Regulation of functional and technological properties of herb material extrudates]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 86-91 [in Russian].

3. Kurochkin, A. A., Shaburova, G. V., Novikov, V. V., & Denisov, S. V. (2013). Metodologicheskie aspekty teoreticheskikh issledovaniy press-ekstrudеров dlia obrabotki rastitelinogo krahmalsoderzhashhego siriia [Methodological aspects of theoretical studies of extruders for processing vegetable starch-containing raw materials]. *XXI vek: itogi proshlogo i problem nastoiashchego plius – XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus*, 6 (10), 46-54 [in Russian].

4. Kurochkin, A. A., & Frolov, D. I. (2014). Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove termo-vakuumnoi obrabotki otkhodov sel'skokhoziaistvennogo proizvodstva [Feed production technology based on thermo-vacuum processing of agricultural waste]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya – Innovative machinery and technology*, 4 (01), 36-40 [in Russian].

5. Kurochkin, A. A. (2018). Energoberegaiushchaia tekhnologiya pererabotki kurinogo pometa v organicheskoe udobrenie [Energy-Saving technology for processing poultry manure into organic fertilizer]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya – Innovative machinery and technology*, 3 (16), 16-19 [in Russian].

6. Sarghini, F., Romano, A., & Masi, P. (2016). Experimental analysis and numerical simulation of pasta dough extrusion process. *Journal of Food Engineering*, 176, 56-70.

7. Shaburova, G. V., Voronina, P. K., & Shabnov, R. V. et al. (2015). Ekstruder s vakuumnoi kameroy [Extruder with a vacuum chamber]. *Patent 2561934, Russian Federation, 2014125348* [in Russian].

8. Kurochkin, A. A., Garkina, P. K., Frolov, D. I., Blinokhvatov, A. A., & Potapov, M. A. (2019). Ekstruder s vakuumnoi kameroy [Extruder with a vacuum chamber]. *Patent 192684, Russian Federation, 2020110297* [in Russian].

9. Voronina, P. K., Kurochkin, A. A., Shaburova, G. V., Frolov, D. I., & Mishanin, A. L. (2017). Sposob proizvodstva kormov [Method for the production of feed]. *Patent 2610805, Russian Federation, 2015119627* [in Russian].

DOI 10.12737/39908

УДК 631.363.7

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МОЩНОСТИ ПРИВОДА БАРАБАННОГО СМЕСИТЕЛЯ

Фудин Константин Павлович, аспирант кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: kpfudin@yandex.ru

Коновалов Владимир Викторович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Технология машиностроения», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.

E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

Терюшков Вячеслав Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис машин», ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.

E-mail: tvp141@mail.ru

Ключевые слова: смеситель, лопасть, поверхность, привод, мощность.

Цель исследований – обоснование конструктивных параметров барабанного смесителя для улучшения распределения компонентов в объёме смеси с учетом энергозатрат. Получение смесей с заданными параметрами как для агропромышленного комплекса, так и в строительстве актуально. Для эффективного использования кормов применяют смеси кормовых компонентов. Рассыпные смеси из сыпучих компонентов – наиболее распространенные и используемые. Один из наименее энергозатратных видов смесителей – устройство с вращающейся емкостью – барабанный смеситель. Методика предусматривала проведение экспериментальных исследований и последующую статистическую обработку результатов с получением уравнений регрессии. Выявлены степенная и полиномиальная зависимости потребляемой мощности от высоты и количество лопастей, от углов установки нижнего и верхнего крыльев лопастей. Изменение потребляемой мощности незначительно, оно укладывается в зону работоспособности электродвигателя привода мощностью 1 кВт. Влияние высоты лопастей в интервале 0,125...0,175 м на затраты мощности несущественно. Более существенно влияние количества лопастей. По мере увеличения количества лопастей потребляемая мощность снижается на 18%. При количестве лопастей более шести потребляемая мощность не снижается. Изменение угла β установки нижнего крыла лопасти относительно касательной в интервале 30...40 градусов также несущественно изменяет потребляемую мощность. Дальнейшее увеличение (до 55 градусов) этого угла незначительно увеличивает ее значение (до 2%). Изменение угла γ установки верхнего крыла лопасти относительно касательной в интервале 0...45 градусов изменяет мощность менее, чем на 1%. Наибольшая потребляемая мощность соответствует углу установки верхнего крыла лопасти относительно касательной $\gamma = 10...20$ градусов.

DETERMINATION OF THE ROTARY DRUM MIXER DRIVE POWER

K. P. Fudin, Postgraduate Student of the Department «Technology of Mechanical Engineering», FSBEI HE «Penza State Technological University».

440039, Penza, travel Baidukova/Gagarina street, 1A/11.

E-mail: kpfudin@yandex.ru

V. V. Kononov, Doctor of Technical Science, Professor of the Department «Technology of Mechanical Engineering», FSBEI HE «Penza State Technological University».

440039, Penza, travel Baidukova/Gagarina street, 1A/11.

E-mail: kononov-penza@rambler.ru

V. P. Teryushkov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Technical Service of Machines», FSBEI HE Penza SAU.

440014, Penza, Botanicheskaya street, 30.

E-mail: tvp141@mail.ru

Key words: drum mixer, impeller, surface, drive, power.

The purpose of the research is to substantiate the design parameters of the drum mixer to improve the distribution of components in the volume of mixture, taking into account energy consumption. Obtaining mixtures with the specified parameters is important both for the agro-industrial complex and construction activities. For effective use mixtures of feed components are used. Crumbled mixtures are the most widespread and used. One of the least energy – consuming type of mixers is a rotating container-a drum mixer. The method involved conducting experimental studies and subsequent statistical processing of the results to obtain regression equations. The separate and polynomial dependences of power consumption on the height and number of blades, installation angles of the lower and upper wings of the blades were revealed. The change in power consumption is insignificant, it fits into the operating zone of the drive motor with a capacity of 1 kW. The effect of the blade height in the range of 0.125...0.175 m on power consumption is insignificant. The influence of the number of blades is more critical. As the number of impellers increases, the power consumption decreases by 18%. If the number of impellers is more than six, the power consumption is not reduced. Angle β change of the lower wing of the impeller relatively to the tangent in the range of 30...40 degrees also does not significantly affect the power consumption. Further increase (up to 55 degrees) of this angle slightly increases its value (up to 2%). Angle γ change of the upper wing position relatively to the tangent in the range 0...45 degrees affects the power by less than 1%. The highest power consumption corresponds to the upper wing angle of the impeller relatively to the tangent $\gamma = 10...20$ degrees.

Получение смесей с заданными параметрами как для агропромышленного комплекса, так и в строительстве весьма актуально. В процессе ремонта и реконструкции сельскохозяйственных объектов имеется необходимость получения строительных смесей [1]. При высеве кормовых культур используют зерновые смеси [2]. Для эффективного использования кормов и получения животных высокой продуктивности также применяют смеси, но уже кормовых компонентов [3, 4, 5, 6]. Одним из наиболее распространенных и используемых видов смесей являются рассыпные смеси из сыпучих компонентов [4]. Одним из наименее энергозатратных видов смесителей являются устройства с вращающейся емкостью – барабанные смесители [5, 6]. С целью ускорения распределения компонентов во всем объеме смеси ученые и практики разрабатывают и исследуют различные конструкции рабочих органов [7, 8]. Одними из эффективных рабочих органов являются Г-образные лопасти, расположенные внутри емкости смесителя [8].

Цель исследований – обоснование конструктивных параметров барабанного смесителя для улучшения распределения компонентов в объеме смеси с учетом энергозатрат.

Задача исследований – изучить влияние конструктивных параметров лопастей барабанного смесителя на величину потребляемой мощности.

Материалы и методы исследований. Методика предусматривала проведение экспериментов и последующую статистическую обработку результатов с получением уравнения регрессии [9, 10]. Повторность измерения мощности – десятикратная. Среднее значение по замерам использовалось при моделировании. Замеры производили комплектом измерительным К505. При проведении исследований во вращающийся барабан смесителя загружали корм заданной массы, и по истечении 2 минут осуществляли замер мощности. Фиксации подлежала медиана интервала колебаний числовых значений. При проведении исследований изменяли: высоту лопасти, количество лопастей, углы установки крыльев Г-образной лопасти [7, 8]. Интервалы изменения факторов представлены на графиках исследований мощности. Внешний вид барабанного смесителя с модернизированными лопастями представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Исследуемый модернизированный барабанный смеситель с Г-образными лопастями

Результаты исследований. Априорно предполагалось для описания функции потребляемой мощности P , кВт, использовать полиномиальную зависимость типа

$$P = K_0 + (K_1 + K_2h + K_3h^2 + K_4Z + K_5Z^2 + K_6hZ) \times (K_7 + K_8\beta + K_9\beta^2 + K_{10}\gamma + K_{11}\gamma^2 + K_{12}\beta\gamma), \quad (1)$$

где $K_0 \dots K_{12}$ – эмпирические коэффициенты уравнения регрессии, определяемые на ЭВМ методом минимизации средних квадратических отклонений;

h – высота лопасти, м;

Z – количество лопастей, шт.;

β – угол установки нижнего крыла лопасти относительно касательной в месте ее установки, град.;

γ – угол установки верхнего крыла лопасти относительно касательной в месте ее установки, град.

В результате аппроксимации результатов получено уравнение регрессии для определения потребляемой мощности:

$$P = 0,53 + (0,287 - 5,738h + 17h^2 + 0,0723Z - 0,00673Z^2 - 2,3 \cdot 10^{-9}hZ) \times (4674,61 - 271,7\beta + 3,39\beta^2 + 0,3\gamma - 0,038\gamma^2 + 0,78\beta\gamma). \quad (2)$$

Результаты расчетов (F-test = 0,748, корреляционное отношение $R_o = 0,924$) свидетельствуют о неадекватности модели. Это также подтверждают графики распределения величин ошибок (рис. 2) и соответствия расчетных значений полученным опытным данным (рис. 3).

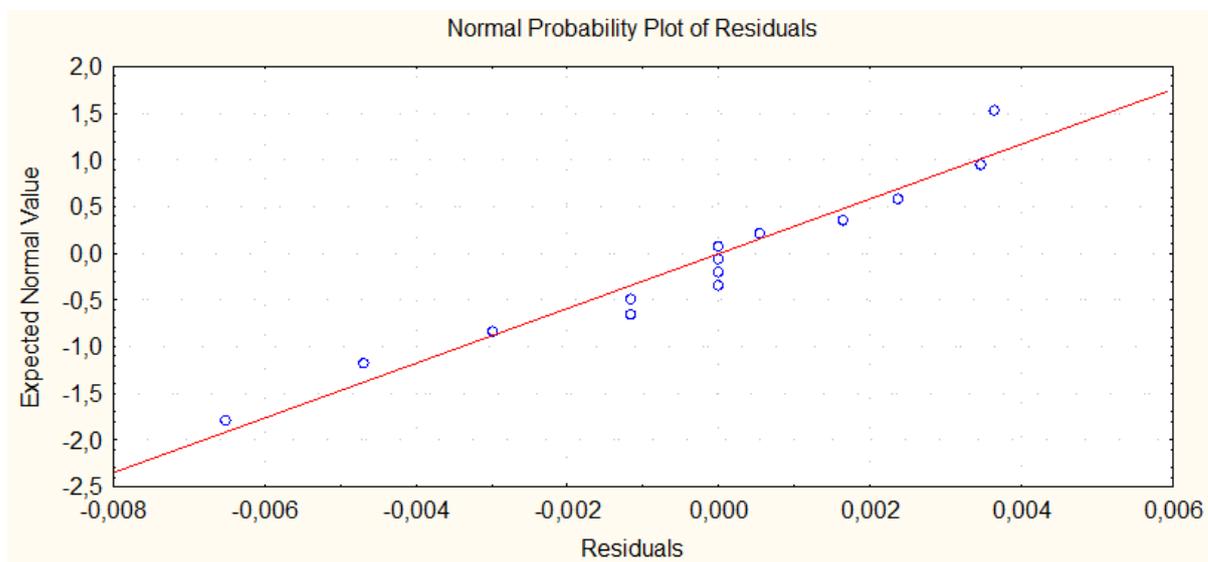


Рис. 2. Распределение величин ошибок

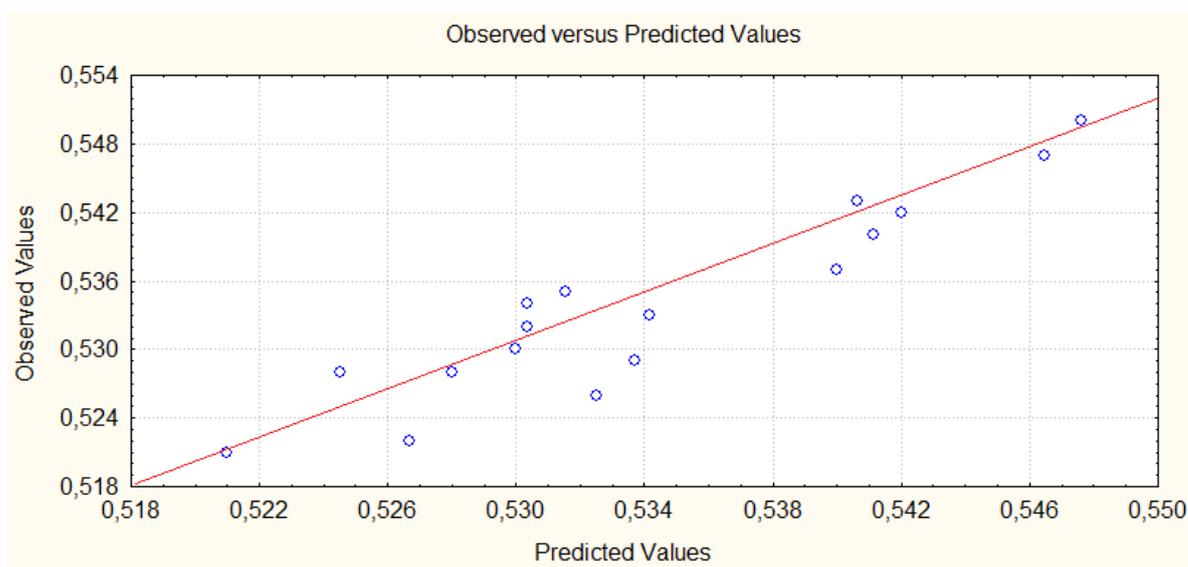


Рис. 3. Соответствие расчетных значений опытным значениям

Поскольку указанная полиномиальная модель неадекватно описывает результаты замеров, сделана попытка получения степенной модели, учитывающей высоту лопастей и их количество. Для этого использована выборка из исходной матрицы.

В результате получена зависимость потребляемой мощности, кВт, от высоты и количества лопастей (рис. 4):

$$P = 0,163 + \left(0,13248 + 0,1881h^{0,146598} + \frac{0,131}{Z} + 0,0067Z \right). \quad (3)$$

Результаты расчетов (F-test = 0,965, коэффициент корреляции R = 0,987) свидетельствуют об адекватности модели. Поэтому данную модель используем в качестве основы для получения более сложной модели.

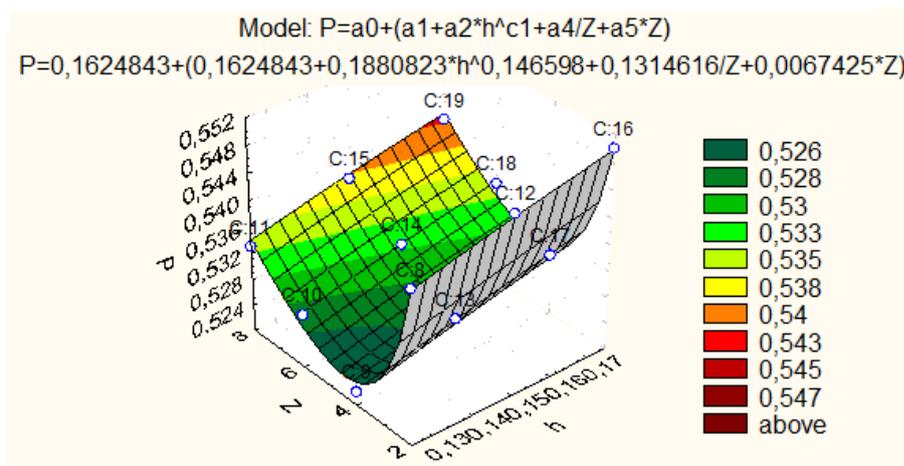


Рис. 4. Поверхность отклика мощности привода барабанного смесителя P , кВт, от высоты лопастей h , м, и их количества Z , шт.

В результате повторной аппроксимации, теперь уже по всем данным матрицы результатов эксперимента, получена зависимость потребляемой мощности, кВт, от конструктивных параметров и количества лопастей:

$$P = 0,163 + \left(0,13248 + 0,1881h^{0,146598} + \frac{0,131}{Z} + 0,0067Z \right) \times \left(0,49 + 0,007\beta - 0,00037\gamma + \frac{9,38}{\beta} - \frac{0,073}{\gamma} \right). \quad (4)$$

Результаты расчетов (F-test = 0,938, коэффициент корреляции R = 0,977) свидетельствуют об адекватности модели. Это подтверждают как графики распределения величин ошибок (рис. 5), так и соответствие расчетных значений полученным опытным данным (рис. 6).

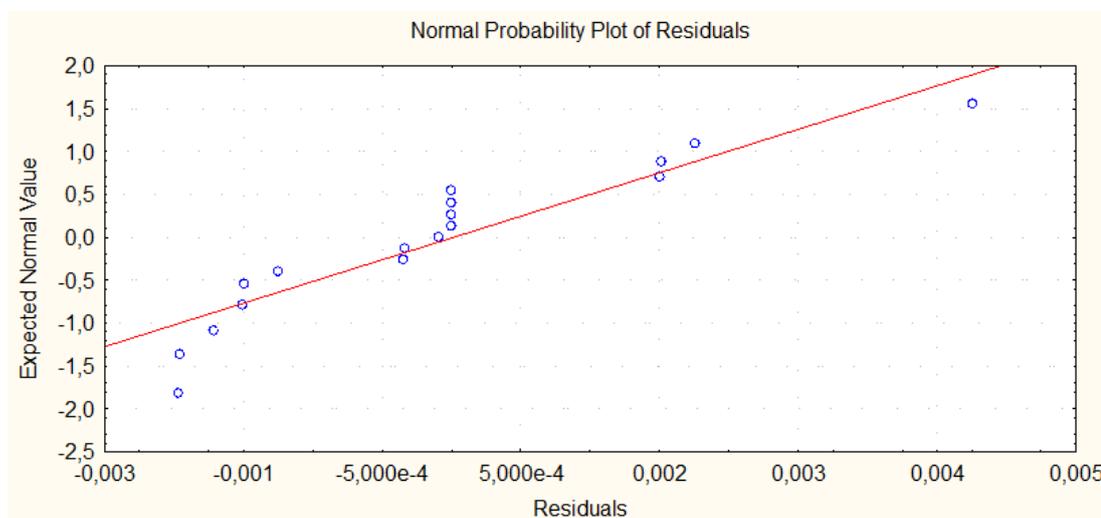


Рис. 5. Распределение величин ошибок

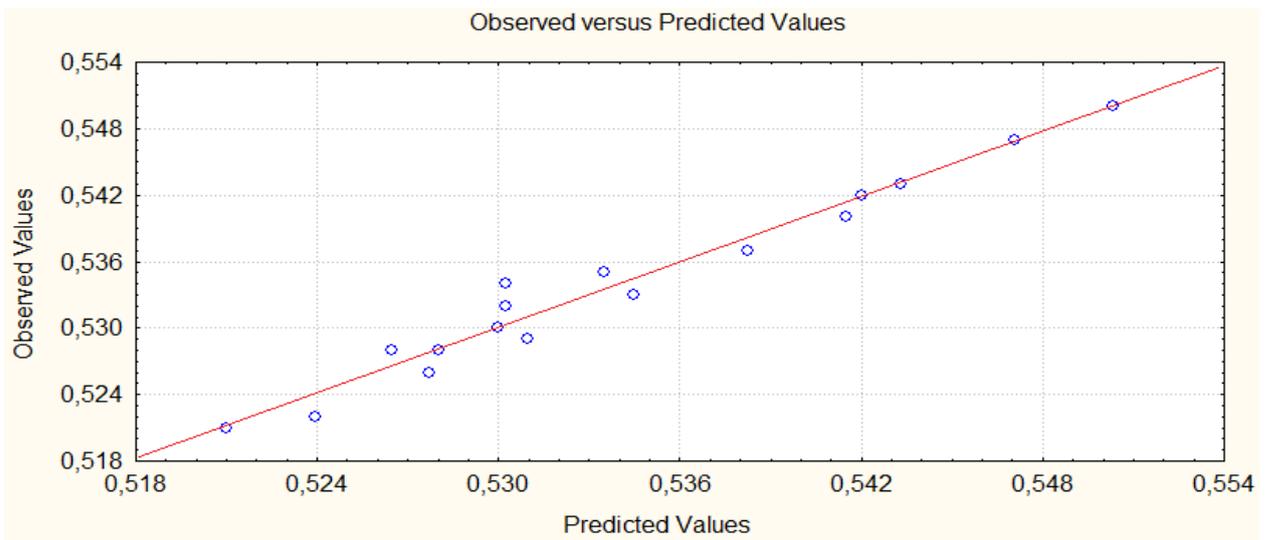


Рис. 6. Соответствие расчетных значений опытным значениям

С использованием выражения (4) и программы MathCAD было осуществлено моделирование потребляемой барабанным смесителем мощности. Графический анализ изменения мощности представлен на рисунках 7 и 8.

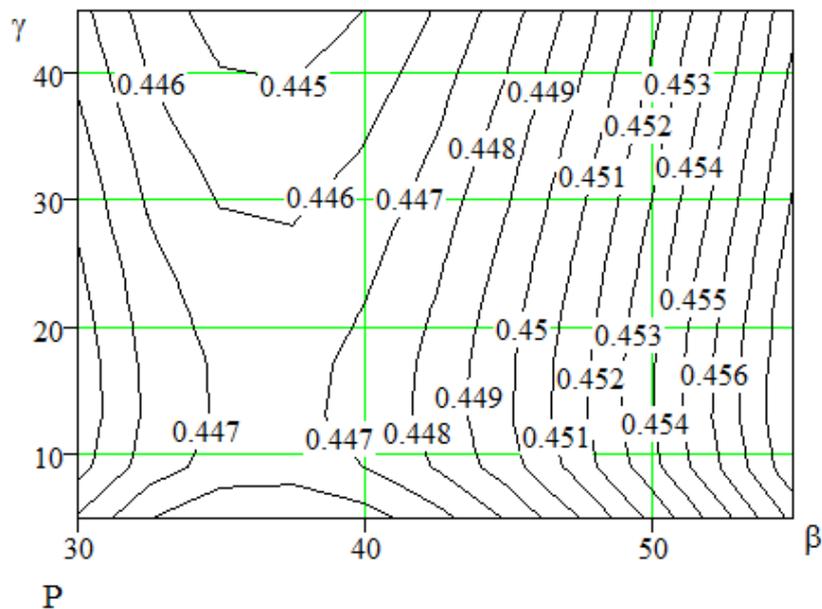


Рис. 7. График линий равного выхода для модели мощности барабанного смесителя P (кВт) от углов установки нижнего β и верхнего γ крыльев лопасти относительно касательной, град.

Изменение угла β установки нижнего крыла лопасти относительно касательной в месте закрепления лопасти в интервале 30...40 градусов несущественно изменяет потребляемую мощность. Дальнейшее увеличение (до 55 градусов) этого угла незначительно увеличивает ее значение (до 2%). Изменение угла γ установки верхнего крыла лопасти относительно касательной в месте закрепления лопасти в интервале 0...45 градусов еще меньше изменяет величину мощности (около 1%). Наибольшая мощность соответствует углу установки верхнего крыла лопасти относительно касательной в месте закрепления лопасти $\gamma = 10...20$ градусов.

Влияние высоты лопастей в интервале 0,125...0,175 м на потребляемую мощность несущественно. С ростом высоты лопасти мощность повышается незначительно. Более существенно влияние количества лопастей. По мере увеличения количества лопастей потребляемая мощность снижается на 18%. При количестве лопастей более шести потребляемая мощность не снижается.

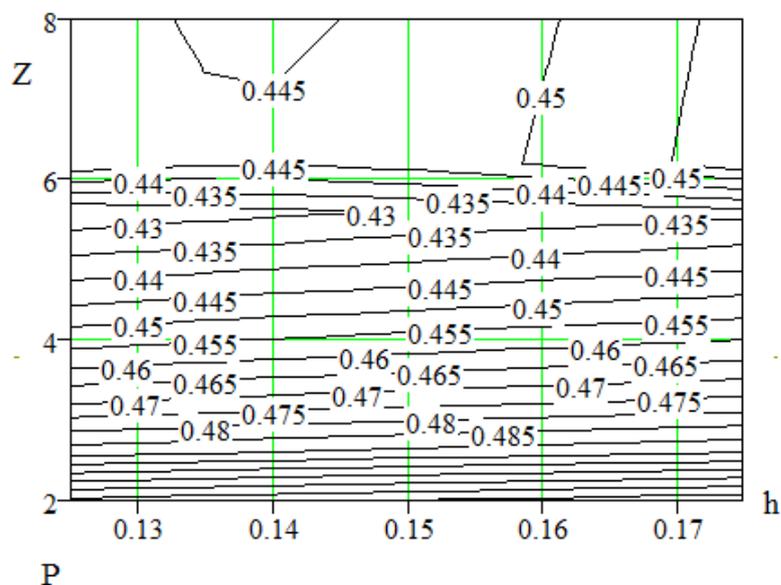


Рис. 8. Линии равного выхода для зависимости мощности барабанного смесителя P , кВт, от высоты h , м, лопастей и их количества Z , шт.

Интервал изменения потребляемой мощности незначителен и укладывается в зону работоспособности электродвигателя привода мощностью 1,0 кВт.

Заключение. Интервал изменения потребляемой мощности незначителен и укладывается в зону работоспособности электродвигателя привода мощностью 1 кВт. Влияние высоты лопастей в интервале 0,125...0,175 м на потребляемую мощность незначительно. С ростом высоты лопасти мощность повышается незначительно. Более существенно влияние количества лопастей. По мере увеличения количества лопастей потребляемая мощность снижается на 18%. При количестве лопастей более шести потребляемая мощность не снижается. Изменение угла β установки нижнего крыла лопасти относительно касательной в месте закрепления лопасти в интервале 30...40 градусов незначительно изменяет потребляемую мощность. Дальнейшее увеличение угла β (до 55 градусов) увеличивает ее незначительно (до 2%). Изменение угла γ установки верхнего крыла лопасти относительно касательной в месте закрепления лопасти в интервале 0...45 градусов еще меньше изменяет величину мощности (около 1%). Наибольшая мощность потребляется при угле установки верхнего крыла лопасти $\gamma = 10...20$ град. относительно касательной в месте закрепления лопасти.

Библиографический список

1. Бормотов, А. Н. Методика представления композиционного материала как объекта исследования и моделирования / А. В. Бормотов, Е. А. Колобова, Ю. В. Конопацкий // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 3. – С. 44-51.
2. Сыроватка, В. И. Система машин для приготовления комбикормов в хозяйствах / В. И. Сыроватка, Н. В. Жданова, А. Д. Обухов // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 1(37). – С. 24-31.
3. Сыроватка, В. И. Ретроспективный анализ и перспективы развития машинных технологий производства комбикормов / В. И. Сыроватка // Механизация и автоматизация процессов в животноводстве : сборник статей. – Москва : Российский НИИ информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению АПК, 2019. – С. 35-81.
4. Сыроватка, В. И. Научные основы ресурсосбережения при производстве комбикормов в хозяйствах / В. И. Сыроватка, Н. В. Обухова // Научные труды ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. – 2010. – № 3. – С. 3-12.
5. Булатов, С. Ю. Смеситель ферментер для кормов / С. Ю. Булатов, Н. В. Оболенский, А. И. Свистунов // Сельский механизатор. – 2014. – № 14. – С. 26-27.
6. Ведищев, С. М. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. С. Ткачев [и др.] // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Мичуринск, 2020. – С. 144-149.

7. Димитриев, Н. В. Моделирование рабочего процесса барабанного смесителя и теоретическое обоснование его параметров / Н. В. Димитриев, В. В. Коновалов, В. П. Терюшков [и др.] // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №1. – С. 42-49.
8. Терюшков, В. П. Функциональная модель барабанного смесителя / В. П. Терюшков, А. В. Чупшев, В. В. Коновалов, Ю. В. Родионов // Перспективы развития аграрных наук : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2019. – С. 108-110.
9. Fudin, K. Study of drum mixer operation during feed mixture preparation / K. Fudin, V. Teruchcov, P. Savinykh [et al.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – 488. – 012016.
10. Fudin, K. Regression model of the influence of the height of drum mixer blades on the quality of mixture / K. Fudin, V. Konovalov, V. Zaitsev, V. Teryushkov // E3S Web of Conferences. – 2020. – 175. – 05047.

References

1. Bormotov, A. N., Kolobova, E. A., & Konopatsky, Yu. V. (2012). Metodika predstavleniia kompozitsionnogo materiala kak objekta issledovaniia i modelirovaniia [Methods of presenting a composite material as an object of research and modeling]. *Regionalnaia arhitektura i stroitelstvo – Regional Architecture and Engineering*, 3, 44-51 [in Russian].
2. Syrovatka, V. I., Zhdanova, N. V., & Obukhov, A. D. (2020). Sistema mashin dlia prigotovleniia kombikormov v hoziaistvah [System of machines for the preparation of compound feeds in farms]. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve – Machinery and technologies in livestock*, 1(37), 24-31 [in Russian].
3. Syrovatka, V. I. (2019). Retrospektivnii analiz i perspektivi razvitiia mashinnykh tekhnologii proizvodstva kombikormov [Retrospective analysis and prospects for the development of machine technologies for the production of compound feed]. *Mechanization and automation of processes in animal husbandry '19: sbornik nauchnykh trudov – collection of proceedings*. (pp.35-81). Moscow: Russian research Institute of information and technical and economic research on engineering and technical support of the agro-industrial complex [in Russian].
4. Syrovatka, V. I., & Obukhova, N. V. (2010). Nauchnie osnovi resursosberezheniia pri proizvodstve kombikormov v hoziaistvakh [Scientific foundations of resource saving in the production of compound feeds on farms]. *Nauchnie trudi GNU vserossiiskogo NII mekhanizatsii zhivotnovodstva Rossel'hoz'akademii – Scientific works of the SSI all-russian research institute of animal husbandry mechanization of the russian agricultural academy*, 3, 3-12 [in Russian].
5. Bulatov, S. Yu., Obolensky, N. V., & Svistunov, A. I. (2014). Smesitel fermenter dlia kormov [Mixer fermenter for feed]. *Sel'skii mekhanizator – Selskiy Mechanizator*, 14, 26-27 [in Russian].
6. Vedishchev, S. M., Prokhorov, A. V., & Tkachev, A. S. et al. (2020). Tekhnologiia polucheniia kombikormov v hoziaistvah [Technology of obtaining compound feeds in farms]. Innovative approaches to the development of technologies for the production, storage and processing of crop cluster products '20: *materiali Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii – materials of the All-Russian scientific-practical conference*. (pp. 144-149). Michurinsk [in Russian].
7. Dimitriev, N. V., Konovalov, V. V., & Teryushkov, V. P. et al. (2017). Modelirovanie rabocheho processa barabannogo smesitelia i teoreticheskoe obosnovanie ego parametrov [Modeling the working process of a drum mixer and theoretical substantiation of its parameters]. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii – Bulletin Samara state agricultural academy*, 1, 42-49 [in Russian].
8. Teryushkov, V. P., Chupshev, A. V., Konovalov, V. V., & Rodionov, Yu. V. (2019). Funktsionalnaia model barabannogo smesitelia [Functional model of a drum mixer]. Prospects for the development of agricultural sciences '19: *sbornik statei Mezhdunarodno inauchno-prakticheskoi konferentsii – a collection of articles of the International scientific-practical conference*. (pp. 108-110). Cheboksary [in Russian].
9. Fudin, K., Teruchcov, V., Savinykh, P., Konovalov, V., & Cupshev, A. (2020). Study of drum mixer operation during feed mixture preparation. *OP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 488. – 012016.
10. Fudin, K., Konovalov, V., Zaitsev, V., & Teryushkov, V. (2020). Regression model of the influence of the height of drum mixer blades on the quality of mixture. *E3S Web of Conferences*, 175. – 05047.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

DOI 10.12737/39909

УДК 636.03:637.3.04

ВЛИЯНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ФРАКЦИИ γ -КАЗЕИНА В ОБЩЕЙ СТРУКТУРЕ БЕЛКОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОКА

Соболева Наталья Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

460795, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

Кармаев Сергей Владимирович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Зоотехния», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

Кармаева Анна Сергеевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: annakaramaeva@rambler.ru

Ключевые слова: порода, молоко, белок, казеин, сыропригодность.

Цель исследований – улучшение сыропригодности молока-сырья, получаемого от коров голштинской породы. Основной причиной, сдерживающей производство российскими сырокурами высококачественных сыров брендовых сортов, является недостаток молока-сырья, пригодного для изготовления данного продукта. На сыропригодность молока оказывает значительное влияние качество и структура казеинов, которые являются основным материалом для образования казеинового сгустка, формирующего сырную головку. Установлено, что белок γ -казеин не коагулирует под воздействием сычужного фермента, при производстве сыров он уходит в сыворотку, снижая эффективность использования молока. При снижении в структуре белков молока массовой доли фракции γ -казеина с 7% и более до 5,4% и менее происходит увеличение содержания сухого вещества в молоке на 0,12-0,32%, массовой доли жира – на 0,04-0,08%, массовой доли белка – на 0,03-0,11%, в том числе казеина – на 0,06-0,24%, молочного сахара – на 0,03-0,08%, минеральных веществ – на 0,02-0,05%. Изучение структуры белков молока показало, что массовая доля сывороточных белков, которые также не свертываются под воздействием сычужного фермента, уменьшается на 1,3-5,2%. Прослеживается тенденция – при уменьшении доли фракции γ -казеина с 7,3 до 5,3% происходит увеличение массовой доли общего казеина на 0,8-5,2%, в том числе фракции γ -казеина на 0,7-3,6%, фракции β -казеина – на 0,3-1,7%, фракции κ -казеина – на 0,2-1,9% и уменьшение массовой доли сывороточных белков на 0,8-5,2%, что повышает технологические свойства молока и его сыропригодность.

INFLUENCE OF γ -CASEIN FRACTION WITHIN TOTAL PROTEINS AMOUNT ON MILK CHEMICAL COMPOSITION

N. V. Soboleva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department «Technology of Production and Processing of Livestock Products», FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University».

460795, Orenburg, Chelyuskintsev street, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

S. V. Karamayev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department «Zootechnia», FSBEI HE «Samara State Agrarian University».

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

A. S. Karamayeva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department «Zootechnia», FSBEI HE «Samara State Agrarian University».

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: annakaramaeva@rambler.ru

Keywords: breed, milk, protein, casein, cheese milk.

The aim of the research is improve cheese milk from Holstein cows. Main reason that hinders the production of high-quality brand cheeses by Russian cheesemakers is the lack of cheese milk for its production. Quality and structure of Caseins affect cheese milk and casein clot to form cheese. It was found that the protein γ -casein does not coagulate under the influence of rennet, and during cheese production it goes into thrusting, reducing the efficiency of milk use. When the mass fraction of γ -casein decreases in milk proteins from 7% or more to 5.4% or less, dry matter content in milk increases by 0.12-0.32%, the mass share of fat-by 0.04-0.08%, protein-by 0.03-0.11%, including casein – by 0.06-0.24%, lactose – by 0.03-0.08%, and minerals – by 0.02-0.05%. Study milk proteins showed that mass of whey proteins, which also do not coagulate under the influence of rennet, decreases by 1.3-5.2%. There is a tendency – with decrease of γ -casein from 7.3 to 5.3%, total casein increases by 0.8-5.2%, including γ -casein by 0.7-3.6%, β -casein by 0.3-1.7%, the fraction of κ -casein by 0.2-1.9% and decrease of whey proteins by 0.8-5.2%, which increases milk and cheese handling properties.

Потребность внутреннего рынка России в высококачественных сырах с каждым годом все больше увеличивается. Население страны все чаще отдает предпочтение «элитным» сортам сыра, которые по тем или иным причинам не производятся нашими сыроарами.

На магазинных полках много сыров, изготовленных из низкокачественного молока с добавлением соевого белка и пальмового масла.

Цены на натуральные высококачественные сыры сравнимы с ценами на импортные сыры, при этом современный покупатель готов платить за натуральный продукт высокого качества. Несмотря на это Россия находится на 22 месте в мире по потреблению сыров [1, 2].

Основной причиной, сдерживающей производство российскими сыроарами высококачественных сыров брендовых сортов, является недостаток молока-сырья, пригодного для изготовления данного продукта.

Из целого ряда факторов, оказывающих влияние на химический состав и технологические свойства молока, основополагающим является порода коров.

За последние 25 лет породный состав и структура поголовья крупного рогатого скота в России значительно изменились.

С 2000 года увеличился импорт маточного поголовья молочных пород скота, особенно голштинской породы. В настоящее время от общего поголовья молочного скота черно-пестрая порода составляет 55,6%, голштинская – 12,3%.

По утверждению ряда авторов молоко коров данных пород практически непригодно для изготовления сыров твердых сортов. Поголовье симментальской породы, молоко коров которой наиболее отвечает требованиям для изготовления сыров твердых сортов, сократилось с 33 до 7,5% в общей структуре молочного скота [3, 4, 5, 6, 7].

Основной причиной несоответствия качества молока коров голштинской породы для изготовления сыров твердых сортов является то, что 65-70% поголовья голштинского скота имеет генотип по каппа-казеину AA, AB – 25-30% и только 3-5% – BB; в молоке относительно высокое содержание белка и оно наиболее пригодно для сыроделия [8, 9]. Кроме этого, Т. А. Остроумова установила, что на сыропригодность молока оказывает значительное влияние качество и структура казеинов, которые являются основным материалом для образования казеинового сгустка, формирующего сырную головку [10].

Цель исследований – улучшение сыропригодности молока-сырья, получаемого от коров голштинской породы.

Задачи исследований – изучить изменение химического состава молока коров голштинской породы в зависимости от доли фракции γ -казеина в структуре белков.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в ООО «Радна» Самарской области в условиях современного комплекса по производству молока.

Объект исследований – молоко коров голштинской породы с разной долей в нем фракции γ -казеина в структуре белков.

В опытные группы коров отбирали после третьего отела, молоко для химического анализа брали на 2-3 месяце лактации.

Кормление коров круглогодичное однотипное, тип рациона сенажно-силосный. Доеение коров на доильных установках «Карусель».

Химический анализ образцов молока проводили в сертифицированной научно-исследовательской лаборатории животноводства ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, фракционный состав казеина молока определяли в аналитической лаборатории кафедры «Биология» Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарева на лицензированном оборудовании по общепринятым методикам.

Результаты исследований. Изучив структуру белков молока (табл. 1), установили, что в соответствии с долей фракции γ -казеина все пробы можно разделить на 5 групп с интервалом в 0,5%: I группа – с долей γ -казеина 7% и более – 3 пробы (6,0%), II группа – с долей 6,9-6,5% – 5 проб (10,0%), III группа – 6,4-6,0% – 9 проб (18,0%), IV группа – 5,9-5,5% – 19 проб (38,0%), V группа – с долей 5,4% и менее – 14 проб (28,0%).

Изучение химического состава молока с разной долей фракции γ -казеина в структуре белков показало, что образцы значительно отличаются друг от друга по содержанию основных компонентов (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав молока с разной долей фракции γ -казеина в структуре белков, %

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Сухое вещество	11,89±0,13	12,01±0,16	12,10±0,11	12,12±0,18	12,21±0,14
МДЖ	3,61±0,02	3,65±0,03	3,74±0,03	3,66±0,02	3,69±0,03
МДБ	2,98±0,01	3,01±0,01	3,03±0,01	3,07±0,01	3,09±0,02
В том числе: казеин	2,20±0,01	2,26±0,01	2,31±0,01	2,40±0,01	2,44±0,01
сывороточные белки	0,78±0,01	0,75±0,01	0,72±0,01	0,67±0,01	0,65±0,01
Молочный сахар	4,57±0,08	4,60±0,05	4,59±0,07	4,63±0,04	4,65±0,05
Зола	0,73±0,02	0,75±0,01	0,74±0,01	0,76±0,02	0,78±0,01

Говорить о закономерности в данном случае преждевременно, но ярко выраженная тенденция влияния массовой доли фракции γ -казеина в общей структуре белков молока на содержание в нем основных компонентов – неоспоримый факт.

Установлено, что при снижении в структуре белков молока массовой доли фракции γ -казеина с 7% и более до 5,4% и менее, происходит увеличение содержания сухого вещества в молоке на 0,12-0,32%, массовой доли жира (МДЖ) – на 0,04-0,08% ($P<0,05$), массовой доли белка (МДБ) – на 0,03-0,11% ($P<0,05-0,001$), в том числе казеина – на 0,06-0,24% ($P<0,001$), молочного сахара – на 0,03-0,08%, минеральных веществ – на 0,02-0,05% ($P<0,05$). В массовой доле жира

в молоке у животных третьей группы наблюдается определенный скачок показателя на 0,13-0,09% ($P < 0,001$), что, вероятней всего, связано с индивидуальными особенностями коров.

Содержание сывороточных белков изменяется в соответствии с динамикой фракции γ -казеина, уменьшаясь на 0,03-0,13% ($P < 0,01-0,001$).

Исследования показали, что в зависимости от доли в структуре белков молока фракции γ -казеина меняется массовая доля общего казеина и сывороточных белков в молоке (табл. 2).

Таблица 2

Структура белков молока с разной долей фракции γ -казеина

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Массовая доля казеина в составе белков, %	73,8±0,11	75,1±0,07	76,2±0,09	78,2±0,10	79,0±0,06
В том числе: α -казеины	31,6±0,05	32,0±0,03	32,7±0,04	34,5±0,05	35,2±0,03
β -казеины	28,2±0,04	29,8±0,04	29,2±0,03	29,6±0,06	29,9±0,04
κ -казеины	6,7±0,02	6,5±0,03	8,1±0,03	8,4±0,04	8,6±0,03
γ -казеины	7,3±0,03	6,8±0,01	6,2±0,02	5,7±0,01	5,3±0,01
Массовая доля сывороточных белков, %	26,2±0,07	24,9±0,04	23,8±0,05	21,8±0,06	21,0±0,03

При уменьшении доли фракции γ -казеина с 7% и более до 5,4% и менее массовая доля общего казеина в составе белков молока увеличивается, соответственно по группам, на 1,3; 2,4; 4,4; 5,2% ($P < 0,001$).

Массовая доля сывороточных белков при этом, соответственно, уменьшается на 1,3; 2,4; 4,4; 5,2% ($P < 0,001$). Это обеспечивает, в определенной степени, улучшение технологических свойств молока, так как сывороточные белки, представленные α -лактоальбуминами и β -лактоглобулинами, по данным Т. А. Остроумовой [10], не подвержены воздействию сычужного фермента и не образуют сгустка.

Ряд исследователей установили, что на сыропригодность молока, наряду с массовой долей белка казеина, значительное влияние оказывает его структура.

Мицелла казеина состоит из субмицелл диаметром 10-20 нм, каждая субмицелла из α_{s1} , α_{s2} , β - и κ -казеинов в соотношении примерно 3:1:3:1.

Группа γ -казеинов обозначается просто как фрагменты β -казеина, без указания параметров фрагмента. При этом наблюдения показали, что при незначительной массовой доле в структуре белков молока фракции γ -казеина, с их динамикой связаны достаточно значительные изменения сыропригодности молока. Это обусловлено тем, что белки фракции γ -казеина, как и сывороточные белки, не свертываются под воздействием сычужного фермента.

Прослеживается тенденция снижения массовой доли общего казеина и увеличения массовой доли сывороточных белков в составе молока при увеличении фракции γ -казеина.

Установлено, что при увеличении массовой доли фракции γ -казеина с 5,3 до 7,3%, происходит снижение массовой доли общего казеина на 0,8-5,2% ($P < 0,001$), в том числе фракции α -казеина на 0,7-3,6% ($P < 0,001$), фракции β -казеина – на 0,3-1,7% ($P < 0,01-0,001$), фракции κ -казеина – на 0,2-1,9% ($P < 0,01-0,001$) и увеличение массовой доли сывороточных белков на 0,8-5,2% ($P < 0,001$).

Заключение. Проведенные исследования позволили установить, что существует тенденция влияния массовой доли фракции γ -казеина в общей структуре белков на химический состав молока. При уменьшении доли фракции γ -казеина с 7,3 до 5,3% в составе сухого вещества молока увеличивается массовая доля жира на 0,04-0,08%, массовая доля белка – на 0,03-0,11%, содержание молочного сахара – на 0,03-0,08%. В составе белков молока увеличивается массовая доля казеина на 0,06-0,24%, при этом снижается массовая доля сывороточных белков – на 0,03-0,13%. Это важно, так как γ -казеин и сывороточные белки не коагулируют при воздействии сычужного фермента. Таким образом, уменьшение их доли в составе сухого вещества повышает технологические свойства молока и его сыропригодность.

Библиографический список

1. Выдрин, Н. В. Тенденция развития новых технологий производства сыра / Н. В. Выдрин, Н. Б. Губер // Молодой ученый. – 2014. – №10. – С. 130-133.
2. Шингарева, Т. В. Влияние сыропригодности молока на качество сыра / Т. В. Шингарева // ПродуктВУ. – 2014. – №13(139). – С. 53-59.
3. Кузнецов, А. О технологических свойствах молока коров / А. Кузнецов, С. Кузнецов // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – №2. – С. 5-7.
4. Боровицкий, М. В. Изучение влияния породы коров на состав и свойства молока и выработку сыра : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Боровицкий Михаил Васильевич. – Кемерово, 2012. – 107 с.
5. Дунин, И. М. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах РФ / И. М. Дунин, В. И. Шаркаев, Г. А. Шаркаева [и др.]. – М. : ВНИИплем. – 2018. – С. 1-20.
6. Карамеева, А. С. Влияние породы на сыропригодность молока и качество сыра / А. С. Карамеева, Н. В. Соболева, С. В. Карамеев // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №5. – С. 34-38.
7. Шаповалов, С. О. Белковость и сыропригодность молока коров разных пород / С. О. Шаповалов // Вестник Полтавской государственной аграрной академии. – 2012. – №4. – С. 56-61.
8. Соболева, Н. В. Влияние генотипа каппа-казеина на качество сыра и молока коров / Н. В. Соболева, А. А. Ефремов, С. В. Карамеев // Научные достижения в области животноводства за 25 лет Государственной независимости Республики Таджикистан : сборник научных трудов. – Душанбе : Андалеб Р. – 2016. – С. 67-71.
9. Карамеев, С. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела : монография / С. В. Карамеев, А. С. Карамеева, Н. В. Соболева. – Кинель : РИО Самарской ГСХА. – 2016. – 181 с.
10. Остроумова, Т. А. Химия и физика молока : монография / Т. А. Остроумова. – Воронеж : Воронежский ГУИТ. – 2014. – 196 с.

References

1. Vydrina, N. V., & Guber, N. B. (2014). Tendenciia razvitiia novikh tekhnologii proizvodstva sira [Trend of development of new technologies for cheese production]. *Molodoi uchenyi – Young Scientist*, 10, 130-133 [in Russian].
2. Shingareva, T. V. (2014). Vliianie siropriгодnosti moloka na kachestvo sira [Influence of milk on cheese making and its quality]. *Produkt VU – Product BY*, 13(139), 53-59 [in Russian].
3. Kuznetsov, A. Kuznetsov, A. O., & Kuznetsov, S. (2010). O tekhnologicheskikh svoistvakh moloka korov [Handling properties of breed milk]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 2, 5-7 [in Russian].
4. Borovitsky, M. V. (2012). Izuchenie vliianiia porodi korov na sostav i svoistva moloka i virabotku sira [Study of influence of the breed Milk on its composition, properties and cheese production]. *Candidate's thesis*. Kemerovo [in Russian].
5. Dunin, I. M., Sharkaev, V. I., & Sharkaeva, G. A. et al. (2018). Ezhegodnik po plemennoi rabote v molochnom skotovodstve v hoziastvakh RF [Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in farms of the Russian Federation]. Moscow: All-Russian research Institute of breeding [in Russian].
6. Karamaeva, A. S., Soboleva, N. V., & Karamaev, S. V. (2018). Vliianie porodi na siropriгодnost moloka i kachestvo sira [Influence of the breed milk on cheese making and its quality]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 5, 34-38 [in Russian].
7. Shapovalov, S. O. (2012). Belkovost i siropriгодnost moloka korov raznikh porod [Protein content and cheese making from milk of cows of different breeds]. *Vestnik Poltavskoi gosudarstvennoi agrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava state agrarian Academy*, 4, 56-61 [in Russian].
8. Soboleva, N. V., Efremov, A. A., & Karamaev, S. V. (2016). Vliianie genotipa kappa-kazeina na kachestvo sira i moloka korov [Influence of the kappa-casein genotype on the quality of cheese and milk of cows]. Scientific achievements in the field of animal husbandry for 25 years of Tajikistan state independent Republic '16: *sbornik nauchnikh trudov – collection of proceedings collection of scientific papers*. (pp. 67-71). Dushanbe: Andaleb R [in Russian].
9. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S., & Soboleva, N. V. (2016). Tekhnologicheskie svoistva moloka korov molochnikh porod v zavisimosti ot sezona otela [Handling properties of milk of dairy cows depending on the calving season]. Kinel: PC Samara SAA [in Russian].
10. Ostroumova, T. A. (2014). Himiia i fizika moloka [Chemistry and physics of milk]. Voronezh: Voronezh SUET [in Russian].

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕНАЖА ЛЮЦЕРНОВОГО В РАЗНЫЕ СРОКИ ХРАНЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ КОНСЕРВАНТОВ

Фаттахова Зилия Фидаилевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отдела агробиологических исследований, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук».

420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 48.

E-mail: fattahova.zf@mail.ru

Шакиров Шамиль Касымович, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. отдела агробиологических исследований, Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук».

420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 48.

E-mail: intechkorm@mail.ru

Шарафутдинов Газимзян Салимович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Биотехнология, животноводство и химия», ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65.

E-mail: gazimsharaf_kgay@mail.ru

Хакимов Исмагиль Насибуллович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: Hakimov_2@mail.ru

Ключевые слова: сенаж, люцерна, хранение, консервант, кислотность, показатель.

Цель исследований – улучшение биохимических свойств и качества сенажа люцернового за счёт применения биологических консервантов. Кормовое сырьё из многолетних трав играет большую роль в кормлении коров. Кормовая ценность люцерны напрямую зависит от фазы вегетации, метода консервации и переработки. Исследования в области производства консервантов, а также поиск и подбор лучших из них, актуальны вследствие широкого распространения силосно-сенажного типа кормления крупного рогатого скота и высокого удельного веса сенажа в структуре рациона. Объектом исследования является динамика уровня pH и накопление органических кислот в люцерновом сенаже, материалом для закладки послужила зеленая масса люцерны посевной сорта Айслу. Эксперимент проводился в условиях лаборатории отдела агробиологических исследований ТатНИИСХ обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН в 2018 г. В результате проведенных опытов установлено, что применение препаратов Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил привело к быстрому подкислению корма до pH = 4,7 уже на 10 день хранения, что послужило промежуточным консервирующим фактором, ограничивающим интенсивность развития маслянокислых бактерий на первом этапе сенажирования и, в дальнейшем, обеспечило хорошую сохранность кормов. На 60 сутки хранения в пробах сенажа с биопрепаратами Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил установлена достоверная разница ($p \leq 0,05$) по показателям суммы трех кислот и массовой доли молочной и масляной кислоты, соответственно, на 1,13; 1,23; 0,22 % и 0,99; 1,25; 0,22 % по отношению к контрольному образцу без введения консерванта.

ALFALFA HAYLAGE BIOCHEMICAL INDICATORS WITH BIOLOGICAL PRESERVATIVES IN DIFFERENT STORAGE TIME

Z. F. Fattakhova, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department Agrobiological Research, Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences».

420059, Kazan, Orenburgsky tract street, 48.

E-mail: fattahova.zf@mail.ru

Sh. K. Shakirov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department Agrobiological Research, Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences».

420059, Kazan, Orenburgsky tract street, 48.

E-mail: intechkorm@mail.ru

G. S. Sharafutdinov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department «Biotechnology, Livestock and Chemistry», FSBEI HE Kazan State Agrarian University.

420015, Kazan, K. Marks street, 65

E-mail: gazimsharaf_kgay@mail.ru

I. N. Khakimov, Doctor of agricultural Sciences, Professor of the Department «Zootechnia», FSBEI HE Samara State Agrarian University.

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelskiy, Uchebnaya street, 2.

E-mail: xakimov_2@mail.ru

Keywords: haylage, alfalfa, storage, preservative, acidity, indicator, storage.

The aim of the research is improving the biochemical properties and alfalfa haylage quality using biological preservatives. Feed from perennial grasses play an important role for cows. The feed value of alfalfa directly depends on the vegetation phase, conservation and processing method. Research of preservative production, as well as selection of the best, is relevant due to widespread use of silage and haylage for cattle feeding and its high use in the animal diet. The object of the study is the dynamics of the pH level and the accumulation of organic acids in alfalfa haylage, including alfalfa herbage of the Aislu variety. The experiment was conducted in the laboratory of the Department of agro-biological research of the Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal research center «Kazan scientific center of the Russian Academy of Sciences» in 2018. As a result of the experiments, it was found that the use of SIL-All 4x4 and Ferbak-SIL agents led to rapid acidification of the feed reaching pH = 4.7 already on the 10th day of storage, which served as an intermediate preserving factor that limited the intensity of the development of butyrate bacteria at the first stage of haylage and, future, provided good preservation of the feed. On the 60th day of storage, a significant difference ($p \leq 0.05$) with biological agents of SIL-All 4x4 and Ferbak-SIL taking into account the sum of three acids and mass of lactic and butyric acids, respectively, was found in haylage amounting to 1.13; 1.23; 0.22 % and 0.99; 1.25; 0.22 % relative to the control sample without the introduction of a preservative.

Кормовое сырье из многолетних трав играет большую роль в кормлении коров. Такая культура, как люцерна, являясь одной из основных высокопротеиновых бобовых трав с богатым содержанием витаминов, макро- и микроэлементов, отличающаяся высокой урожайностью, универсальностью применения и длительным использованием, выступает самым низко затратным компонентом кормопроизводства, а также естественным растительным покровом кормовых угодий, обеспечивающих устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию климата и негативных процессов. Благодаря целому ряду достоинств эта культура многоцелевого использования может успешно применяться в рационах кормления животных в виде сена, зеленого корма, сенажа, кормовых гранул и брикетов [3, 4].

Кормовая ценность люцерны напрямую зависит от фазы вегетации, метода консервации и переработки. Основные причины сложности сохранения люцерны в качестве сенажа заключаются в ее высокой буферной емкости, недостаточном содержании сбраживаемых сахаров и быстром распаде протеина. В мировой практике кормопроизводства наиболее благоприятные результаты при заготовке сенажа люцернового, равноценного исходной зеленой массе по переваримости питательных веществ, протеиновой и энергетической питательности были получены при использовании целой системы препаратов, включающих в себя биологические (бактериальные, ферментные, полиферментные), химические (органические и минеральные кислоты) и комплексные (биологические и химические) консерванты [4, 6, 7]. За последние 5 лет в России темпы роста рынка консервантов для заготовки сочных кормов (силоса и сенажа) составляют 20-30% в год, в том числе и за счёт расширения ассортимента препаратов отечественного производства [1, 3].

Учитывая широкое распространение силосно-сенажного типа кормления крупного рогатого скота и высокий удельный вес сенажа в структуре рациона (30-45% от общей питательности),

разработки и исследования в области производства консервантов, а также поиск и подбор лучших из них, является актуальной темой.

Цель исследований – улучшение биохимических свойств и качества сенажа люцернового за счёт применения биологических консервантов.

Задача исследований – выявление воздействия биопрепаратов на активную кислотность и содержание органических кислот в сенаже люцерновом в течение 60 суток хранения.

Материалы и методы исследований. В соответствии со схемой опыта для изучения были использованы коммерческие промышленные образцы биологических консервантов зарубежного и отечественного производства: Сил-Олл 4×4 (Lallemand Animal Nutrition, Канада), Фербак-Сил (ООО «НПИ «Биопрепараты», г. Казань, Россия). В состав активных компонентов биопрепарата Сил-Олл 4×4 входит комплекс микроорганизмов (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Propionibacterium acidipropionici*) с суммарным содержанием в одном грамме не менее 2×10^{11} КОЕ и ферменты (α -амилаза, целлюлаза, ксиланаза, β -глюканаза). Консервант Фербак-Сил состоит из *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Propionibacterium freudenreichii* (1×10^9 КОЕ/г), а также ферментов – ксиланазы, амилазы, целлюлазы. Данный консервант является совместной научной разработкой сотрудников ООО «НПИ «Биопрепараты» и ТатНИИСХ обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН [2].

Согласно инструкции производителя дозы внесения биоконсервантов следующие: Сил-Олл 4×4 – 2,5 г/т, Фербак-Сил – 70 мл/т.

Объект исследования – образцы сенажа, заготовленные из люцерны посевной сорта Айслу селекции ТатНИИСХ обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН. В качестве контрольного образца служили пробы кормов без применения биоконсервантов.

Согласно требованиям «Методические рекомендации по изучению в лабораторных условиях консервирующих свойств химических препаратов, используемых при силосовании кормов» (М. Т. Таранов, В. Л. Владимиров, П. А. Науменко, 1983) измельченную и провяленную зеленую массу люцерны тщательно утрамбовывали, закладывали в полимерные банки объемом 3 л, герметично закрывали и хранили в затемненном помещении лаборатории отдела агробиологических исследований ТатНИИСХ обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН при температуре $+8...+18^\circ\text{C}$.

Для полной оценки консервирующего эффекта используемых биопрепаратов уровень активной кислотности (рН) и органических кислот в пробах кормов изучали на 3, 6, 10, 17, 30, 60 день хранения кормовой массы.

Определение активности ионов водорода в сенаже люцерновом проводили согласно ГОСТ 26180-84 «Корма. Методы определения аммиачного азота и активной кислотности (рН)» с помощью иономера лабораторного И-160 МИ (Россия, ООО «Измерительная техника»). Содержание молочной, масляной и уксусной кислот – методом Леппера-Флига по ГОСТ Р55986-2014 «Силос из кормовых растений. Общие технические условия».

Статистическая обработка данных произведена с использованием программы Microsoft Excel пакета Microsoft Office 2010.

Исследования проведены в рамках государственного задания «Мобилизация генетических ресурсов растений и животных, создание новаций, обеспечивающих производство биологически ценных продуктов питания с максимальной безопасностью для здоровья человека и окружающей среды», зарегистрированного под номером АААА-А18-118031390148-1.

Результаты исследований. На рисунке 1 представлены результаты исследований активной кислотности (рН) в сенаже люцерновом в зависимости от продолжительности хранения и использования различных биоконсервантов. Первые 6 суток рН во всех вариантах опыта был без изменений и составил 5,2 ед.

Процессы относительной стабилизации брожения в сенаже люцерновом с добавлением биоконсервантов наблюдаются уже на 10 день хранения, что свидетельствует об ускорении подкисления зеленой массы за счет осмоотolerантных штаммов молочнокислых бактерий, входящих в их состав, которые в свою очередь исключают развитие гнилостной ферментации. В то же время на данном этапе приготовления корма у контрольной пробы (без применения биопрепаратов) рН

осталась неизменной. Наибольшее снижение активной кислотности по отношению к контролю – на 0,5 ед. ($p > 0,05$) – установлено в образце сенажа с консервантом Сил-Олл 4×4.

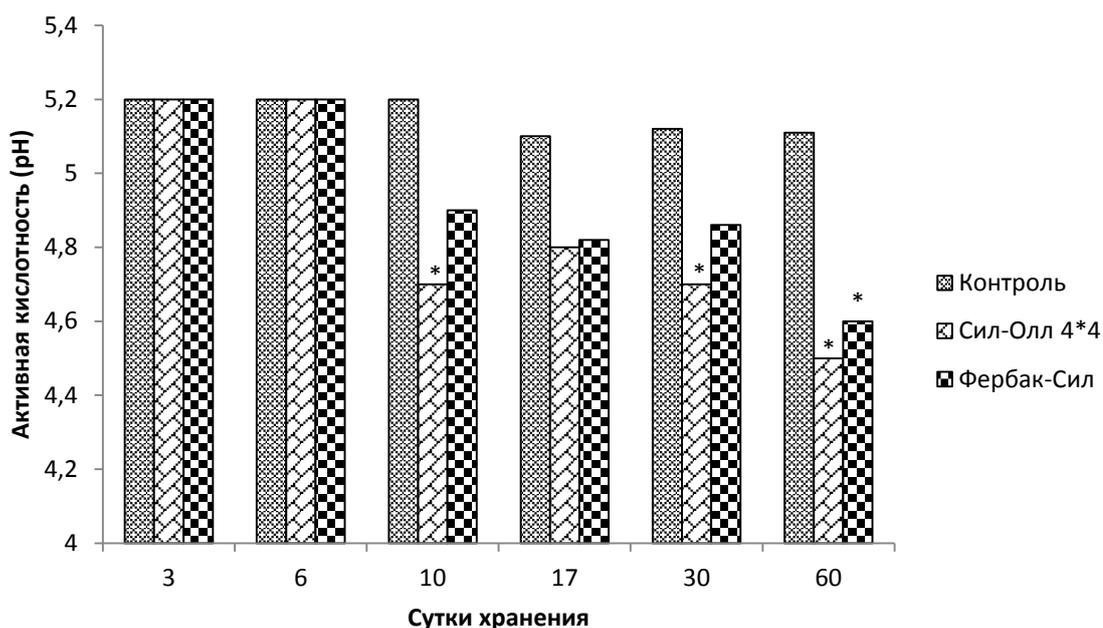


Рис. 1. Динамика уровня активной кислотности (pH) сенажа из люцерны (n=2)
(* – $p > 0,05$ по отношению к контрольному образцу)

В дальнейшем, на 17 и 30 сутки консервации, данная тенденция сохраняется, понижение уровня pH в сенаже люцерновом с добавлением препаратов Сил-Олл 4×4 и Фербак-Силл составило, соответственно, 0,3 ($p > 0,05$) и 0,33 ед., по сравнению с контролем.

В последующем, на 60 день хранения, активная кислотность была лучшей в вариантах с биопрепаратами Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил – от 4,55 ($p > 0,05$) до 4,6 ($p > 0,05$), худшая – в контрольной пробе – 5,15. Данные хорошо иллюстрирует, что введение исследуемых биологических консервантов в сенажную массу люцерны обеспечивает быстрое подкисление зеленой массы, при котором достигается критический уровень pH для маслянокислых бактерий, вследствие чего корм приобретает всё большую стабильность при хранении. Данные результаты согласуются с исследованиями Ю. А. Победнова, J. Bai, E. C. Lara [2, 5, 7].

Изменения в накоплении органических кислот и их соотношения в сенажной массе люцерны подтверждается данными уровня активной кислотности (табл. 1). На 3 сутки хранения образование органических кислот происходило более интенсивно в пробах с применением биопрепарата Сил-Олл 4×4, повысилось количество трех кислот на 0,58% и доля молочной кислоты – на 0,36% по отношению к контролю.

На 10 сутки сенажирования вырисовывается общая тенденция содержания органических кислот. Так, в контрольном образце сенажа люцернового зафиксировано минимальное количество трех кислот – 2,05%, а также начало накопления масляной кислоты – 0,03%.

К 30 дню хранения наибольшее количество молочной кислоты наблюдается в кормах с добавлением консерванта Фербак-Сил – с превышением на 0,54% ($p > 0,05$), уксусной кислоты – в кормах с добавлением препарата Сил-Олл 4×4 – с превышением на 0,47% ($p > 0,05$), по сравнению с контролем. Масляная кислота обнаружена только в контрольном образце сенажа (0,11%), что свидетельствует о высокой активности энтеробактерий, приводящих в последующем к потере энергетической питательности и порчи корма.

На 60 сутки консервирования данная тенденция сохраняется и в пробах с биопрепаратами Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил, установлена достоверная разница ($p > 0,05$) по показателям суммы трех кислот и массовой доли молочной и масляной кислот по отношению к контролю, соответственно, на 1,13; 1,23; 0,22% и 0,99; 1,25; 0,22%.

Содержание органических кислот в сенаже из люцерны (n=2)

День хранения	Варианты опыта	Массовая доля кислот, абс. %			Сумма трёх кислот, %	Соотношение кислот, %		
		молочная	уксусная	масляная		молочная	уксусная	масляная
3	Контроль	1,62	0,50	0,00	2,12	76,00	24,00	0,00
	Сил-Олл 4×4	1,98	0,72	0,00	2,70	73,00	27,00	0,00
	Фербак-Сил	1,62	0,63	0,00	2,25	72,00	28,00	0,00
6	Контроль	2,16	0,56	0,00	2,72	79,00	21,00	0,00
	Сил-Олл 4×4	2,05	0,70	0,00	2,75	75,00	25,00	0,00
	Фербак-Сил	1,96	0,62	0,00	2,58	76,00	24,00	0,00
10	Контроль	1,58	0,44	0,03	2,05	77,00	22,00	1,00
	Сил-Олл 4×4	1,97	0,46	0,00	2,43	81,00	19,00	0,00
	Фербак-Сил	1,80	0,50	0,00	2,30	78,00	22,00	0,00
17	Контроль	1,36	0,59	0,07	2,02	78,00	20,00	2,00
	Сил-Олл 4×4	2,06	0,42	0,00	2,48	83,00	17,00	0,00
	Фербак-Сил	1,54	0,46	0,01	2,01	76,50	23,00	0,50
30	Контроль	1,77	0,76	0,11	2,64	67,00	29,00	4,00
	Сил-Олл 4×4	1,74	1,23*	0,00	2,97	59,00	41,00	0,00
	Фербак-Сил	2,31*	0,56	0,00	2,87	80,00	20,00	0,00
60	Контроль	1,68	0,91	0,22	2,81	60,00	32,00	8,00
	Сил-Олл 4×4	2,96*	0,98	0,00*	3,94*	75,0	25,0	0,00
	Фербак-Сил	2,93*	0,87	0,00*	3,80*	77,0	23,0	0,00

Примечание: * $p > 0,05$ по отношению к контрольному образцу.

В сенаже люцерновом без применения консервантов, напротив, наблюдается постепенное увеличение степени масляной кислоты до 0,22%, что привело к снижению качества и классности готового корма.

Заключение. Основываясь на результатах процесса консервирования сенажа из люцерны в динамике на 3, 6, 10, 17, 30, 60 сутки хранения, можно заключить, что применение биопрепаратов Сил-Олл 4×4 и Фербак-Сил позволяет обеспечить быстрое подкисление корма до pH = 4,7 уже на 10 день, повышает накопление концентрации молочной кислоты и устраняет образование масляной кислоты. Таким образом, добавление данных препаратов позволяет улучшить биохимические показатели сенажа, предотвратить развитие маслянокислого брожения, которое является причиной активного развития энтеробактерий, прямых конкурентов молочнокислых бактерий по сбраживанию сахара, что в итоге обеспечит хорошую стабильность в течение всего срока хранения, высокую сохранность и качество готового объемистого корма.

Библиографический список

1. Буряков, Н. П. Влияние биологических консервантов на кислотность и энергетическую ценность люцернового сенажа / Н. П. Буряков, А. В. Косолапов, П. И. Мезенцев // Главный зоотехник. – 2018. – №6. – С. 24-29.
2. Пат. 2638188 Российская Федерация, МПК А 23 К 30/18. Способ силосования трав биологическим консервантом «Фербак-Сил Б-1» / Гибадуллина Ф. С., Шакиров Ш. К., Ибатуллина Р. П. [и др.] ; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ТатНИИСХ». – №2638188/13 ; заявл. 23.10.14 ; опубли. 12.12.17, Бюл. №14. – 13 с.
3. Победнов, Ю. А. Биологические особенности и принципы консервирования люцерны / Ю. А. Победнов, В. П. Клименко, А. А. Мамаев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, №2. – С. 44-47. – DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10211.
4. Фаттахова, З. Ф. Динамика изменения питательности сенажа люцернового по срокам хранения при применении различных биологических консервантов / З. Ф. Фаттахова, Ш. К. Шакиров, И. Т. Бикчантаев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, №3. – С. 77-81. – DOI: 10.12737/article_5db95f99849449.22933527.
5. Bai, J. Effects of antibacterial peptide-producing *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability, and microbial community of alfalfa silage / J. Bai, D. Xu, D. Xie [et al.] // Bioresource Technology. – 2020. – №315(123881). – DOI: org/10.1016/j.biortech.2020.123881.
6. Guo, G. Fermentation quality and in vitro digestibility of first and second cut alfalfa (*Medicago sativa* L.) silages harvested at three stages of maturity / G. Guo, C. Shen, Q. Liu [et al.] // Animal Feed Science and Technology. – 2019. – No 257(114274). – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114274.

7. Lara, E. C. Changes in the nutritive value and aerobic stability of corn silages inoculated with *Bacillus subtilis* alone or combined with *Lactobacillus plantarum* / E. C. Lara, F. C. Basso, F. B. De Assis [et al.] // *Animal Production Science*. – 2016. – Vol. 56, №11. – P. 1867-1874. – DOI: 10.1071/AN14686.

References

1. Buryakov, N. P., Kosolapov, A. V., & Mezentsev, P. I. (2018). Vliianie biologicheskikh konservantov na kislotnost i energeticheskuiu cennost liucernovogo senazha [The influence of biological preservatives on the acidity and the energy value of alfalfa haylage]. *Glavnyi zootekhnik – Glavnyi zootekhnik*, 6, 24-29 [in Russian].
2. Gibadullina, F. S., Shakirov, Sh. K., Ibatullina, R. P., Tagirov, M. Sh., Alimova, F. K., & Fattakhova, Z. F. (2017). Sposob silosovaniia trav biologicheskimi konservantami «Ferbak-Sil B-1» [Method for silage with biological preservative «Ferbak-Sil B-1»]. *Patent 2638188*, Russian Federation, IPC A 23 K 30/18, 2638188/13 [in Russian].
3. Pobednov, Yu. A., Klimenko, V. P., & Mamaev A. A. et al. (2018). Biologicheskie osobennosti i principy konservirovaniia liucerni [Biological peculiarities and main principles of alfalfa conservation]. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK – Achievements of Science and Technology of AICis*, 32, 2, 44-47. – DOI: 10.24411/ 0235-2451-2018-10211 [in Russian].
4. Fattakhova, Z. F., Shakirov, Sh. K., & Bikchantaev, I. T. (2019). Dinamika izmeneniia pitatel'nosti senazha liucernovogo po srokam hraneniia pri primenenii razlichnykh biologicheskikh konservantov [Dynamics of changes in the feeding value of alfalfa haylage by terms of section days of storage when using various biological preservatives]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 14, 3, 77-81. – DOI: 10.12737/article_5db95f99849449.22933527 [in Russian].
5. Bai, J., Xu, D., & Xie, D. et al. (2020). Effects of antibacterial peptide-producing *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability, and microbial community of alfalfa silage. *Bioresource Technology*, 315(123881). – DOI: org/10.1016/j.biortech.2020.123881.
6. Guo, G., Shen, C., & Liu Q. et al. (2019). Fermentation quality and invitro digestibility of first and second cut alfalfa (*Medicago sativa* L.) silages harvested at three stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 257(114274). – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2019.114274.
7. Lara, E. C., Basso, F. C., & De Assis, F. B. et al. (2016). Changes in the nutritive value and aerobic stability of corn silages inoculated with *Bacillus subtilis* alone or combined with *Lactobacillus plantarum*. *Animal Production Science*, 56 (11), 1867-1874. – DOI: 10.1071/AN14686.

DOI 10.12737/39911

УДК 636.03:637.3.04

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОЛОКА С РАЗНОЙ ДОЛЕЙ ФРАКЦИИ γ -КАЗЕИНА В СТРУКТУРЕ БЕЛКОВ

Соболева Наталья Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

460795, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

Кармаева Анна Сергеевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Зоотехния», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: annakarameeva@rambler.ru

Кармаев Сергей Владимирович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Зоотехния», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: KarameevSV@mail.ru

Ключевые слова: молоко, γ -казеин, сгусток, сыр, зрелость.

Цель исследований – улучшение технологических свойств молока коров голштинской породы за счет оптимизации структуры белка казеина. Исследования показали, что в зависимости от индивидуальных особенностей коров, доля фракции γ -казеина, который не свертывается под воздействием сычужного фермента, изменяется в пределах от 7% и более до 5,4% и менее. Установлено, что по мере снижения доли фракции γ -казеина сокращается продолжительность свертывания молока на 3,4-8,9 мин

(8,3-21,6%). В результате потери сухого вещества при сыроварении снижаются на 1,7-5,6%, выход казеинового сгустка увеличивается на 4,3-47,8%. При этом расход цельного молока на производство 1 кг зрелого сыра снижается на 1,9-3,7 кг (13,4-26,1%). Лучшее для сыроварения молоко получено от животных пятой группы с долей γ -казеина в структуре белков 5,4% и менее, среди которых 21,4% коров имели молоко, дающее плотный сгусток с показателем плотности 2,46 г/см² и влагоудерживающей способностью 56,4%. Данные изменения качества сгустка способствуют повышению массовой доли сухого вещества в зрелом сыре на 1,1-4,6%, жира – на 0,3-1,4%, белка – на 0,4-1,7%, органических кислот – на 0,3-0,7%. Титруемая кислотность в опытных образцах сыра снижалась с 276,7 до 231,5 °Т, а степень зрелости, наоборот, повышалась с 96,9 до 124,6 °Ш. Таким образом, только из молока с долей фракции γ -казеина 5,4% и менее, были получены сыры, наиболее соответствующие качественным показателям сыра типа «Российский».

MILK HANDLING WITH DIFFERENT γ -CASEIN CONTENT IN PROTEIN STRUCTURE

N. V. Soboleva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department «Technology of Production and Processing of Livestock Products», FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University».

460795, Orenburg, Chelyuskintsev street, 18.

E-mail: bakaeva.lora@mail.ru

A. S. Karamayeva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department «Zootechnia», FSBEI HE «Samara State Agrarian University».

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: annakaramaeva@rambler.ru

S. V. Karamayev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department «Zootechnia», FSBEI HE «Samara State Agrarian University».

446442, Samara region, settlement Ust-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: KaramaevSV@mail.ru

Keywords: milk, γ -casein, clot, cheese, ripening.

The aim of the research is improving the milk handling of Holstein breed by optimizing the structure of casein protein. Studies have shown that, depending on the individual characteristic of cows, the fraction of γ -casein that does not clot under the influence of rennet varies from 7% or more to 5.4% or less. It was found that as the proportion of the γ -casein share decreases, the duration of milk clot lows by 3.4-8.9 minutes (8.3-21.6%). As a result, the loss of dry matter during cheese making is reduced by 1.7-5.6%, the yield of casein clot increases by 4.3-47.8%. At the same time, the consumption of whole milk for the production of 1 kg of ripened cheese is reduced by 1.9-3.7 kg (13.4-26.1%). The best milk for cheese-making was obtained from animals of the fifth group with a proportion of γ -casein in the protein structure of 5.4% or less, among which 21.4% of cows had milk that gave a clot with a density indicator of 2.46 g/cm² and water-retaining capacity of 56.4%. These changes in the quality of the clot contribute to an increase of mass fraction of dry matter in ripened cheese by 1.1-4.6%, fat – by 0.3-1.4%, protein – by 0.4-1.7%, organic acids – by 0.3-0.7%. Titrated acidity in the cheese samples decreased from 276.7 to 231.5°Т, and the degree of ripening, on the contrary, increased from 96.9 to 124.6°Ш. Thus, only from milk with γ -casein fraction of 5.4% or less, cheeses were obtained that most correspond to the quality indicators of the «Russian» type of cheese.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве России достаточно остро стоит проблема обеспечения продовольственной безопасности страны, что напрямую связано с резким снижением производства продуктов животноводства в целом и молока в частности. Решение данной проблемы может быть достигнуто за счет увеличения производства молока и повышения его качества. Для этого необходимо создать такие породы и внутривидовые типы крупного рогатого скота, которые наиболее полно отвечают требованиям современной перерабатывающей промышленности и новому стандарту на молоко – ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия» [1, 2].

Изучение рынка молока и молочной продукции показывает, что на перспективу будет увеличиваться потребление питьевого молока, сыров, особенно твердых (элитных) сортов, а также йогуртов, сметаны, творога, различных кисломолочных напитков. В связи с этим при оценке качества

молока, как сырья для молокоперерабатывающей промышленности, наибольший интерес с точки зрения пищевой и биологической ценности, пригодности для переработки в молочные продукты, представляет белок. Белки молока содержат все жизненно необходимые для организма человека аминокислоты. По содержанию незаменимых аминокислот белки молока относятся к полноценным. Степень усвоения белков молока составляет в среднем 98% [3, 4].

Исследования показывают, что на химический состав и технологические свойства молока, определяющие его пригодность для изготовления кисломолочных продуктов и, особенно, сыров твердых сортов, оказывает влияние целый ряд факторов: порода коров, природно-климатические условия, кормовая база, сезон года, лактация и другие [5]. Молоко коров разных пород, при производстве кисломолочных продуктов и сыра, значительно различается по времени свертывания под действием сычужного фермента, нарастанию кислотности, динамике синерезиса, плотности сгустка. Свертывающая способность молока также зависит от целого ряда факторов: количества белка в молоке, его структуры, размера и массы мицелл казеина, температуры и кислотности молока, содержания в нем солей кальция [6].

По данным Т. А. Остроумовой [7], основной структурный компонент белков молока – казеин – имеет четыре основные фракции: αS_1 ; αS_2 ; β и κ . Выделяемый γ -казеин является фрагментом β -казеина. В молоке казеин находится в соединении с кальциевыми солями и образует казеин-кальциево-фосфатный конгломерат (ККФК) в виде мицелл. Мицеллы имеют шарообразную форму диаметром от 0,03 до 0,30 мкм. Установлено, что при уменьшении содержания ионов кальция дисперсность частиц сдвигается в сторону увеличения числа более мелких мицелл, а при увеличении – в сторону увеличения числа субмицелл казеина. При этом чем крупнее мицелла, тем больше в ней содержание фракции α -казеина и, наоборот, если мицелла мельче, в ней больше фракций β - и γ -казеина. Это в определенной степени оказывает значительное влияние на технологических свойствах молока при производстве кисломолочных продуктов и сыра [8].

В научной литературе вопрос структуры белка казеина и влияния отдельных его фракций на технологические свойства молока освещен крайне недостаточно. Среди ученых и практиков нет единого мнения о механизме влияния фракций казеина на формирование казеинового сгустка при воздействии сычужного фермента и причине сычужной «вялости» молока [9].

Цель исследований – улучшение технологических свойств молока коров голштинской породы за счет оптимизации структуры белка казеина.

Задачи исследований – изучить влияние доли фракции γ -казеина в структуре белков на технологические свойства молока.

Материал и методы исследований. Исследования проводили на базе современного, высокотехнологизированного молочного комплекса ООО «Радна» Самарской области на коровах голштинской породы немецкой селекции ($n=50$). Молоко для приготовления сыра брали от коров после третьего отела на 2-3 месяце лактации. Химический анализ образцов молока и сыра проводили в сертифицированной научно-исследовательской лаборатории животноводства ФГБОУ ВО Самарского ГАУ на лицензированном оборудовании по общепринятым методикам. Изучение фракций казеина проводили в аналитической лаборатории аграрного института Мордовского государственного университета имени Н. П. Огарева методом ПЦР. С учетом доли фракции γ -казеина отбирали коров для получения молока для сыра. В молочной лаборатории кафедры «Зоотехния» Самарского ГАУ из молока коров опытных групп были изготовлены сыры типа «Российский» с низкой температурой второго нагревания. Образцы сыра для оценки качества брали после трехмесячного созревания.

Результаты исследований. В исследованиях, направленных на изучение белков молока, Т. А. Остроумова установила, что каждая мицелла казеина состоит из αS_1 -; αS_2 -; β -, κ - и γ -казеинов. От содержания и структуры этих фракций в молоке зависят скорость процесса свертывания, свойства получаемых сгустков. Главной особенностью α - и β -казеинов является способность выпадать в осадок под воздействием ионов кальция, образуя казеиновый сгусток. κ -казеин располагается на поверхности мицеллы и, являясь кальций устойчивой фракцией, выполняет роль защитного коллоида, предотвращая осаждение α - и β -казеинов ионами кальция в свежем молоке. При этом κ -казеин подвержен воздействию сычужного фермента с последующим его гидролизом, что приводит

к потере отрицательного заряда и дестабилизации кальций неустойчивых α - и β -казеинов, составляя основу технологии изготовления сычужных сыров. Особенностью γ -казеинов является то, что под действием сычужного фермента белки этой фракции не выпадают в осадок и остаются в сыворотке. Таким образом, увеличение содержания γ -казеинов в молоке приводит к снижению степени использования белков при производстве молочных продуктов, в основу технологии которых положено сычужное свертывание.

По данным А. С. Карамаевой и др. [9], в зависимости от породных особенностей коров доля в молоке α -казеинов изменяется в пределах 34,3-39,2%, β -казеинов – 28,0-30,5%, κ -казеинов – 6,5-9,3%, γ -казеинов – 3,3-6,8%. На основании этого коровы были разделены на группы с долей фракции γ -казеинов в белках молока от 7% и более до 5,4% и менее (табл. 1).

Таблица 1

Технологические свойства молока при изготовлении сыра

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Продолжительность свертывания сычужным ферментом, мин	41,2±1,6	37,8±1,1	35,4±1,2*	33,7±0,9**	32,3±1,3**
в т.ч. фаза коагуляции	30,9±1,4	28,7±0,8	27,1±0,9*	26,2±1,1*	25,1±0,9**
фаза гелеобразования	10,3±0,9	9,1±0,7	8,3±0,6	7,5±0,8*	7,2±0,5*
Продолжительность обработки сгустка, мин	63,9±2,7	62,4±2,0	61,2±2,3	58,3±1,9	57,4±2,1
Отход сухого вещества в сыворотку, %	57,5±0,9	55,8±0,6	54,3±0,8*	52,7±0,7**	51,9±0,8***
Соотношение фракций сгусток/сыворотка, %	23:77	24:76	26:74	30:70	34:66
Расход цельного молока на получение 1 кг зрелого сыра, кг	14,2±0,31	12,3±0,27***	11,6±0,22***	10,9±0,19***	10,5±0,21***

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,1; *** – P<0,001.

Исследования показали, что по мере снижения доли фракции γ -казеина сокращается продолжительность свертывания молока после воздействия сычужным ферментом на 3,4-8,9 мин (8,3-21,6%; P<0,05-0,01). При этом фаза коагуляции сокращается на 2,2-5,8 мин (7,1-18,8%; P<0,05-0,01), фаза гелеобразования – на 1,2-3,1 мин (11,7-30,1%; P<0,05). В результате формируется более качественный сгусток, и время на его обработку также сокращается на 1,5-6,5 мин (2,3-10,2%). При снижении в молоке доли белков, которые не свертываются под воздействием сычужного фермента (сывороточные белки и фракция γ -казеина), потери сухого вещества при сыроварении снижаются на 1,7-5,6% (P<0,05-0,001). Это очень важно с экономической стороны, так как отражается на себестоимости конечного продукта.

Снижение потерь сухого вещества молока с сывороткой обеспечивает увеличение выхода казеинового сгустка на 4,3-47,8%. В результате расход цельного молока на производство 1 кг зрелого сыра снижается на 1,9-3,7 кг (13,4-26,1%; P<0,001).

Улучшение технологических свойств молока по мере снижения в структуре белков фракции γ -казеина способствует повышению качества казеинового сгустка, который является основным сырьем для приготовления сыра (табл. 2).

Таблица 2

Качество казеинового сгустка в зависимости от доли γ -казеина в структуре белков молока

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Поголовье коров, гол.	3	5	9	19	14
Состояние казеинового сгустка, % коров:					
плотный	-	-	-	10,5	21,4
рыхлый	-	20,0	33,3	42,2	57,2
дряблый	33,3	40,0	44,4	36,8	21,4
не свернувшийся	66,7	40,0	22,2	10,5	-
Плотность казеинового сгустка, с/см ²	1,45±0,04	1,67±0,05***	1,84±0,04***	2,12±0,06***	2,46±0,08***
Влагоудерживающая способность сгустка, %	39,8±0,37	42,5±0,39**	49,3±0,42***	52,6±0,34***	56,4±0,31***

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,1; *** – P<0,001.

В результате исследований установлено, что молоко с долей фракции γ -казеина 7% непригодно для сыроделия, так как 33,3% образцов имели дряблый сгусток, а 66,7% образцов – не свернулось под действием стандартного сычужного фермента. При уменьшении доли фракции γ -казеина до 6,9-6,5%, молоко 20% коров группы можно считать условно пригодным для сыроделия, а при уменьшении доли фракции γ -казеина до 6,4-6,0% – молоко 33,3% коров группы.

Условно – значит можно производить все виды сыров, кроме сыров твердых сортов. При дальнейшем уменьшении доли фракции γ -казеина до 5,9-5,5% и 5,4% и менее в группах отмечено соответственно 10,5 и 21,4% коров, молоко которых件годно для сыроделия, и 42,2-57,2% коров, молоко которых условно件годно для сыроделия.

Более объективную характеристику качества казеинового сгустка дают лабораторные исследования его плотности. В соответствии с техническими условиями плотность сгустка при производстве твердых сортов сыра должна быть 2,7-3,5 г/см². В данном случае молоко коров ни одной из опытных групп непригодно для производства твердых сортов сыра. Показатель плотности казеинового сгустка из молока коров голштинской породы оказался ниже минимально допустимого порога согласно технических условий на 1,25-0,24 г/см² (46,3-8,9%; $P < 0,001-0,01$). При этом следует отметить, что снижение доли фракции γ -казеина в белках молока сопровождается повышением плотности казеинового сгустка на 0,22-1,01 г/см² (15,2-69,7%; $P < 0,001$).

Более плотная консистенция казеинового сгустка, обусловленная лучшим сцеплением мицелл при образовании казеин-кальциево-фосфорного конгломерата под воздействием сычужного фермента, лучше удерживает влагу и все составные части сухого вещества молока, повышая тем самым выход готового продукта. При снижении доли фракции γ -казеина влагоудерживающая способность сгустка повысилась на 2,7-16,6% ($P < 0,01-0,001$).

Физико-химические свойства казеинового сгустка значительно повлияли на качество сыра, изготовленного из молока подопытных коров (табл. 3).

Таблица 3

Качество сыра

Показатель	Доля фракции γ -казеина, %				
	7 и более	6,9-6,5	6,4-6,0	5,9-5,5	5,4 и менее
Массовая доля воды, %	49,8±0,32	48,7±0,30*	47,6±0,25***	46,5±0,31***	45,2±0,27***
Массовая доля сухого вещества, %	50,2±0,44	51,3±0,38	52,4±0,43*	53,5±0,46***	54,8±0,33***
Массовая доля жира, %	27,2±0,26	27,5±0,29	27,9±0,33	28,2±0,30*	28,6±0,21***
Массовая доля белка, %	19,1±0,22	19,5±0,31	19,8±0,29	20,3±0,24**	20,8±0,19***
Массовая доля органических кислот, %	1,5±0,10	1,8±0,05*	2,0±0,06**	2,1±0,08***	2,2±0,05***
Массовая доля золы, %	2,4±0,03	2,5±0,04	2,7±0,02***	2,9±0,03***	3,2±0,02***
Содержание кальция, мг/100 г	867,5±63,0	879,6±56,2	910,3±54,1	923,4±58,5	931,9±52,7
Содержание фосфора, мг/100 г	573,4±34,2	588,3±35,1	608,1±29,6	619,8±30,4	627,6±26,3
Кислотность, °Т	276,7±3,1	269,8±3,4*	260,3±2,9**	246,7±3,1***	231,5±2,7***
pH	4,95±0,05	4,98±0,03	5,10±0,03*	5,18±0,04***	5,23±0,02***
Степень зрелости по Шиловичу, °Ш	96,9±7,3	101,5±6,9	106,3±7,4	116,4±6,0*	124,6±5,6**

Примечание: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,1$; *** – $P < 0,001$.

В связи с тем, что в процессе приготовления сыра, по мере уменьшения доли фракции γ -казеина в белках молока, уменьшались потери компонентов сухого вещества с сывороткой и повышалась влагоудерживающая способность сгустка, массовая доля сухого вещества в готовом сыре повышалась на 1,1-4,6% ($P < 0,05-0,001$), жира – на 0,3-1,4% ($P < 0,05-0,001$), белка – на 0,4-1,7% ($P < 0,01-0,001$), золы – на 0,1-0,8% ($P < 0,001$), массовая доля органических кислот – на 0,3-0,7% ($P < 0,05-0,001$). Оптимальное содержание органических кислот в твердых сортах сыра должно быть 3,1-3,5%, что придает им яркий, характерный аромат и высокие вкусовые качества. В опытных образцах сыра массовая доля органических кислот была в пределах 1,5-2,2%, что ниже минимального порога, предусмотренного техническими условиями на 1,6-0,9%.

Процесс созревания сыра представляет собой ферментативно-микробиологический процесс, в результате которого все компоненты молока претерпевают биохимические изменения. Под воздействием микрофлоры молочный сахар сбраживается с образованием молочной, уксусной и пропионовой кислот. При этом кислотность сырной массы не должна превышать 220°Т, а pH зрелого

сыра быть в пределах 5,35-5,50. В опытных образцах титруемая кислотность была выше оптимальной нормы соответственно на 56,7-11,5°Т (25,8-5,2%), активная кислотность, наоборот, ниже – на 0,4-0,12 (7,5-2,2%).

При повышении кислотности в процессе созревания сыра большая часть бактерий отмирает, и освобождаются их эндоферменты. Совместное воздействие на сырную массу сычужного фермента и эндоферментов бактерий приводит к расщеплению более 60% белка. Степень зрелости сыра, по методике Шиловича, выражает отношение расщепленного азота к 100 частям общего азота. Установлено, что по мере уменьшения в белках молока доли фракции γ -казеина, степень зрелости сыра повышается на 4,6-27,7°Ш (4,7-28,6%).

Заключение. В связи с тем, что белки фракции γ -казеина не свертываются под воздействием сычужного фермента, их количество в структуре белков оказывает значительное влияние на сыропригодность молока, его технологические свойства и качество сыра. Установлено, что молоко только 28% коров из группы подопытных животных было пригодно для производства сыров твердых сортов. При этом, из 14 голов в группе, 3 коровы (21,4%) имели молоко, дающее при обработке сычужным ферментом плотный сгусток, пригодный для сыроделия, и 8 коров (57,2%) – молоко, образующее рыхлый сгусток, пригодный для сыроделия. Таким образом, только из молока коров пятой группы, с долей фракции γ -казеина в структуре белков 5,4% и менее, были получены сыры, наиболее соответствующие качественным показателям сыра типа «Российский».

Библиографический список

1. Шаповалов, С. О. Белковость и сыропригодность молока коров разных пород / С. О. Шаповалов // Вестник Полтавской государственной аграрной академии. – 2012. – №4. – С. 56-61.
2. Шемшидин, Э. С. Влияние различных паратипических факторов на молочную продуктивность айрширской породы разного производственного типа / Э. С. Шемшидин, С. К. Абдугалиев, Б. С. Жамалов // Животноводство и кормопроизводство : материалы международной научно-практической конференции . – Алматы. – 2013. – Т. 1. – С. 118-120.
3. Кузнецов, А. О. Технологические свойства молока коров / А. О. Кузнецов, С. Кузнецов // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – №2. – С. 5-7.
4. Шингарева, Т. В. Влияние сыропригодности молока на качество сыра / Т. В. Шингарева // Продукт ВУ. – 2014. – №13(139). – С. 53-59.
5. Карамаев, С. В. Технологические свойства молока коров молочных пород в зависимости от сезона отела : монография / С. В. Карамаев, А. С. Карамаева, Н. В. Соболева. – Кинель : РИО СГСХА, 2016. – 181 с.
6. Выдрина, Н. В. Тенденция развития новых технологий производства сыра / Н. В. Выдрина, Н. Б. Губер // Молодой ученый. – 2014. – №10. – С. 130-133.
7. Остроумова, Т. А. Химия и физика молока : монография / Т. А. Остроумова. – Воронеж : Воронежский ГУИТ, 2014. – 196 с.
8. Карамаева, А. С. Влияние породы на сыропригодность молока и качество сыра / А. С. Карамаева, Н. В. Соболева, С. В. Карамаев // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №5. – С. 34-38.
9. Соболева, Н. В. Качество сыра, приготовленного из молока коров с разным содержанием казеина / Н. В. Соболева, Л. Н. Бакаева, С. В. Карамаев, А. С. Карамаева // Известия Оренбургского ГАУ. – 2016. – №6(62). – С. 160-162.

References

1. Shapovalov, S. O. (2012). Belkovost i siroprigodnost moloka korov raznikh porod [Protein content and cheese making from milk of different breeds]. *Vestnik Poltavskoi gosudarstvennoi agrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava state agrarian Academy*, 4, 56-61 [in Russian].
2. Shemshidin, E. S., Abdugaliyev, S. K., & Zhamalov, B. S. (2013). Vliianie razlichnikh paratipicheskikh faktorov na molochnuui produktivnost airshirskoi porody raznogo proizvodstvennogo tipa [Influence of various paratypical factors on the milk productivity of Ayrshire breeds of different production types]. *Animal husbandry and feed production '13: materiali Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii – materials of the International scientific and practical conference*. (pp. 118-120). Almaty [in Russian].
3. Kuznetsov, A. O., & Kuznetsov, S. (2010). Tekhnologicheskie svoistva moloka korov [Technological properties of cow milk]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 2, 5-7 [in Russian].
4. Shingareva, T. V. (2014). Vliianie siroprigodnosti moloka na kachestvo sira [Influence of milk on cheese making and its quality]. *Produkt BY – Product BY*, 13(139), 53-59 [in Russian].

5. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S., & Soboleva, N. V. (2016). Tekhnologicheskie svoistva moloka korov molochnykh porod v zavisimosti ot sezona otela [Milk handling of dairying animal depending on the calving season]. Kinel: PC Samara SAA [in Russian].
6. Vydrina, N. V., & Guber, N. B. (2014). Tendenciia razvitiia novikh tekhnologii proizvodstva sira [Trend in the development of new technologies for cheese production]. *Molodoi uchenyi – Young Scientist*, 10, 130-133 [in Russian].
7. Ostroumova, T. A. (2014). Himiia i fizika moloka [Chemistry and physics of milk]. Voronezh: Voronezh SUET [in Russian].
8. Karamaeva, A. S., Soboleva, N. V., & Karamaev, S. V. (2018). Vliianie porodi na siroprigodnost moloka i kachestvo sira [Influence of breed milk on cheese making and its quality]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 5, 34-38 [in Russian].
9. Soboleva, N. V., Bakaeva, L. N., Karamaev, S. V., & Karamaeva, A. S. (2016). Kachestvo sira, prigotovlennogo iz moloka korov s raznim sodержaniem kazeina [Quality of cheese made from milk with different casein content]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 6(62), 160-162 [in Russian].

Содержание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Долженко Д. О. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН), Калякулина И. А. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН), Бишарев А. А. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН), Дворцова Т. В. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН) Создание засухоустойчивого сорта ярового ячменя для степной зоны Среднего Поволжья.....	3
Максютов Н. А. (ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»), Зоров А. А. (ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»), Скороходов В. Ю. (ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»), Митрофанов Д. В. (ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук») Влияние погодных условий на урожайность полевых культур в степной зоне Оренбуржья.....	8
Сухоруков А. Ф. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН), Сухоруков А. А. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН) Исследование сортообразцов озимой пшеницы коллекции ВИР на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья.....	17
Лупова Е. И. (ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»), Наумцева К. В. (ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»), Виноградов Д. В. (ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева») Влияние различных уровней минерального питания на урожайность масличных культур.....	23
Джангабаев Б. Ж. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН) Влияние современных технологий возделывания полевых культур на эффективное плодородие чернозема обыкновенного.....	29
Менибаев А. И. (Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН) Оценка сортов яровой мягкой пшеницы на адаптивность в условиях Самарской области.....	36

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Потапов М. А. (ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»), Фролов Д. И. (ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»), Курочкин А. А. (ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет») Оптимизация количества отверстий в матрице одношнекового экструдера для переработки птичьего помета.....	42
Фудин К. П. (ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»), Коновалов В. В. (ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»), Терюшков В. П. (ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ) К определению мощности привода барабанного смесителя.....	48

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Соболева Н. В. (ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»), Карамаев С. В. (ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»), Карамаева А. С. (ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет») Влияние массовой доли фракции γ -казеина в общей структуре белков на химический состав молока.....	56
Фаттахова З. Ф. (Татарский НИИ сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук»), Шакиров Ш. К. (Татарский НИИ сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр Российской академии наук»), Шарафутдинов Г. С. (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ), Хакимов И. Н. (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ) Биохимические показатели сенажа люцернового в разные сроки хранения при использовании биологических консервантов.....	61
Соболева Н. В. (ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»), Карамаева А. С. (ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»), Карамаев С. В. (ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет») Технологические свойства молока с разной долей фракции γ -казеина в структуре белков.....	66

Contents

AGRICULTURE

<i>Dolzhenko D. O. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences), Kaliakulina I. A. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences), Bisharev A. A. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences), Dvortcova T. V. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences)</i> Development of a drought-resistant cultivar of spring barley for the steppe zone of the Middle Volga region.....	3
<i>Maksyutov N. A. (Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences»), Zorov A. A. (Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences»), Skorokhodov V. Yu. (Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences»), Mitrofanov D. V. (Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences»)</i> Weather condition affect on arable crops in the steppe zone of Orenburg region.....	8
<i>Sukhorukov A. F. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences), Sukhorukov A. A. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences)</i> Xerophytism study of winter wheat varieties contained in collections in All-Russian institute of plant breeding in the Middle Volga region.....	17
<i>Lupova E. I. (FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University Named After P. A. Kostychev), Naumtseva K. V. (FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev), Vinogradov D.V. (FSBEI HE Ryazan State Agrotechnological University Named After P. A. Kostychev)</i> Influence of mineral nutrition at different levels on the yield of oilseed.....	23
<i>Dzhangabaev B. Zh. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences)</i> Influence of modern technologies on cultivation of arable and green crops on the effective fertility of ordinary chernozem.....	29
<i>Menibayev A. I. (Samara Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of Samara Research Center of Russian Academy of Sciences)</i> Adaptability assessment of spring soft wheat varieties in the conditions of the Samara region.....	36

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Potapov M. A. (FSBEI HE Penza State Technological University), Frolov D. I. (FSBEI HE Penza State Technological University), Kurochkin A. A. (FSBEI HE Penza State Technological University)</i> Optimization of holes in the matrix of a single-screw extruder for processing of poultry manure.....	42
<i>Fudin K. P. (FSBEI HE «Penza State Technological University»), Kononov V. V. (FSBEI HE «Penza State Technological University»), Teryushkov V. P. (FSBEI HE Penza SAU)</i> Determination of the rotary drum mixer drive power.....	48

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Soboleva N. V. (FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»), Karamayev S. V. (FSBEI HE «Samara State Agrarian University»), Karamayeva A. S. (FSBEI HE «Samara State Agrarian University»)</i> Influence of γ -casein fraction within total proteins amount on milk chemical composition.....	56
<i>Fattakhova Z. F. (Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»), Shakirov Sh. K. (Tatar Research Institute of Agriculture – a separate structural division of the Federal Research Center «Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»), Sharafutdinov G. S. (FSBEI HE Kazan State Agrarian University), Khakimov I. N. (FSBEI HE Samara State Agrarian University)</i> Alfalfa haylage biochemical indicators with biological preservatives in different storage time.....	61
<i>Soboleva N. V. (FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»), Karamayeva A. S. (FSBEI HE «Samara State Agrarian University»), Karamayev S. V. (FSBEI HE «Samara State Agrarian University»)</i> Milk handling with different γ -casein content in protein structure.....	66

Информация для авторов

Самарская государственная сельскохозяйственная академия предлагает всем желающим аспирантам, преподавателям, научным работникам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии», который включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

К публикации в журнале принимаются собственные новые, не опубликованные ранее основные научные результаты по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым присуждаются ученые степени:

- 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки),
- 05.20.03 – технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки),
- 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.04 – агрохимия (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.01.07 – защита растений (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные, биологические науки),
- 06.02.06 – ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных (ветеринарные, биологические, сельскохозяйственные науки),
- 06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов (сельскохозяйственные, биологические науки),
- 06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные, биологические науки).

Индекс в каталоге Агентства «РОСПЕЧАТЬ» – 84460.

Периодичность выхода – 4 раза в год.

Адрес редакции: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608), E-mail: ssaariz@mail.ru

Требования к оформлению статей

Статьи представляются в редакционно-издательский отдел на русском языке в электронном виде (E-mail: ssaariz@mail.ru). Статья набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими параметрами страницы. Поля: верхнее – 2 см, левое – 3 см, нижнее – 2,22 см, правое – 1,5 см. Размер бумаги А4. Стиль обычный. Шрифт – Arial Narrow. Размер – 13, межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный, режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,27 см). Слева без абзаца УДК или ББК, пропущенная строка – название статьи (жирным 14 размер), пропущенная строка – ФИО, место работы, ученая степень, ученое звание, должность, контактные телефоны с указанием кода, почтового и электронного адресов, затем пропущенная строка – ключевые слова (3-5 слов), пропущенная строка – реферат на статью, средний объем 2000 символов (200-250 слов), 12 размер, интервал одинарный (**не следует начинать реферат с повторения названия статьи; необходимо осветить цель, методы, результаты, желательно с приведением количественных данных, четко сформулировать выводы; не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и предложений**). Пропущенная строка, затем текст статьи (размер шрифта – 13). Текст публикуемого материала должен быть изложен лаконичным, ясным языком. **В начале статьи следует кратко сформулировать проблематику исследования (актуальность), затем изложить цель исследования, задачи данной работы, в конце статьи – полученные научные результаты с указанием их прикладного характера.**

В конце статьи на **АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ** указывают ФИО, место работы, ученую степень, ученое звание, должность, контактные телефоны с кодом, почтовый и электронный адрес, название статьи, ключевые слова, реферат и библиографический список.

В тексте могут быть таблицы и рисунки, таблицы создавать в WORD. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы набирать без пропусков по центру. Рисунки и графики только штриховые без полутонов и заливки цветом, подрисовочные надписи выравнивать по центру. Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком.

Объем рукописи 7-10 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки

(не более трех), таблицы должны иметь тематический заголовок, рисунки должны быть сгруппированы. Заголовок статьи не должен содержать более 70 знаков.

Библиографический список оформлять по ГОСТ 7.1-2003 (*7-10 источников не старше 10 лет*), по тексту статьи должны быть ссылки на используемую литературу (в квадратных скобках), **НЕ ДОПУСКАЮТСЯ ССЫЛКИ НА УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ.**

В конце статьи необходимо указать, какой научной специальности и отрасли науки соответствуют представленные в ней научные результаты.

Статья подписывается автором и научным руководителем (для аспирантов), прикладываются две внешние рецензии специалистов по данной тематике (доктора наук или профессора), гарантийное письмо и ксерокопия абонемента на полугодовую подписку журнала в соответствии с количеством заявленных авторов. Представляется в РИО в установленные сроки. За содержание статьи (точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных) ответственность несет автор (авторы). Материалы, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются.

Текст статьи проверяется на дублирование, заимствование, уникальность должна быть не ниже 90%. В случае обнаружения некорректных заимствований и сомнительного авторства будет проведена процедура ретрагирования. При повторном выявлении таких случаев будет отказано в рассмотрении работ авторов в течение 2 лет и доведено до сведения руководителя организации, где работает автор.

Поступившие в редакцию материалы проходят экспертную оценку. В случае отрицательной рецензии статья с рецензией возвращается автору. Отклоненная статья может быть повторно представлена в редакцию после доработки по замечаниям рецензентов. Принятые к публикации или отклоненные редакцией рукописи авторам не возвращаются.

Образец оформления статьи

УДК 633.152.47

КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА И ОБРАБОТКИ ГЕРБИЦИДАМИ

Куконкова Анастасия Александровна, аспирант кафедры «Технология хранения и переработка сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия».

603107 г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

Терехов Михаил Борисович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Технология хранения и переработка сельскохозяйственной продукции», ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия».

603107 г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

Ключевые слова: тритикале, натура, стекловидность, белок, гербициды.

Цель исследований – улучшить качество зерна ярового тритикале. Опыт закладывался по двухфакторной схеме в 4-кратной повторности. Изучено качество зерна ярового тритикале в зависимости от норм высева и обработки гербицидами (Магnum + Дикамерон Гранд). Посевной материал – яровой тритикале сорта Ульяна. Качество зерна зерновых культур оценивали рядом показателей, которые в совокупности характеризуют его физико-химические, пищевые и технологические свойства. Основные физические показатели качества зерна натура и стекловидность. Максимальными значениями натуре характеризовалось зерно, полученное в 2007 г. Натура зерна в условиях данного года варьировала от 715 до 716 г/л на вариантах без обработки и от 714 до 716 г/л – на вариантах с обработкой гербицидами. Во все годы исследований стекловидность зерна ярового тритикале в вариантах, обработанных гербицидом, была выше, относительно таковых, необработанных гербицидом. Содержание белка в зерне варьировало от 13,1 до 13,9% на вариантах, необработанных гербицидом, и от 13,7 до 14,7% – на вариантах, обработанных гербицидом. В среднем за 3 года величина валового сбора на вариантах без гербицидов составляла 372,3-437,9 кг/га, а на вариантах с обработкой посевов гербицидами – 505,1-553,5 кг/га. Максимальный валовый сбор белка с гектара был получен в 2008 г. Самым низким валовым сбором белка характеризовался 2007 г. Установлено, что качество зерна ярового тритикале зависело от нормы высева и обработки посевов гербицидами.

Эффективность любого агротехнического приема получения высоких урожаев тритикале подтверждает необходимость применения оптимальных норм высева, обработки гербицидами, и действия на качество получаемой продукции [2].

Цель исследований – улучшить качество зерна ярового тритикале.

Задача исследований – определить оптимальные нормы высева и изучить зависимость от обработки гербицидами.

Материалы и методы исследований. Продолжение текста статьи....

Результаты исследований. Продолжение текста статьи....

Заключение. Продолжение текста статьи....

Библиографический список

1. Алещенко, А. М. Оценка исходного материала для селекции яровых форм тритикале в условиях ЦЧР // Достижения аграрной науки в начале XXI века. – Волгоград ; Воронеж, 2010. – С. 227-231.
2. Булавина, Т. М. О влиянии агробиологических факторов на содержание белка в зерне ярового тритикале // Почвенные исследования и применение удобрений : сб. науч. тр. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2007. – Вып. 27. – С. 183-189.
3. Булавина, Т. М. Основные факторы, определяющие содержание белка в зерне озимого тритикале // Наука – сельскохозяйственному производству и образованию. – Смоленск, 2010. – С. 45-47.
- ...
7. Пшеничко, Н. М. Влияние нормы высева на урожайность и качество зерна ярового тритикале / Н. М. Пшеничко, В. С. Тоцев // Совершенствование технологий производства и повышение качества продуктивности растениеводства. – Нижний Новгород, 2010. – С. 28-30.

UDK 633.152.47

THE QUALITY OF SPRING TRITICALE GRAIN DEPENDING ON SOWING NORM AND PROCESSING BY HERBICIDES

Kukonkova A. A., graduate student of the department «Technology of storage and processing of agricultural products», State educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Agricultural Academy».

603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

Terehov M. B., dr. agricultural sciences, prof., head of the department «Technology of storage and processing of agricultural products», «State educational institution of higher education «Nizhny Novgorod State Agricultural Academy».

603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97.

E-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru

Keywords: triticale, nature, vitreous, protein, herbicides.

The purpose of the study – to improve the quality of grain of spring Triticale. The Experience was conducted within two-factor scheme in 4 replicates. The quality of grain of spring Triticale has been studied depending on seeding rates and herbicide treatment (Magnum + Dikameron Grand). Seed material – spring Triticale variety – Ulyana. The quality of grain crops was estimated by a number of indicators that jointly characterize its physical-chemical, nutritional and technological properties. The basic physical parameters of grain quality – nature and glassy. Grain obtained in 2007 has been characterized by Maximum values of nature. Grain nature of the current year ranged from 715 to 716 g/l for versions without herbicide treatment and from 714 to 716 g/l – for versions with herbicide treatment. In every experiment year herbicide treated spring Triticale grain glassiness was higher relative to that of untreated herbicide. The protein content in grain (average for 3 years) ranged from 13.1 to 13.9% for trials untreated herbicide and from 13.7 to 14.7% – by trials with herbicide treatment. The average 3-year value of total yield for treatments without herbicides was 372.3-437.9 kg/ha, and on the options to the processing of crops with herbicides – 505.1-553.5 kg/ha. The maximum total yield of protein per hectare was obtained in 2008 The lowest gross protein was characterized in 2007 found that the quality of grain of spring Triticale has been dependent on a seeding rate and herbicides application on seeded crops.

Bibliography

1. Aleshchenko, A. M. Evaluation of starting material for selection of spring triticale forms in the Central chernozemic area // Achievements of agricultural science in the beginning of the XXI century. – Volgograd ; Voronezh, 2010. – P. 227-231.
2. Bulavina, T. M. Agro-biological factors impact on spring triticale grain protein content // Soil research and fertilizers application : collection of scientific papers. – Minsk : Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Belarus NAS. – 2007. – Vol. 27. – P. 183-189.
3. Bulavina, T. M. Key factors determining protein content in the winter triticale grain // Science to agricultural production and education. – Smolensk, 2009. – P. 45-47.
- ...
7. Pshenichko, N. M. Seeding rate effect on spring triticale yield and grain quality / N. M. Pshenichko, V. S. Toshev // Production technologies and crop productivity improvement. – Nizhny Novgorod, 2008. – P. 28-30.

Убедительно просим проверять текст на наличие орфографических и синтаксических ошибок.