



НИИСХ Юго-Востока

Аграрный вестник Юго-Востока

Всероссийский научно-практический журнал

№ 3 (23), 2019



ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК ЮГО-ВОСТОКА»

Цели издания журнала:

- публикация результатов научно-исследовательских работ, теоретических и экспериментальных исследований, выполняемых в научно-исследовательских институтах сельского хозяйства, в учреждениях Российской Академии наук, на предприятиях, высших учебных заведениях, в российских организациях и за рубежом, а также результатов исследований, выполненных по личной инициативе авторов;
- публикация статей, освещающих современное состояние отдельных проблем и достижения сельскохозяйственной науки;
- публикация материалов научных конференций, симпозиумов, совещаний и информации о российских и зарубежных научных школах;
- освещение результатов внедрения в производство научных работ, передового отечественного и зарубежного опыта.

Рекомендуемые научные направления статей для опубликования в журнале: селекция и семеноводство, защита растений, технологии, земледелие, механизация, почвоведение, экология, животноводство, экономика и др.

В научно-практическом журнале «Аграрный Вестник Юго-Востока» будут публиковаться оригинальные и научно-практические статьи (экспериментальные, методические, рекомендательные), аналитические обзоры, рецензии, хроники, персоналии, интервью и другая информация, в том числе рекламного характера.

В статье должно быть кратко изложено состояние дел по изучаемой проблеме со ссылками на публикации. В экспериментальных статьях должны быть указаны цели, задачи, условия и методы исследований. Подробно представлены результаты экспериментов и их анализ. Сделаны выводы и даны предложения производству. В статье следует по возможности выделять следующие блоки: введение; цель и задачи исследований; усло-

вия, материалы и методы исследований; результаты исследований; выводы.

Вместе со статьей должны быть представлены на русском и английском языках: название статьи, фамилии авторов, место работы авторов, аннотация, ключевые слова. Кроме того, необходимо указать код УДК и e-mail.

В тексте ссылка на источник отмечается соответствующей цифрой в квадратных скобках. В списке литературы приводятся только те источники, на которые есть ссылка в тексте. Использование цитат без указания источника информации запрещается. Список литературы нумеруется в порядке упоминания ссылок в тексте и оформляется в виде списка в соответствии с ГОСТ Р7.0.5-2008. Объем публикации 5–20 страниц.

Требования для текстов:

Файл должен быть только в форматах *.doc, *.docx.

Текст набирается шрифтами Times или Arial, 14 кеглем, без абзацных отступов и переносов, полуторный интервал.

Таблицы можно делать в Word'e или Excel'e, инфографику - в Excel'e.

Фотографии предоставляются в формате *.jpg, разрешение для черно-белых – 200 dpi, для цветных – 300 dpi.

Статьи принимаются в электронном виде по адресу: raiser_saratov@mail.ru или akinina_victoria@mail.ru

Сайт журнала в Интернете: <http://www.arisersar.ru/agrovestnik.html>.

Стоимость публикации составляет 200 руб. за страницу. После рецензирования и проверки статьи на плагиат будет приниматься решение о возможности публикации. Автору будет выслан договор со всеми необходимыми реквизитами. Плата с аспирантов за публикацию не взимается.

Несоответствие статьи по одному из перечисленных пунктов может служить основанием для отказа в публикации.



Аграрный вестник Юго-Востока

№ 3 (23)
2019 г.

Всероссийский научно-практический журнал

ISSN 2075-4221

**Учредитель –
ФГБНУ «НИИСХ
Юго-Востока»**

Главный редактор
Гапонов Сергей Николаевич

Заместитель главного редактора
Эльконин Лев Александрович

Ответственный секретарь
Акинина Виктория Николаевна

Редакционная коллегия
Беляков Александр Михайлович
Вислобокова Людмила Николаевна
Голубев Алексей Валерианович
Крупнов Василий Ананьевич
Костюнина Ольга Васильевна
Медведев Иван Филиппович
Михайлин Николай Васильевич
Немцев Сергей Николаевич
Румянцев Александр Васильевич
Сибикеев Сергей Николаевич
Смирнов Александр Алексеевич
Столповский Юрий Анатольевич
Шевченко Сергей Николаевич

Выпускающий редактор
Рязанов Владимир Васильевич

Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Научно-исследовательский
институт сельского хозяйства
Юго-Востока»

410010 г. Саратов, ул. Тулайкова, 7
Тел./факс (8452) 64-76-88
E-mail: raiser_saratov@mail.ru
Сайт: arisersar.ru

Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИН № ФС77-37747 от 7 октября 2009 г.

Отпечатано в типографии ООО «Ракурс»
410012 Саратов, ул. Ак. Навашина, 40/1,
кв. 58. Тираж 100 экз. Заказ

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка главного редактора..... 3

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

С. Н. Гапонов, Г. И. Шутарева, Н. М. Цетва, И. С. Цетва, А. Ю. Архипов, И. В. Милованов, Н. А. Бурмистров 35 лет научной деятельности лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы: результаты и перспективы..... 4

А. Е. Дружин, С. Н. Сибикеев, Е. И. Гульятеева, О. А. Баранова, Л. В. Андреева, Т. Д. Голубева, Т. В. Калининцева Изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у линий яровой мягкой пшеницы, созданных с участием синтетических форм пшеницы 7

А. В. Калинина, Ю. В. Даштоян Влияние осмотического стресса на рост проростков яровой мягкой пшеницы..... 10

О. П. Кибальник Параметры адаптивности гибридов F1 зернового сорго на основе А3, А4 и 9Е типов стерильности 13

О. В. Крупнова Микрометоды оценки качества зерна мягкой и твердой пшеницы: седиментационный тест 17

С. П. Кудряшов, А. Ю. Буенков, Е. А. Константинова, В. Н. Чехонин, Л. В. Солопченко, О. А. Полевая, А. Л. Никулин, В. Н. Архангельский, А. С. Сонников Окраска язычковых цветков подсолнечника – один из основных элементов декоративных сортов и гибридов..... 22

ЭКОЛОГИЯ И ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

А. В. Гостев, А. И. Пыхтин Программное обеспечение адаптивного подбора сортов и гибридов зерновых культур 25

Л. Б. Сайфуллина, З. М. Азизов, А. Д. Заворотина, И. Г. Имашев, Н. В. Алманова Влияние агротехнологий на формирование урожая сортов озимой пшеницы в 2019 году 28

ЖИВОТНОВОДСТВО

А. В. Дорофеева, Е. Г. Самандеева Оценка двигательных качеств молодняка траккененской и ганноверской пород как один из методов отбора лошадей для выездки 35

А. В. Дубровин, Д. В. Соколов Характеристика производящего состава лошадей новоалтайской породы в КФХ Адарова А. И. (Республика Алтай) 38

ЮБИЛЕИ

К 80-летию И. Ф. Медведева 41

К 55-летию С. Н. Замыгина 42

КОРОТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Основные события, цифры и факты научно-производственной деятельности НИИСХ Юго-Востока (Дайджест–2019) 43

В. В. Рязанов Соя – рост производства на базе передовых технологий..... 47



Agrarian Reporter of South-East

№ 3 (23)
2019

All-Russian Scientific and Practical Magazine

ISSN 2075-4221

Founder –
Federal State-Financed
Scientific Institution
«Agricultural research institute
for South-East Regions»

Chief editor
Gaponov Sergey Nikolaevich

Depure chief editor
Elkonin Lev Alexandrovich

Responsible board
Akinina Victoria Nikolaevna

Editorial board
Belyakov Alexander Mikhailovich
Golubev Aleksey Valerianovich
Kostyunina Olga Vasilievna
Krupnov Vasily Ananievich
Medvedev Ivan Philippovich
Nemtsev Sergey Nikolaevich
Rumyantsev Alexander Vasilievich
Shevchenko Sergey Nikolaevich
Sibikev Sergey Nikolaevich
Smirnov Alexander Alekseyevich
Stolpovsky Yury Anatolevich
Vislobokova Lyudmila Nikolaevna

Literary version
Ryazanov Vladimir Vasilievich

Federal State-Financed
Scientific Institution
«Agricultural research institute
of South-East Region»
Russia, 410010 Saratov,
Tulaikova str., 7
Tel./fax: 007 8452 64 76 88
E-mail: raiser_saratov@mail.ru
Сайт: arisersar.ru

CONTENTS

Chief Editor's Column 3

BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

S. N. Gaponov, G. I. Shutareva, N. M. Tsetva, I. S. Tsetva, A. Yu. Arkhipov, V. I. Milovanov, N. A. Burmistrov 35 years of scientific activity of the laboratory of selection of spring durum wheat: results and prospects 4

A. E. Druzhin, S. N. Sibikeev, E. I. Gulyaeva, O. A. Baranova, L. B. Andreeva, T. D. Golubeva, T. V. Kalintseva Study of agronomic valuable and adaptive traits in spring bread wheat lines produced with the participation of synthetic forms of wheat 7

A. V. Kalinina, I. V. Dashtoiyan Effect of osmotic stress on the seedlings growth spring bread wheat (*T. aestivum* L.) 10

O. P. Kibalnik Adaptivity parameters of grain sorghy hybrids F1 on the basis of A3, A4 and 9E types of sterility 13

O. V. Krupnova Micromethods for assessing the quality of grain of bread and durum wheat: sedimentation test 17

S. P. Kudryashov, A. U. Buenkov, E. A. Konstantinova, V. N. Chehonin, L. V. Solopchenko, O. A. Polevaya, A. L. Nikulin, V. N. Arhangelsky, A. S. Sonnikov Coloring reed flowers of sunflower is one of the main elements of decorative varieties and hybrids 22

ECOLOGY AND AGRICULTURE

A. V. Gostev, A. I. Pykhtin Adaptive selection software grain varieties and hybrids 25

L. B. Saifullina, Z. M. Azizov, A. D. Zavorotina, I. G. Imashev, N. V. Almanova The impact of agricultural technologies on the formation of the yield of winter wheat varieties in 2019 28

ANIMAL BREEDING

A. V. Dorofeeva, E. G. Samandeeva Evaluation of motor qualities of young horses of trakehner and hanoverian breeds as one of the methods of selection of horses for dressage 35

A. V. Dubrovin, D. V. Sokolov Characteristics of studstock of novoaltaiskaya breed of horses of the farm of Adarov A. I. (the Altai Republic) 38

ANNIVERSARIES

To the 80th anniversary of I. F. Medvedev 41

To the 55th anniversary of S. N. Zamygin 42

SHORT MESSAGES

Key events, figures and facts of the scientific and production activities of the Agricultural Research Institute of South-East Region (Digest-2019) 43

V. V. Ryazanov Soybeans – production growth based on advanced technologies 47

Уважаемые коллеги!

Начну с главного. В 2019 году мы приступили к практической реализации проекта по созданию на базе нашего института Федерального аграрного научного центра (ФАНЦ) Юго-Востока. Таким образом, многолетняя работа коллектива НИИСХ Юго-Востока в рамках реформы академической науки выходит на финишную прямую.

На сегодняшний день первый этап – включение в состав института в качестве филиалов Ершовской и Краснокутской опытных станций – находится в стадии завершения. Состоялись комиссионные выезды на места, намечена работа, которая будет проведена в ближайшее время, чтобы выйти на оформление нового юридического лица – Федерального аграрного научного центра Юго-Востока.

Принципиально то, что нам удалось сохранить в названии ФАНЦ важную составляющую – «Юго-Восток». Это название, как говорится, на слуху – это наша визитная карточка в научном сообществе, бренд региона, который знают и в Саратове, и в стране, и за рубежом.

Что касается второго этапа создания ФАНЦ, связанного с включением в состав центра входивших ранее в систему института ФГУПов «Красавский», «Солянский», «Ершовский» и Аркадакской СХОС, то его выполнение намечено на следующий год. Это стандартная процедура, по которой в системе РАН уже созданы аналогичные центры.

Трансформация в современную организационную структуру – ФАНЦ – поможет институту выйти не только на более высокий уровень выполнения НИР фундаментального и прикладного характера, но и сделает для агробизнеса более привлекательным сотрудничество с наукой. В свою очередь, как показывают лучшие практики, такое партнерство будет способствовать ускоренному внедрению научных разработок (сортов, агротехнологий и т. п.) в сельскохозяйственное производство.

Впрочем, это направление работы (связь науки с производством) постоянно находится в фокусе нашего внимания, и 2019-й тому наглядный пример. За отчетный период на базе института и за его пределами с участием наших ученых проведена серия научно-практических

конференций, семинаров, симпозиумов, в том числе с привлечением представителей крупных отечественных промышленных компаний и зарубежных фирм, работающих на аграрное производство.

Подробнее читайте об этом в разделе журнала «Короткие сообщения» (Дайджест-2019). Там же в подборке информационных материалов представлены основные результаты научно-производственной деятельности НИИСХ Юго-Востока и его структурных подразделений за нынешний год. В других разделах журнала вы найдете статьи по ряду актуальных научных проблем. Надеюсь, что знакомство с этой научной продукцией будет для вас информативно, полезно и содержательно.

Этот номер журнала последний в уходящем году. Время покажет, каким для нас станет наступающий 2020-й. Но уже сейчас можно сказать: для НИИСХ Юго-Востока он будет особенным – 110 лет исполнится нашему научному учреждению. Где, когда, в каком формате будет отмечаться эта памятная дата, решение будет принято позже. А вот подготовка к неординарному событию уже началась.

В связи с этим хочу обратиться ко всем, кому дорога память о наших учителях, коллегах, о годах, проведенных на опытных полях и в лабораториях НИИСХ Юго-Востока, – поделитесь вашими воспоминаниями, фотоархивами. Сделать это можно по электронной почте (наш e-mail: raiser_saratov@mail.ru) либо по другому, удобному для вас каналу связи. Эти воспоминания редакция использует в книжно-журнальной продукции, которую мы намерены издать в следующем году.

Смею надеяться, что это будет интересно всем, кому небезразличны история, достижения и проблемы сельскохозяйственной науки в России; кто помнит и чтит имена великих ученых и их последователей, творивших в разное время (более века) эту историю в Саратове.

*С новогодними поздравлениями
и пожеланием удачи в 2020 году,*



С. Н. ГАПОНОВ,
директор
НИИСХ Юго-Востока

УДК:633.112.1"321":631.527

35 лет научной деятельности лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы: результаты и перспективы

35 years of scientific activity of the laboratory of selection of spring durum wheat: results and prospects

С. Н. ГАПОНОВ, Г. И. ШУТАРЕВА,
Н. М. ЦЕТВА, И. С. ЦЕТВА,
А. Ю. АРХИПОВ,
И. В. МИЛОВАНОВ,
Н. А. БУРМИСТРОВ
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,
Саратов
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

S. N. GAPONOV, G. I. SHUTAREVA,
N. M. TSETVA, I. S. TSETVA,
A. YU. ARKHIPOV,
V. I. MILOVANOV,
N. A. BURMISTROV
Agricultural Research Institute
of South-East Region, Saratov
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

В статье рассматриваются успехи научной деятельности лаборатории селекции яровой твердой пшеницы за 35 лет и перспективы ее дальнейшего развития. Представлены новые сорта и линии с высокими показателями прочности клейковины, содержания каротиноидных пигментов и продуктивности зерна.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, сорта, продуктивность, прочность клейковины, качество, каротиноиды.

The article discusses the success of scientific activities of the laboratory of selection of spring durum wheat for 35 years and prospects for its further development. New varieties and lines with high gluten strength, carotenoid pigment content and grain productivity.

Key words: spring durum wheat, variety, high productivity, gluten strength, quality, carotenoid.

Мы также понимаем, что практически невозможно создать идеальный сорт, поскольку каждое селекционное достижение — есть временное достижение не только компромисса между продуктивностью и устойчивостью, но и между требованиями к сорту природных условий и человека, которые чаще всего на конкретном историческом этапе не совпадают. Поэтому и задачу эту мы обычно решаем поэтапно.

Н. С. Васильчук [1]

Введение

В засушливой зоне Юго-Востока России яровая твердая пшеница является важной продовольственной, экономически ценной культурой и служит незаменимым сырьем для производства высококачественных макаронных изделий, крупы и продуктов детского питания. К сожалению, за последние 60 лет ее посевы в России, в отличие от мировых тенденций, резко сократились и в последние годы не превышают 900–950 тыс. га. Следует отметить, что в начале 70-х годов. прошлого века только в Саратовской области они достигали около 450 тыс. га. В настоящее время площадь

под яровой твердой пшеницей в области уменьшилась более чем в 9 раз и в 2019 г. составила всего 63,5 тыс. га. Такая же ситуация и в других субъектах Российской Федерации.

Существуют две главные причины сокращения посевов твердой пшеницы в Поволжье. Первая — высокая требовательность этой культуры к условиям выращивания, особенно к уровню влагообеспеченности. Вторая — невысокие цены на зерно при низкой урожайности, по сравнению с мягкой, делают твердую пшеницу менее экономически выгодной.

Для зоны рискованного земледелия, каким является наш регион, необходимы сорта стабильно формирующие высокий урожай зерна, конкурентоспособные и коммерчески ценные, адаптированные к жестким условиям Поволжья.

Селекция яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) в ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» (бывшая Саратовская селекционная станция) была начата одновременно с мягкой в 1911 г. под руководством профессора А. И. Стебута. Затем важную роль в селекции этих двух культур сыграл академик Г. К. Мейстер, руководивший этой работой с 1918-го по 1925 гг. С 1925-го по 1951 гг. лабораторию селекции яровой пшеницы возглавлял выдающийся селекционер, лауреат Государственной премии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор А. П. Шехурдин. С 1951-го по 1973 гг. руководителем лаборатории была Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, Почетный гражданин г. Саратова, доктор сельскохозяйственных наук В. Н. Мамонтова. С 1973-го по 1988 гг. этой лабораторией руководила доктор сельскохозяйственных наук Л. Г. Ильина.

С момента создания в 1984 г. в НИИСХ Юго-Востока самостоятельной лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы и по 2011 год селекционные работы по этой культуре возглавлял член-корреспондент Российской Академии сельскохозяйственных наук, профессор, доктор сельскохозяйственных наук Н. С. Васильчук. С 2011-го по 2017 гг. лабораторией селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы руководил кандидат сельскохозяйственных наук С. Н. Гапонов. С 2017 г. исполнение обязанностей заведующего этой лабораторией возложено на кандидата биологических наук Г. И. Шутареву.

Основная цель и направление работы лаборатории — это создание устойчивых к жаре и засухе сортов яровой твер-

дой пшеницы, способных в резко меняющихся условиях юго-востока давать более стабильный урожай высококачественного зерна. Одновременно решается задача на придание сортам устойчивости к заболеваниям пшеницы, в том числе к «черному зародышу».

Материалы и методы

Качество зерна для твердой пшеницы является одним из главных критериев его ценности. В своей селекционной работе мы используем как стандартные методики, принятые в России, так и методы, принятые в мировых научных центрах. Традиционный прибор ИДК-1 и современный индекс глютена как показатели качества клейковины. Экспресс-метод, позволяющий оценить желтизну (b%) муки (семолины), поскольку для твердой пшеницы цвет макаронных изделий не менее важен, чем их качество [2]. Несколько экспресс-методик было адаптировано под зерно, выращенное в наших климатических условиях, такие как показатель микроSDS-седиментации для оценки качества клейковины и метод определения реологических свойств теста на миксографе [3]. В лаборатории используются оригинальные приборы, которые были разработаны и изготовлены совместно с инженером-конструктором Е. Н. Смирновым: счетчики зерна, пресс спагетти лабораторный ПСЛ-13, прибор для испытания прочности сухих и вареных спагетти ИПС-2 [1]. Применение усовершенствованных методов оценки качества зерна и новых приборов в итоге позволяет совершенствовать селекционный процесс и создавать сорта яровой твердой пшеницы, востребованные на мировом уровне.

Результаты

За 35 лет работы лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы было создано 13 сортов, отвечающих самым высоким требованиям мирового рынка, 12 из них внесены в Государственный реестр: Саратовская 57 (1989), Саратовская 59 (1992), Саратовская золотистая (1993), Людмила (1995), Валентина (1998), Ник (2000), Елизаветинская (2003), Золотая волна (2003), Аннушка (2007), Крассар (2007), Лилёк (2009), Николаша (2009), Луч 25 (2011). Три сорта – Крассар, Лилёк и Николаша – были созданы совместно с учеными-селекционерами Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко. Положительные результаты испытаний этих трех сортов подтверждают высокую эффективность кооперации при создании новых генотипов, отличающихся высоким потенциалом продуктивности, устойчивостью к атмосферным и почвенным засухам, а также толерантностью к болезням, до сих пор не типичным для зоны Юго-Востока Европейской части России, – к стеблевой и желтой ржавчине.

Вместе с Российским государственным аграрным университетом-МСХА имени К. А. Тимирязева мы участвуем в проекте по теме «Сбор и систематизация информации по наиболее перспективным сортам твердой пшеницы, районированным в Саратовской области». Перечень сортов, прошедших полевые испытания и отобранных для дальнейшего использования, возглавляет наш уникальный сорт Саратовская золотистая, послуживший источником повышения каротиноидных пигментов для многих сортов и линий российской и зарубежной селекции [2], сорт Луч 25 и новая линия D-2138, которая в 2020 г. поступит на Государственное сортоиспытание под названием Тамара (заявка № 78289/8154816 от 10.06.2019) (рис.).

Преимуществом предлагаемого сорта является высокая продуктивность и содержание каротиноидных пигментов, что является одним из важнейших показателей для производителей продуктов из зерна твердой пшеницы [4].



Рис. Показатели качества зерна нового сорта яровой твердой пшеницы Тамара.

С 2017 года на государственном сортоиспытании находится новый, четырнадцатый по счету, но не по значению – сорт Памяти Васильчука [5], он сочетает в себе высокую адаптивность к острозасушливым условиям Поволжья и способность формировать отличное качество зерна. В этом году на Балтайском ГСУ новый сорт превысил сорт стандарт Краснокутка 13 на 3,3 ц/га, а на Самойловском ГСУ на 7,2 ц/га. Главная особенность сорта заключается в реологических свойствах теста в процессе замеса семолины. Благодаря высокой упругости и устойчивости теста к разжижению новый сорт послужит незаменимым сырьем для изготовления очень тонких спагетти [6].

Селекционная работа по созданию новых сортов продолжается. Селекция – процесс постоянный, и в настоящее время в опыте основного конкурсного испытания (ОКИ) высеваются несколько перспективных линий. Это линия D-2169 и D-2178 с высоким уровнем SDS-седиментации – 61 и 64 мм соответственно против 43 мм у сорта Краснокутка 13 – стандарта по Саратовской области. У линии яровой твердой пшеницы D-2173 содержание каротиноидов составляет 7,4 мг/кг, а у сорта – стандарта 4,3 мг/кг.

Как видно из таблицы 1, линия D-2157 вполне может стать следующим сортом лаборатории. Несмотря на неблагоприятные климатические условия этого года, она сформировала показатели по урожаю, натуре и массе 1000 зерен, превышающие стандарт – сорт Краснокутка 13.

Таблица 1

Показатели качества зерна яровой твердой пшеницы в ОКИ (среднее за 2018–2019 гг.) в сравнении со стандартом

Сорт, линия	Урожай, т/га	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Число падения, сек	Содержание каротиноидов, мг/кг	Белок, %	SDS-седиментация, мм	Сод. клейковины, %	ИДК, ед. пр.
Краснокутка 13, St	1,9	803	41,7	488	4,2	15,5	42	29,4	86
Саратовская золотистая	1,6	806	40,6	454	6,7	14,8	47	28,6	81
Валентина	1,8	807	42,7	417	4,9	15,0	48	29,0	76
Ник	1,7	765	41,2	432	6,3	13,3	55	26,0	77
Аннушка	1,8	788	41,5	421	6,2	14,7	62	30,4	86
Луч 25	1,8	800	42,9	420	4,7	15,2	52	30,2	83
Памяти Васильчука	1,9	795	40,5	450	6,6	14,8	54	25,6	66
Тамара	1,7	808	41,6	389	7,6	15,1	44	29,0	86
D-2157, leuc.	2,1	824	43,7	405	4,9	14,4	48	27,6	80
НСР _{0,05}	0,2	16	1,5	36	0,4	0,8	3	2,3	7

Несколько лет мы работаем с научно-техническим центром «КАСИБ». Высеваемые коллекции сортов и линий из селекционных центров Сибири, Казахстана, Алтая, Самары позволяют нам проводить сравнительный анализ с сортами, созданными в НИИСХ Юго-Востока (табл. 2). Урожай напрямую зависит от адаптивности сорта к условиям засушливого климата Нижнего Поволжья, поэтому только сорта и линии из Самарского НИИСХ (Безенчук) были на уровне наших стандартов.

Таблица 2

Коллекция сортов и линий яровой твердой пшеницы, КАСИБ-19

Сорт / линия	Оригинатор	Урожай, т/га	Высота растений, см	Оценка за развитие, балл
1. Р-1409	АктюбСХОС	1,8	85	4
2. Сояна		1,8	75	5
3. Янтарная 60		1,5	86	4
4. Сеймур 17	КазНИИЗиР	1,7	78	4
5. Серке		1,6	80	4+
6. Линия 69-08-2	НПЦЗХ Бараева	2,2	86	4+
7. Линия 250-06-14		1,5	75	5
8. Костанайская 15	КарабалСХОС	1,7	78	4
9. Гордеиформе 1790		1,5	85	3
10. Линия №9		1,1	88	3
11. Аннушка, st	НИИСХ Ю-В	1,9	78	5
12. Луч 25, st		2,2	71	5
13. Валентина, st		2,1	73	5
14. Безенчукская 139, st	Межстанц. стандарт	1,4	72	5-
15. Гордеиформе 895	АлтайНИИСХ	1,2	91	4
16. Гордеиформе 910		1,9	81	4+
17. Гордеиформе 924		1,5	84	4+
18. Гордеиформе 08-25-2	СИБНИИСХ	2,1	78	4
19. Гордеиформе 08-67-1		1,8	78	5
20. Гордеиформе 08-107-5		2,0	82	5
21. Линия 1693д-71	СамарскНИИСХ	2,6	74	5
22. Линия 1970д-5		2,1	64	5
23. Линия 2021д-1		2,4	81	5
24. Линия D-2165	НИИСХ Ю-В	2,6	70	5
25. Гордея	ОренбургНИИСХ	1,9	68	4+
26. Целинница		1,9	77	4+
27. Меляна		2,1	73	5

Заключение

На создание одного сорта от момента индивидуального отбора из гибридных популяций до питомника основного конкурсного испытания (ОКИ) и ГСИ проходит от 12 до 15 лет. Но благодаря использованию экспресс-анализов оценки качества зерна на уровне питомников младшего поколения нам удалось за короткий срок создать 13 востребованных сортов яровой твердой пшеницы, таких как Саратовская золотистая, Валентина, Ник, Аннушка, Николаша, Луч 25. Ежегодно только в ФГУП «Красавское» высеивается свыше 500 га яровой твердой пшеницы сорта Саратовская золотистая. При стабильной урожайности, повышенной устойчивости к прорастанию и высокому уровню содержания каротиноидных пигментов сорт успешно пользуется спросом на протяжении уже 25 лет. Экономический эффект от продажи семян составляет ежегодно более 2,5 миллиона рублей. Семена наших сортов покупают в Оренбургской, Челябинской, Волгоградской областях.

Проводимая в лаборатории селекции яровой твердой пшеницы работа с использованием новых методов и приемов для решения теоретических и практических задач селекции приведет к созданию более продуктивных сортов с широкой агроэкологической адаптивностью, отличающихся стабильным формированием высококачественного, коммерчески ценного зерна. Для этого у нас есть все основания.

Литература

1. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. – Саратов: Изд-во «Новая газета», 2001. – 124 с.
2. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Паршикова Т. М., Шукин С. А. 25 лет сорту Саратовская золотистая // Зерновое хозяйство России. 2018. – Т. 59, № 5. – С. 57–60. DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-57-60.
3. Васильчук Н. С. Особенности оценки качества клейковины твердой пшеницы на миксографе // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 3. – С. 31–33.
4. Peressini D., Sensidoni A., Pollini C. M., Cindio B. Rheology of wheat doughs for fresh pasta production: influence of semolina-flour blends and salt content // J. of Texture Studies. – 2000. – Vol. 31. – Iss. 2. – P. 163–182. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2000.tb01415.x>
5. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Паршикова Т. М. Ученый по призванию (к 70-летию со дня рождения Н. С. Васильчука) // Зерновое хозяйство России. – 2017. – Т. 51. – № 3. – С. 71–72.
6. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И., Цетва И. С., Цетва Н. М., Паршикова Т. М. Получение новых источников яровой твердой пшеницы – гарантия создания новых стрессоустойчивых сортов. // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018. – № 3 (20). – С. 30–31.

УДК 631.524.633.1

Изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у линий яровой мягкой пшеницы, созданных с участием синтетических форм пшеницы

Study of agronomic valuable and adaptive traits in spring bread wheat lines produced with the participation of synthetic forms of wheat

А. Е. ДРУЖИН¹, С. Н. СИБИКЕЕВ¹,
Е. И. ГУЛЬТЯЕВА², О. А. БАРАНОВА²,
Л. В. АНДРЕЕВА¹, Т. Д. ГОЛУБЕВА¹,
Т. В. КАЛИНЦЕВА¹

¹ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,
Саратов,

e-mail: alex_druzhin@mail.ru

²ВИЗР – Всероссийский

НИИ защиты растений

Санкт-Петербург, г. Пушкин

A. E. DRUZHIN¹, S. N. SIBIKEEV¹,
E. I. GULTYAEVA², O. A. BARANOVA²,
L. V. BANDREEVA¹, T. D. GOLUBEVA¹,
T. V. KALINTSEVA¹

¹Agricultural Research Institute
of South-East Region, Saratov
e-mail: alex_druzhin@mail.ru

²All-Russian Institute of Plant
Protection, Pushkin,
St. Petersburg, Russia

Представлены результаты изучения линий яровой мягкой пшеницы, созданных методом интрогрессивной селекции с привлечением синтетических форм пшеницы на хозяйственно полезные признаки. Было выявлено, что линии Л368 и Л375 обладают высокой устойчивостью к листовой ржавчине, а последняя еще и устойчива к стеблевой ржавчине. ДНК-маркерным методом установлено у этих линий наличие гена Lr39 (=Lr41) от *Aegilops tauschii*, а у линии Л375 также обнаружены транслокации 7DS-7DL-7Ae#1L от *Agr. elongatum* и 1B/1RS.1BL от *S. cereale*, которые обуславливают наличие сцепленных генов Lr19/Sr25 и Lr26/Sr31/Yr9/Pm8 соответственно, что защищает эту линию от стеблевой ржавчины. Линии Л368 и Л375 имеют хорошую адаптивность и пластичность в условиях Саратова. При этом они имеют хорошие показатели качества муки и хлеба. В целом изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у линий яровой мягкой пшеницы Л368 и Л375 позволило выявить перспективность использования синтетических форм пшеницы, при создании сортов сочетающих высокую устойчивость к комплексу патогенов с продуктивностью и качеством зерна.

Ключевые слова: мягкая пшеница, интрогрессия, ген Lr39 (=Lr41) (*Ae. tauschii*), транслокация 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19/Sr25), транслокация 1B/1RS.1BL (*S. cereale*) (Lr26/Sr31/Yr9/Pm8), устойчивость к грибным болезням, агрономические признаки.

The results of the study of spring bread wheat lines produced by the method of introgression breeding with the involvement of synthetic forms of wheat for agronomic valuable traits are

*presented. It was found that the lines L368 and L375 have high resistance to leaf rust, and the latter is also resistant to stem rust. By DNA-markers method, the presence of the gene Lr39 (=Lr41) from *Aegilops tauschii* was established in these lines, and translocations 7DL-7Ae#1L from *Agr. elongatum* and 1B/1RS.1BL from *S. cereale* were also found in the L375 line. These translocations carry Lr19/Sr25 linked genes and Lr26/Sr31/Yr9/Pm8, respectively, which protects this line from stem rust. Lines L368 and L375 have good adaptability and plasticity, in the conditions of Saratov. At the same time, they have good bread making quality indicators. Thus the study of agronomic valuable and adaptive traits in the lines of spring bread wheat L368 and L375, produced by introgression breeding, revealed the prospects of using synthetic forms of wheat for producing cultivars which combine high resistance to a complex of pathogens with grain productivity and bread making quality.*

Key words: bread wheat, introgression, Lr39 (=Lr41) (*Ae. tauschii*), translocation 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19/Sr25), translocation 1B/1RS.1BL (*S. cereale*) (Lr26/Sr31/Yr9/Pm8), resistance to fungal diseases, agronomic traits.

Введение

Климат нашей планеты стремительно меняется, наблюдается глобальное потепление и увеличивается концентрация CO₂ в атмосфере. По прогнозам международной организации в области климата Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Швейцария), к концу XXI века увеличение температуры Земли может составить до 4,6 °C (<http://www.ipcc.ch>).

Изменение климата отражается на сельскохозяйственных культурах. Аномальные гидротермические колебания

оказывают на растения определенный стресс. Помимо этого, растения подвергаются воздействию и со стороны фитопатогенного комплекса, который под влиянием происходящих в климате трансформаций также изменяется, появляются новые расы, а на смену привычным для данной зоны набору фитопатогенов добавляются новые, что негативно отражается на продуктивности культур, в частности на мягкой пшенице. Ежегодные потери урожая этой культуры только от листовых заболеваний составляют 5–15%, а в период сильных эпифитотий эти потери могут достигать до 50 и более % [1]. Внутривидовой генетический потенциал мягкой пшеницы уже исчерпал свою возможность по защите растений от ряда патогенов, поэтому основным источником генов устойчивости для защиты пшеницы являются интрогрессивные гены от ее сородичей [2]. Но, как показывает практика, перенос чужеродного генетического материала в генофонд пшеницы от сородичей происходит очень часто большими фрагментами – транслокациями и даже целыми хромосомными замещениями, которые, помимо генов устойчивости, несут дополнительный генетический материал, который может оказывать влияние на другие признаки реципиента, причем очень часто не в положительную сторону. Примером может служить транслокация 1RS.1BL, перенесенная от ржи в пшеницу. Кроме генов устойчивости *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8*, эта транслокация оказывает положительное влияние на адаптивность к условиям внешней среды, урожайность и содержание белка в зерне [3, 4], но в ряде случаев отрицательно влияет на хлебопекарные качества [5].

Если учесть, что на современном этапе интрогрессивная селекция использует уже не одиночные гены для создания устойчивых к абио- и биострессорам сорта, а их комбинации, то эффект взаимодействия разного генетического материала в генофоне пшеницы очень часто трудно предсказать.

Поэтому в интрогрессивной селекции важным моментом являются пребридинговые исследования, которые могут показать эффект чужеродного хроматина в генетической среде реципиента.

Основным этапом в этой работе являются молекулярно-генетические исследования, которые указывают на наличие в сортообразцах тех или иных генов (транслокаций и хромосомных замещений).

В частности, с помощью таких исследований в материале яровой мягкой пшеницы, созданного в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока, был выявлен ряд линий, содержащий уникальные комбинации *Lr/Sr*-генов, в том числе у линий Л368 и Л375, у которых идентифицирован редко используемый в селекции ген *Lr39* (=Lr41), интродуцируемый в мягкую пшеницу от *Ae. Tauschii* [6].

Цель исследования

Целью работы было изучение интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы Л368 и Л375, несущих ген *Lr39* (=Lr41), а также его комбинаций на устойчивость к ряду заболеваний, на агрономические важные признаки продуктивности и хлебопекарные свойства.

Материал и методы

Исследования проводили в 2017–2019 гг., вегетационные периоды которых различались по температурным и водным режимам. Материалом исследований служили сорт Фаворит (как официальный сорт-стандарт для Нижне-Волжского региона) и интрогрессивные линии яровой мягкой пшеницы Л368 и Л375, созданные в НИИСХ Юго-Востока с использованием синтетических форм пшеницы. На устойчивость к листовой ржавчине материал оценивали на есте-

ственном и искусственном инфекционном фоне. Тип реакции растений определяли по шкале Stakman E. G. Оценку на устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины проводили дважды по модифицированной шкале Cobba и реакции хозяина на внедрение патогена: R = устойчивый – 1 балл; TR = единичные пустулы, некротичные пятна, устойчивый – 1 балл; MR = умеренно устойчивый – 2 балла; MS = умеренно восприимчивый – 2–3 балла; M = промежуточный между устойчивым и восприимчивым – 2–3 балла; MSS = от умеренно восприимчивого до восприимчивого – 4 балла; TS = единичные пустулы, восприимчивый – 3–4 балла; S = восприимчивый – 4 балла.

ДНК-маркерным анализом для генов устойчивости к листовой и стеблевой ржавчины, проведенным в ВИЗР (Санкт-Петербург) показано, что линия Л368 несет ген *Lr39* (*Lr=41*) от *Ae. tauschii*, а линия Л375 несет, кроме *Lr39* (*Lr=41*), еще и комбинацию транслокаций 7DS.7DL-7Ae#1L от *Agr. elongatum* и 1B/1RS.1BL от *S. cereale*, которые обуславливают наличие сцепленных генов *Lr19/Sr25* и *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* соответственно, что позволяет этой линии быть устойчивой как к листовой, так и к стеблевой ржавчинам [7, 8].

Материал высевали в оптимальные сроки, рендомизировано по 24 варианта в 4-кратной повторности семирядковой сеялкой ССФК-7 сплошным рядовым способом. Расстояние между рядками 15 см. Площадь делянок 7 м². Норма высева – 400 семян/м². В инфекционном питомнике посев проводили на глубину 5 см. Площадь питания растений 20x5 см. Уборку осуществляли комбайном Hege 125 В. Все полученные данные подвергали дисперсионному анализу и множественному сравнению по критерию Дункана, используя программу «Agros-2.10».

Результаты и обсуждение

Фитопатологическая характеристика интрогрессивных линий Л368 и Л375

Изучение линий Л368 и Л375 на искусственном и естественном инфекционных фонах выявило, что линии полностью устойчивы к местной популяции листовой ржавчины. А при изучении на устойчивость к стеблевой ржавчине оказалось, что линия Л368 восприимчива к патогену, а линия Л375 полностью устойчива как при искусственном заражении, так и на естественном фоне.

Необходимо отметить, что ген *Lr39* (*Lr=41*) от *Ae. tauschii*, который несут обе линии, широко в селекции не используется из-за низкого защитного эффекта в отношении популяций патогена [9]. Тем не менее проведенные исследования популяции возбудителя листовой ржавчины в Саратовской области в течение 2013–2018 гг. показали, что авирулентными ко всем изолятам *P. tritricina* во все годы исследований оказались линии с генами *Lr39* (=Lr41), *Lr42*, *Lr43+24*, *Lr53* [10], то есть в популяции патогена нет патотипов, вирулентных к гену *Lr39* (=Lr41), что позволяет эффективно использовать этот ген в селекционной работе.

Морфофизиологические признаки

Изучение линий Л368 и Л375 по морфофизиологическим признакам выявило, что у линии Л375 период всходы–колошение был значимо меньше по сравнению сортом-стандартом Фаворит, а линия Л368 значимо не отличалась по этому показателю от сорта-стандарта (табл. 1). По высоте растений линии Л368 и Л375 были значимо ниже сорта-стандарта (в среднем высота у линии Л368 была 70,12 см, а у линии Л375 – 69,82 см), но практически это не оказало значимого влияния на устойчивость к полеганию. Как видно из таблицы, изучаемые линии по этому показателю были на уровне сорта-стандарта (табл. 1).

Таблица 1

Морфобиологические показатели линий Л368 и Л375 в среднем за 2017–2019 гг.

Сорт, линия	Период «всходы–колошение», сутки	Высота растений, см	Полегание, балл
Фаворит	45,67 б	78,82 б	4,21
Л368	46,33 б	70,12 а	4,32
Л375	43,33 а	69,82 а	4,23
НСР	1,999	6,893	NS
F	9,571	8,437	0,999

Показатели продуктивности зерна

Нередко чужеродные гены, переносимые в геном культурной пшеницы, сцеплены с другими нежелательными генами, которые могут отрицательно повлиять на ряд показателей вновь создаваемых сортообразцов, в том числе и продуктивности. Анализ, проведенный в течение трех лет, которые были весьма контрастными как по количеству осадков, так и по эпифитотиям листовой ржавчины на линиях Л368 и Л375, показал, что в среднем за три года эти линии значительно не различаются по урожаю зерна как между собой, так и в сравнении с сортом-стандартом Фаворит, однако по абсолютным цифрам линия Л375 по урожаю зерна была выше линии Л368 и сорта Фаворит. Интересно рассмотреть эти линии по годам изучения. Так, в благоприятном по гидротермическим показателям в 2017 г. линии значительно не различались по продуктивности как между собой, так и с сортом-стандартом. В то же время в более засушливый год (2018 г.) линия Л375 значительно превысила сорт-стандарт и незначительно линию Л368. В 2019 г., который также был засушливым и жарким в первой половине вегетации, линия Л375 уже значительно превысила линию Л368, но незначительно сорт Фаворит (табл. 2).

Анализ изучаемых линий по массе 1 000 зерен показал, что за три года изучения они превосходили сорт-стандарт по абсолютным цифрам, и в среднем за три года масса 1 000 зерен у линий Л368 и Л375 была значительно выше, чем у сорта Фаворит (табл. 2).

Таблица 2

Показатели продуктивности линий Л368 и Л375 (2017–2019 гг.)

Сорт, линия	Годы			Среднее	Годы			Среднее
	2017	2018	2019		2017	2018	2019	
	Урожайность, кг/га			Масса 1 000 зерен, г				
Фаворит	5093	895	1013	2333,67	28,2	35,0	21,7	28,30 а
Л368	4976	1053	856	2295,00	31,7	37,1	26,1	31,63 б
Л375	5063	1132	1168	2454,33	34,0	37,9	25,3	32,40 б
НСР	520,58	171,6	195,12	NS				2,274
F	7,51	11,79	3,03	1,855				14,168

Качество зерна

Важным показателем при оценке сортов мягкой пшеницы является качество муки и хлеба. Особенно это следует учитывать при использовании интрогрессивных методов селекции. Сравнительный анализ линий Л368, Л375, а также сорта-стандарта Фаворит по содержанию клейковины, ее качеству, силе муки, упругости теста, хлебопекарным свойствам показал, что в среднем у линий Л368 и Л375 содержание клейковины было значительно выше, чем у сорта-стандарта, кроме того, линия Л368 значительно превысила по этому показателю и линию Л375 (табл. 3). Отмечено также, что линия Л368 значительно превышает по показателю

ИДК-1 линию Л375 и сорт Фаворит, которые между собой значительно не различаются. Линия Л368 значительно уступила линии Л375 по показателю упругости теста (P), но статистически незначимо отличалась от сорта Фаворит, причем у линии Л368 этот показатель был ниже стандарта, а у Л375 выше. По показателю силы муки (W) выделилась линия Л375, в среднем за три года изучения она значительно превысила линию Л368 и сорт Фаворит, которые не различались, но у линии Л368 этот показатель был ниже. По остальным изучаемым показателям (объем хлеба (V), отношение упругости теста к растяжимости (P/L)) линии незначимо не отличались как между собой, так и от сорта-стандарта, но здесь следует отметить, что по абсолютным цифрам линия Л375 по объему хлеба (V) превышала как сорт Фаворит, так и линию Л368, а показатель отношения упругости теста к растяжимости (P/L) у линии Л368 был по абсолютным цифрам ниже, чем у линии Л375 и сорта Фаворит (табл. 3).

Таблица 3

Показатели качества зерна у линий яровой мягкой пшеницы за 2017–2019 гг.

Линия	Содержание клейковины в муке, %	Показатель ИДК-1, ед.п.	Объем хлеба, см ³ (V)	Упругость теста (P), мм	P/L	Сила муки, е. а. (W)
Фаворит St	32,23 а	75,67 а	755,00	90,20 аб	1,90	183,00 а
Л368	41,27 с	90,00 б	713,33	67,83 а	1,56	126,33 а
Л375	37,07 б	79,33 а	771,67	108,53 б	1,86	265,00 б
F	23,627	14,257	1,574	9,632	0,974	17,416
НСР	3,651	7,742	NS	25,784	NS	65,586

Следует отметить, что, несмотря на присутствие у линии Л375 транслокации 1RS.1BL от *S. cereale*, которая негативно влияет на хлебопекарные качества, такого явления у данной линии не выявлено, что обусловлено компенсационным эффектом генотипа-реципиента (совместное действие транслокации 7DS.7DL-7Ae#1L от *Agr. elongatum* и генетического материала от *Ae. tauschii*, а также мексиканского сорта твердой пшеницы Cros), который нивелировал отрицательное влияние транслокации 1RS.1BL.

Выводы

Таким образом, в результате изучения линий, созданных с помощью интрогрессивных методов с привлечением синтетических форм яровой мягкой пшеницы, было выявлено, что линии Л368 и Л375 обладают высокой устойчивостью к листовой ржавчине, которая обусловлена наличием гена Lr39 (=Lr41) от *Ae. tauschii*. Помимо этого, линия Л375 содержит транслокации 7DS.7DL-7Ae#1L от *Agr. elongatum* и 1B/1RS.1BL от *S. cereale*, которые обуславливают наличие сцепленных генов Lr19/Sr25 и Lr26/Sr31/Yr9/Pm8 соответственно, что защищает эту линию еще и от стеблевой ржавчины.

Установлено, что линии Л368 и Л375 в условиях Саратова имеют высокую адаптивность и пластичность. При этом линии имеют хорошие показатели качества зерна как в благоприятные годы, так и в засушливые.

В целом изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у линий яровой мягкой пшеницы Л368 и Л375, созданных методом интрогрессивной селекции, позволило выявить перспективность использования синтетических форм пшеницы, при создании сортов сочетающих высокую устойчивость к комплексу патогенов с продуктивностью и качеством зерна для зон с частыми засухами.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-016-00170 А

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Коломиец Т. М., Панкратова Л. Ф., Пахолкова Е. В. Сорты пшеницы (*Triticum* L.) из коллекции GRIN (США) для использования в селекции на длительную устойчивость к септориозу // С.-х. биология. – 2017. – № 52 (3). – С. 561–569.
2. Wang R. R. C. *Agropyron* and *Psathyrostachys*. In *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Cereals*; Kole, C., Ed.; Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg, Germany. – 2011. – P. 77–108.
3. Ren T. H., Chen F., Yan B. J., Zhang H. Q., Ren Z. L. Genetic diversity of wheat-rye 1BL.1RS translocation lines derived from different wheat and rye sources // *Euphytica*. – 2012. – 183. – P. 133–146.
4. Дружин А. Е., Сибикеев С. Н., Крупнов В. А., Воронина С. А. Создание сортов яровой мягкой пшеницы с устойчивостью к комплексу патогенов методом интрогрессивной селекции // *Достижения науки и техники АПК*. – 2011. – № 1. – С. 22–24.
5. Chumanova E. V., Efremova T. T., Trubacheeva N. V., Arbutova V. S., Rosseeva L. P. Chromosome composition of wheat-rye lines and the influence of rye chromosomes on disease resistance and agronomic traits // *Rus. J. Genet.* – 2014. – Vol. 50 (11). – P. 1169–1178.
6. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. C. Catalogue of Gene Symbols for Wheat 2013 Available at: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/>.
7. Gulyaeva E. I., Sibikeev S. N., Druzhin A. E., Shaydayuk E. L. Leaf rust resistance genes identification in the spring bread wheat breeding material of the Agricultural Research Institute for South-East Regions of Russia // *Ratar. Povrt.* – 2019. – Vol. 56 (2). – P. 34–40.
8. Baranova O. A., Sibikeev S. N., Druzhin A. E. Identification of the stem rust resistance genes in the introgression lines of spring bread wheat using molecular markers // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2019. – Vol. 23 (3). – P. 296–303.
9. Леонова И. Н. Влияние чужеродного генетического материала на проявление хозяйственно важных признаков мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.) // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2018. – № 22 (3). – С. 321–328.
10. Конькова Э. А., Салмова М. Ф. Популяционные исследования возбудителя бурой ржавчины пшеницы // *Аграрный Вестник Юго-Востока*. – 2019. – № 2 (22). – С. 4–5.

УДК 633.11. [631.524.85]

Влияние осмотического стресса на рост проростков яровой мягкой пшеницы

Effect of osmotic stress on the seedlings growth spring soft wheat (*T. aestivum* L.)

А. В. КАЛИНИНА, Ю. В. ДАШТОЯН
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,
г. Саратов
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

A. V. KALININA, I. V. DASHTOIAN
Agricultural Research Institute
of South-East Region, Saratov
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

На наборе сортов яровой мягкой пшеницы разного времени селекции НИИСХ Юго-Востока (от начального периода до современных) изучены особенности роста проростков в присутствии растворов осмотиков. В качестве критерия оценки подавления ростовых процессов использовались длина зародышевых корней и длина первого листа проростков. Кроме того, изучены изменения в накоплении биомассы корней и надземных органов проростков пшеницы. Выявлены сортовые различия по тестируемому критерию.

Ключевые слова: сорта яровой мягкой пшеницы, депрессия роста, водный раствор сахарозы, засухоустойчивость.

The growth features of spring soft wheat seedlings in the presence of osmotic solutions were studied. The seminal (seed) roots length and the first leaf length of the seedlings were used as a criterion for evaluating the growth suppression process. Changes in the biomass accumulation of roots and aboveground organs of wheat seedlings were also studied. Varietal differences of the tested criteria are revealed.

Key words: growth depression, aqueous solution of sucrose, drought resistance of spring soft wheat varieties.

Оценка засухоустойчивости сельскохозяйственных растений в условиях лабораторного эксперимента – одно из важнейших условий успешной селекции яровой пшеницы, позволяющее за короткое время и с минимальными затратами не только выявлять доноров селекционно-ценного признака, но и проводить предварительную оценку селекционного материала. При исследовании засухоустойчивости особый интерес представляют физиологические и морфологические изменения растительного организма под влиянием осмотического стресса, так как через процессы роста и развития в растении реализуются его адаптационные возможности [1]. Изучение физиологических процессов, протекающих в ответ на внешнее стрессовое воздействие, целесообразно проводить на проростках растений, поскольку они, как и другие живые организмы, наиболее чувствительны к внешним воздействиям в период активного роста и развития. В проведенных ранее исследованиях по влиянию растворов осмотиков на рост и развитие проростков сортов озимой мягкой пшеницы нами были определены критерии оценки устойчивости растений к дефициту влаги [2, 3].

Целью исследований являлось сравнение устойчивости проростков некоторых засухоустойчивых сортов яровой мягкой пшеницы к воздействию осмотического стресса. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: 1) определить влияние растворов осмотиков на рост зародышевых корней и первого настоящего листа проростков сортов яровой мягкой пшеницы; 2) выявить изменение в накоплении сухой биомассы надземных органов и зародышевых корней проростков сортов яровой мягкой пшеницы в условиях водного дефицита.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2019 году в лаборатории молекулярно-генетического анализа в селекции ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» на наборе сортов яровой мягкой пшеницы разного времени селекции (от начального периода до современных). В работе использовались засухоустойчивые сорт Полтавка и три сорта яровой мягкой пшеницы, созданные в «НИИСХ Юго-Востока», – Саратовская 29, Саратовская 42 и Фаворит [4]. Полтавка – сорт крестьянской народной селекции, сорт-популяция. Саратовская 29 – сорт выведен методом сложной ступенчатой гибридизации от скрещивания сортов гибридного происхождения Альбидум-24 и Лютесценс-55/11. Саратовская 42 – сорт выведен путем скрещивания Альбидум с – 1616 х Саратовская 38. Сорт Фаворит получен из гибридной комбинации Л504/Краснокутка 10 // Л504/3/Белянка, где Краснокутка 10 сорт твердой пшеницы, Л504 белозёрный сибс сорта Л503, несущий транслокацию от пырея удлиненного, и сорт Белянка несет замещение 6D(6Agj) хромосому от пырея промежуточного.

Засухоустойчивость сортов оценивали согласно методике, предложенной Н. Н. Кожушко и В. М. Царевской [1]. Семена проращивали на дистиллированной воде в течение трех суток, затем делили на две группы (по 20 проростков каждого сорта). Контрольную группу проростков оставляли на дистиллированной воде, опытную – переносили на водный раствор сахарозы в концентрации 19,2%. Далее проростки экспонировали при оптимальной температуре (25°C) в течение 48 часов в климатостате КС-200 СПУ. В качестве критериев оценки подавления ростовых процессов под влиянием растворов сахарозы использовали длину главного корня и нижней пары зародышевых корней, длину первого настоящего листа проростков, а также депрессию роста проростков по накоплению биомассы корней и надземных органов. Статистическую обработку результатов проводили с помощью однофакторного дисперсионного

анализа, сравнивая значения выбранных критериев устойчивости каждого сорта по наименьшей существенной разнице (НСР).

Результаты исследования

Для решения первой задачи исследования был проведен сравнительный анализ выбранных для оценки засухоустойчивости морфометрических критериев пяти суточных проростков сортов яровой мягкой пшеницы в контроле (рис. 1).



Рис. 1. Длина проростков пшеницы в контроле на 5-е сутки развития, для главного корня НСР_{0,5} = 10,65; для нижней пары корней НСР_{0,5} = 9,83; для листа НСР_{0,5} = 9,19.

Как видно из представленных результатов, исследуемые сорта уже на начальной стадии развития проростков показали сортовые особенности системы и надземных органов. Так, минимальное значение длины главного зародышевого корня было отмечено у проростков сорта Фаворит (в среднем 34,2 мм), максимальное – у проростков сортов Саратовская 42 и Полтавка (в среднем 50,1 и 49,1 соответственно). При этом значимого различия по длине главного зародышевого корня сортов Саратовская 42 и Полтавка не наблюдалось. Максимальное значение длины нижней пары зародышевых корней было отмечено также у проростков сорта Саратовская 42 (в среднем 62,6 мм). У сорта Полтавка значение данного критерия составило 47,6 мм, у сортов Саратовская 29 и Фаворит – 31,3 мм и 31,1 мм соответственно. Значимые различия по длине первого листа были установлены у проростков сорта Саратовская 29 (в среднем 48,8 мм), и это минимальное значение тестируемого критерия. У проростков сортов Полтавка, Саратовская 42 и Фаворит длина данного критерия составила 68,2 мм, 65,1 мм и 59,2 мм в среднем соответственно.

Далее анализировались морфометрические критерии проростков пшеницы, выращенных в присутствии растворов сахарозы (19,2%). Результаты исследования представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Длина проростков пшеницы в опыте на 5-е сутки развития, для главного корня НСР_{0,5} = 5,08.

Исследуемые сорта в период раннего развития проростков неодинаково реагировали на искусственно созданный с помощью осмотика водный дефицит, в разной степени снижая рост главного зародышевого корня. При этом максимальное значение данного критерия, а именно, 28,8 мм, было отмечено у проростков сорта Саратовская 42, минимальное значение – у проростков сорта Фаворит (20,2 мм). У сортов Саратовская 29 и Полтавка длина главного зародышевого корня составила 26,2 мм и 23,4 мм соответственно. Существенной разницы в значениях длины нижней пары зародышевых корней и первого листа проростков исследуемых сортов пшеницы дисперсионный анализ не выявил. Однако отношение к контролю средних значений тестируемых критериев, полученных в опыте, показало сортовое различие устойчивости к осмотическому стрессу по всем трем критериям (рис. 3).



Рис. 3. Длина опытных проростков в % от контроля на 5-е сутки.

Максимальную устойчивость к дефициту влаги по трем критериям показали проростки сорта Саратовская 29, у которых длина главного зародышевого корня составила 66,1% от контроля, нижней пары корней – 59,7%, первого листа – 44,7%. На втором месте по устойчивости к осмотическому стрессу оказались проростки сорта Фаворит. При этом длина главного зародышевого корня у них составила 59,4% от контроля (что сопоставимо со значением данного критерия у сорта Саратовская 42). Длина нижней пары корней составила 51,6% от контроля, а длина первого листа – 38,2% (что также сопоставимо со значением данного критерия у сорта Саратовская 42). Минимальная устойчивость по двум критериям установлена у проростков сорта Полтавка: длина главного зародышевого корня составила 47,7% от контроля, длина первого листа – 26,1%. Минимальная устойчивость по длине нижней пары зародышевых корней выявлена у проростков сорта Саратовская 42 (28,2% от контроля).

В ходе решения второй задачи исследования определяли депрессию роста проростков пшеницы по накоплению сухой биомассы корней и надземных органов в присутствии растворов сахарозы (рис. 4, 5). При этом учитывалась сухая биомасса всех корней проростков, в том числе и верхней пары, а также сухая биомасса всех надземных органов, в том числе и колеоптиля.

Как видно из представленных результатов (рис. 4), меньшее подавление накопления биомассы корней в растворе сахарозы, а значит, и меньшее значение депрессии роста корней, отмечалось для проростков сортов Саратовская 42 и Фаворит и составило по сравнению с контролем 4% и 5% соответственно. Для сорта Саратовская 29 депрессия роста корней проростков составила 9% от контроля. Для проростков пшеницы сорта Полтавка отмечалось максимальное значение депрессии роста корней, а именно 19% по сравнению с контролем. При этом существенной разницы

в значениях данного критерия не было выявлено только у сортов Саратовская 42 и Фаворит.



Рис. 4. Сухая биомасса корней проростков, $HCP_{0,5} = 1,46$.

По сравнению с корневой системой проростков яровой мягкой пшеницы реакция надземной части на водный дефицит по тестируемому критерию была менее выражена (рис. 5). Депрессия роста надземных частей проростков пшеницы сорта Саратовская 42 сопоставима с депрессией роста сорта Саратовская 29 и составляет 4%. Для сорта Фаворит значение данного критерия составило 8%, что сопоставимо со значением депрессии роста для сорта Полтавка (9%).



Рис. 5. Сухая биомасса надземной части проростков, $HCP_{0,5} = 1,54$.

Анализируя результаты проведенных исследований, следует отметить, что сорта яровой мягкой пшеницы Саратовская 42, Саратовская 29 и Полтавка характеризуются в первую очередь как засухоустойчивые, причем сорт Саратовская 42 – один из самых засухоустойчивых сортов, с четко выраженными процессами реутилизации пластических веществ в конце вегетации [4]. Сорт Фаворит получен путем сочетания в одном генотипе хозяйственно ценных признаков от твердой пшеницы (Краснокутка 10), хромосомы 6Agi *Agropyrum intermedium* с положительными признаками саратовских сортов яровой мягкой пшеницы, включая сорт Л503. Селекция этого сорта велась на устойчивость к комплексу патогенов, полеганию и предуборочному прорастанию [4].

Выводы

1. Определено изменение роста и развития зародышевых корней и первого настоящего листа проростков сортов яровой мягкой пшеницы под влиянием растворов сахарозы. Максимальную устойчивость к осмотическому стрессу показали проростки сорта Саратовская 29, у которых длина главного зародышевого корня составила 66,1% от контроля, нижней пары корней – 59,7%, первого листа – 44,7%.

2. Выявлено изменение в накоплении сухой биомассы надземных органов и зародышевых корней проростков сортов яровой мягкой пшеницы в условиях водного дефицита. Сорта Саратовская 42 и Фаворит показали самые высокие результаты засухоустойчивости по депрессии роста зародышевых корней (4% и 5% соответственно). Меньшая депрессия в накоплении сухой биомассы надземных частей проростков установлена для сортов Саратовская 42 и Саратовская 29 (4%).

Литература

1. Кожушко Н. Н., Царевская В. М. Определение засухоустойчивости зерновых культур по депрессии роста проростков в растворах осмотиков [Текст] / Ленинград: Рио ВИР, 1988. – 10 с.

2. Калинина А. В., Лящева С. В. и др. Влияние растворов сахарозы на рост и развитие проростков озимой мягкой пшеницы / А. В. Калинина и др. // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018. – № 3 (20). – С. 20–22.

3. Калинина А. В., Лящева С. В. и др. Изменение роста и развития проростков сортов и сортообразцов озимой мягкой пшеницы под влиянием осмотического стресса / А. В. Калинина и др. // Научное обеспечение устойчивого развития растениеводства в условиях аридизации климата. Материалы Международной заочной научно-практической конференции. Россорго, Саратов, 28–30 июня 2017 г., с. 18–22.

4. Новые сорта ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arisarsar.ru/index.html>

УДК 633.174.631.559

Параметры адаптивности гибридов F1 зернового сорго на основе А3, А4 и 9Е типов стерильности

Adaptivity parameters of grain sorghy hybrids F1 on the basis of A3, A4 and 9E types of sterility

О. П. КИБАЛЬНИК
ФГБНУ РосНИИСХ «Россорго»,
г. Саратов
e-mail: kibalnik79@yandex.ru

O. P. KIBALNIK
Russian Research Design and
Technology Institute of Sorghum
and Maize, Saratov
e-mail: kibalnik79@yandex.ru

В данной статье приведена оценка параметров адаптивности гибридов зернового сорго по урожайности зерна. Гибриды F1 получены с использованием трех ЦМС-линий на основе генетически различных типов стерильных цитоплазм — А3, А4 и 9Е. В качестве отцовских форм участвовали 18 сортообразцов селекции ФГБНУ РосНИИСХ «Россорго». Компоненты скрещиваний отличались высокими адаптационными свойствами к условиям выращивания в регионе [1]. Для выявления гибридов F1 с высокими параметрами экологической устойчивости проведен расчет взаимодействия «генотип—среда», коэффициенты вариации и стабильности. Установлено, что в изменчивость признака «урожайность зерна» вносит вклад 46,5% фактор среды, а генотип — 16,5%. Взаимодействие этих факторов составило 12,6%. Влияние типа стерильной цитоплазмы на изучаемый признак было незначимо и составило лишь 0,2%. Выделены комбинации, представляющие интерес для селекции на повышение адаптивности: в качестве материнской формы уча-

ствовали линии А3, А4 и 9Е Желтозерное 10, а в роли отцовской — Огонек, Камелик, Азарт, Кремовое, Восторг. В условиях 2015–2017 гг. эти гибриды формировали урожайность зерна 4,49–5,51 т/га в сочетании с показателями экологической стабильности от 0,23 до 4,78.

Ключевые слова: сорго, гибриды F1, тип ЦМС, урожайность, коэффициент вариации, коэффициент стабильности.

This article provides an assessment of the adaptability parameters of hybrids of grain sorghum by grain yield. Hybrids F1 were obtained using three CMS lines based on genetically different types of sterile cytoplasm — A3, A4 and 9E. As paternal forms, 18 varieties of the selection Institution «Rossorgo». The components of the crosses were distinguished by high adaptive properties to growing conditions in the region [1]. To identify F1 hybrids with high environmental sustainability parameters, the calculation of the interaction «genotype-environment», the coefficients of variation and stability. It is established that in the variability of the

«grain yield» factor contributes to the 46,5 %, and the genotype – 16,5 %. The interaction of these factors amounted to 12,6 %. The influence of the type of sterile cytoplasm on the studied trait was insignificant and amounted to only 0,2 %. Combinations of interest for breeding to increase adaptability were distinguished: lines A3, A4 and 9E Zheltozrnoe 10 participated as the female form, and Ogonyok, Kamelik, Azart, Kremovoe, Vostorg as the male. In the conditions of 2015–2017 these hybrids formed a grain yield of 4,49–5,51 t/ha in combination with indicators of environmental stability from 0,23 to 4,78.

Key words: sorghum, hybrids F1, type of CMS, productivity, coefficient of variation, coefficient of stability

Введение

Нижнее Поволжье относится к зоне рискованного земледелия. Одним из негативных стрессоров для возделывания сельскохозяйственных культур в регионе является проявление почвенных и воздушных засух, их частота и повторяемость в период вегетации растений [2]. Такие изменения климатических условий часто приводят к недобору урожая основных зерновых культур, а в некоторые годы даже к их гибели. В связи с этим в структуру посевных площадей необходимо включать не только засухоустойчивые культуры, но и более адаптированные сорта или гибриды. Для их выведения важно использовать исходный материал с высокой продуктивностью и адаптационным потенциалом; изучить влияние факторов генотипа, условий окружающей среды, а также взаимодействия генотип×среда на проявление признаков и урожайность новых сортов или гибридов. При этом экологическая устойчивость генотипа должна превышать влияние стрессоров [3]. В литературе встречаются сведения о том, что гетерозисные гибриды сельскохозяйственных культур (выведенные в основном с использованием цитоплазматической мужской стерильности – ЦМС) отличаются большей урожайностью и приспособленностью к абиотическим и биотическим факторам [4, 5]. Представлены также результаты по влиянию разных источников ЦМС на устойчивость гибридов озимой ржи, кукурузы, африканского проса, сорго [6–8], но недостаточно широко. Поэтому выявление экологически стабильных и адаптированных гибридов сорго на основе генетически различных источников стерильности А3, А4 и 9Е как одной из засухоустойчивых культур, способной длительное время выдерживать засуху и формировать достаточно высокую продуктивность в условиях Нижнего Поволжья, для дальнейшего их использования в селекционной работе актуально.

Материал и методика

Гибриды F1 были получены с использованием аллоплазматических ЦМС-линий с ядерным геномом образца

Желтозерное 10 на основе генетически различных типов стерильных цитоплазм – А3, А4 и 9Е [9]. В скрещивания вовлечены агрономически ценные сортообразцы зернового сорго селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» [10]. Гибриды (всего 54) высевали на опытном поле института в 2015–2017 гг. Площадь делянки составила 7,7 м², ширина между-рядья 70 см. Густота растений – 100 тыс./га. Повторность трехкратная. Размещение делянок рендомизированное. Учет урожайности зерна проводили согласно общепринятой методике [11].

Статистическая обработка результатов исследований выполнена с помощью программы «AGROS 2.09» методом дисперсионного трехфакторного анализа (фактор А – тип цитоплазмы материнской линии; фактор В – генотип гибрида; фактор С – условия года) с использованием критерия множественных сравнений Дункана. Для определения параметров адаптивности рассчитаны коэффициенты вариации [12] и стабильности [13].

Метеорологические условия в годы изучения гибридов F1 сорго различались по температурному режиму и количеству осадков, что позволило оценить их приспособленность к условиям выращивания. Так, в 2015–2016 гг. на ранней стадии развития растений температура воздуха значительно превышала среднемноголетние показатели, а первая половина июня сопровождалась незначительным выпадением осадков (рис. 1, 2). Сложившиеся погодные условия способствовали возникновению засухи.

Для начального роста данных гибридов сорго более благоприятным оказался 2017 г.: сумма активных температур за

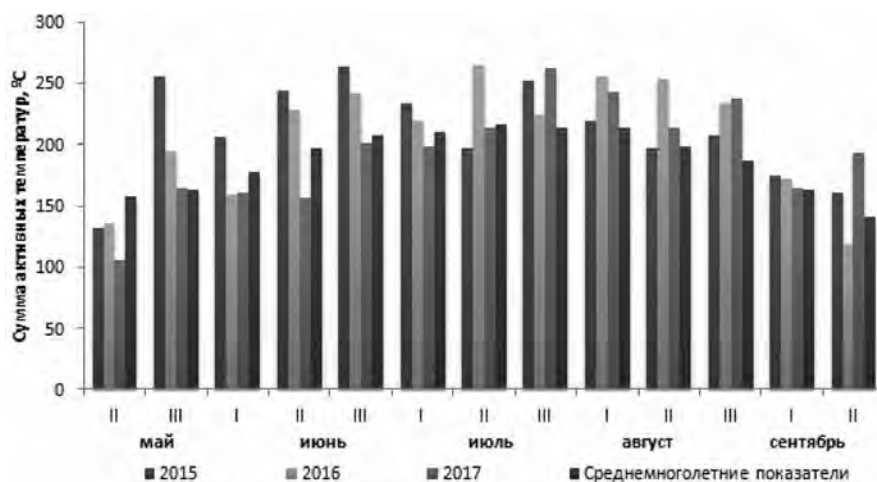


Рис. 1. Температурный режим в среднем по декадам за вегетационный период сорго 2015–2017 гг.

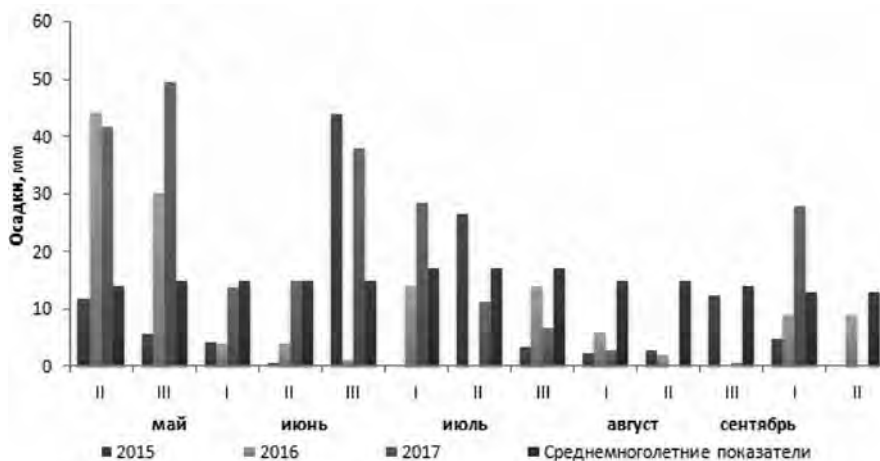


Рис. 2. Среднедекадное количество осадков за вегетационный период сорго 2015–2017 гг.

I–III декады июня и I–II декады июля находились чуть ниже или на уровне среднемноголетних показателей. Период с III декады июля по I декаду августа (у гибридов наступала фенологическая фаза «выметывание–начало цветения») характеризовался суммой активных температур выше среднемноголетних на 13,6–22,4% в каждый сезон.

Результаты исследований

В селекции оценка параметров адаптивности проводится при значимом взаимодействии «генотип–среда». Дисперсионный трехфакторный анализ по урожайности гибридов сорго показал достоверное влияние на изучаемый признак генотипа гибрида, условия года, а также взаимодействия генотипа и среды (условия года): $F_{факт.} > F_{теор.}$ (табл. 1). На изменение продуктивности зерна наибольшее влияние оказывал фактор С (год) – 46,5%, фактор В (генотип) – 16,5%. Взаимодействие этих факторов составило 12,6% (рис. 3).

Тип стерильной цитоплазмы не оказал существенного эффекта на формирование продуктивности. У гибридов на цитоплазме А3 и 9Е урожайность зерна составила 3,88–3,89 т/га; у гибридов на цитоплазме А4 – на 0,18 т/га меньше в среднем за 2015–2017 гг. Ранее было отмечено, что цитоплазматический эффект у гибридов, полученных на основе данных материнских форм, наблюдался только в отдельные годы (в основном засушливые) [14].

Продуктивность гибридов изменялась от 2,39 т/га до 5,51 т/га в зависимости от включенных в скрещивания отцовских форм. Наибольшая урожайность в среднем за период испытаний сформирована гибридами первого поколения, у которых в качестве опылителя использовали сортообразцы – Камелик (4,69 т/га), Кремовое (4,76 т/га), Огонек (5,51 т/га).

Выявлена значительная вариабельность (26,4–86,2%) урожайности зерна у гибридов первого поколения по годам испытаний (табл. 2). Наименьшая изменчивость продуктивности установлена у гибридов на основе стерильных цитоплазм А3, А4, 9Е с сортом Азарт (26,4–41,1%), Меркурий (33,2–43,2%), Камелик (30,4–44,0%), Волжское 615 (32,7–43,2%).

Метод оценки стабильности формирования продуктивности у гибридов позволяет ранжировать генотипы по спо-

собности сочетать высокую потенциальную урожайность в более благоприятные годы их возделывания с минимальным ее снижением в засушливые сезоны [13].

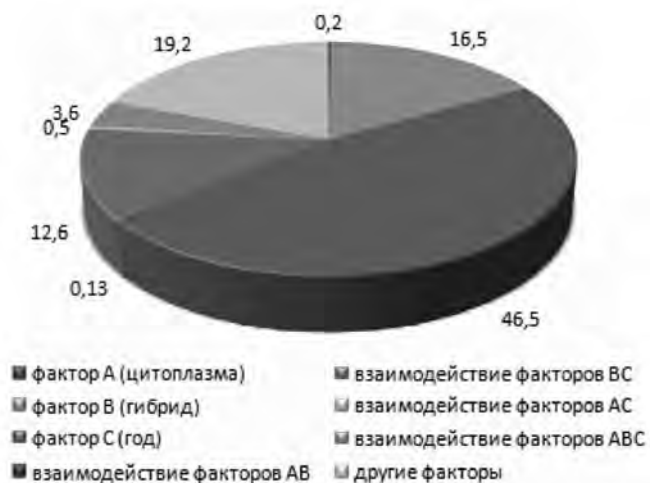


Рис. 3. Влияние факторов и их взаимодействия на урожайность зерна гибридов F1 сорго (2015–2017 гг.).

Анализ гибридов сорго, полученных с использованием разных источников стерильности, позволил выделить более приспособленные к выращиванию в засушливых условиях региона комбинации, сочетающие несколько показателей адаптивности (высокую стабильность и урожайность зерна). Высокой стабильностью характеризовались гибриды на основе стерильных цитоплазм А3, А4 и 9Е, у которых в качестве опылителя использовали сортообразцы Огонек (2,96–4,78), Азарт (2,69–3,43), Кремовое (3,01–3,40), Восторг (0,78–2,28), Камелик (0,23–4,04) (табл. 3). Средняя стабильность по урожайности зерна отмечена у гибридов с сортообразцами Старт (0,28–1,26), Меркурий (–0,73–0,84), Факел (–0,55–0,56), Гарант (–0,05–1,49).

Кроме того, у гибридов с сортообразцами Перспективный 1 и Волжское 615 выявлена неоднозначная реакция на влияние и взаимодействие изучаемых факторов (тип цитоплазмы, генотип гибрида и условия года): высокая стабильность проявилась у комбинаций А4 Желтозерное 10/Пер-

Таблица 1

Урожайность зерна гибридов F1 сорго, полученных на основе ЦМС-линий с геномом Желтозерное 10 с разными типами ЦМС (2015–2017 гг.)

Тип ЦМС гибридов (фактор А)	Год (фактор С)	Отцовские формы гибридов (фактор В)																	Среднее по типу ЦМС	
		Перспективный 1	Старт	Меркурий	Огонек	Камелик	Топаз	Факел	Аванс	Азарт	Волжское 615	Гелеофор	Кремовое	Пищевое 614	Сармат	Восторг	Гарант	Пищевое 35		Л-КСИ 28/13
А3	2015	2,30	1,09	2,88	6,44	4,08	1,21	2,26	1,19	5,24	6,08	3,67	3,35	1,28	2,11	4,27	3,55	2,56	2,10	3,88
	2016	3,52	3,87	3,31	2,65	3,46	2,07	2,27	3,13	4,33	2,32	1,82	3,77	2,96	1,24	3,27	2,47	1,09	1,90	
	2017	4,21	6,22	6,00	7,69	6,35	5,90	5,91	6,02	5,81	4,71	6,75	7,14	5,03	4,42	6,60	6,16	3,41	6,13	
А4	2015	4,60	2,07	2,44	7,53	4,77	1,29	2,50	1,27	2,33	5,48	3,38	3,49	1,32	2,27	4,98	3,04	2,18	2,76	3,71
	2016	3,63	3,83	3,20	2,84	2,71	1,33	2,11	2,81	3,82	2,50	1,85	2,86	1,85	1,55	2,05	2,45	1,14	2,23	
	2017	5,34	6,27	5,07	6,17	5,24	5,49	5,94	4,94	6,62	5,05	4,63	7,81	4,99	3,49	6,16	6,53	4,12	4,52	
9Е	2015	3,39	2,17	2,50	4,87	4,14	1,38	2,72	1,30	2,60	5,91	3,05	3,44	1,96	2,25	4,93	3,64	1,98	2,44	3,89
	2016	3,08	3,43	2,65	2,91	3,25	1,14	3,60	2,99	3,80	2,55	2,08	3,15	2,53	1,71	2,22	2,42	0,93	2,37	
	2017	5,14	5,77	5,82	8,49	8,27	5,71	5,65	5,42	7,34	5,55	5,27	7,82	5,45	3,56	5,93	6,82	4,11	6,33	
Среднее по гибридам		3,92 fgh	3,86 e-h	3,76 ef	5,51 l	4,69 jk	2,86 abc	3,66 def	3,23 cde	4,65 ijk	4,46 g-k	3,61 def	4,76 k	3,04 bcd	2,51 ab	4,49 h-k	4,05 f-i	2,39 a	3,42 c-f	
Среднее по годам	2015																			3,12 b
	2016																			2,62 a
	2017																			5,74 c
F _{факт.А} = 1,49		F _{факт.В} = 16,28*			F _{факт.С} = 390,88*				F _{факт.АВ} = 0,61			F _{факт.АС} = 1,74			F _{факт.ВС} = 6,19*			F _{факт.АВС} = 0,88		

Примечание: * p < 0,05. Данные в столбцах по каждому признаку, обозначенные разными буквами, значительно различаются между собой в соответствии с тестом множественных сравнений Дункана.

Таблица 2

Коэффициент вариации (%) по урожайности зерна гибридов F1 сорго, полученных на основе стерильной линии Желтозерное 10 с разными типами ЦМС (среднее за 2015–2017 гг.)

Тип ЦМС гибридов	Отцовские формы гибридов																	
	Перспективный 1	Старт	Меркурий	Огонек	Камелик	Топаз	Факел	Аванс	Азарт	Волжское 615	Гелеофор	Кремовое	Пищевое 614	Сармат	Восторг	Гарант	Пищевое 35	Л-КСИ 28/13
A3	27,4	46,0	38,4	45,7	30,4	71,1	55,0	63,7	26,4	43,2	60,6	49,8	47,3	56,4	43,8	46,7	49,2	68,9
A4	53,2	47,1	33,2	38,8	38,0	78,4	58,3	58,7	38,6	32,7	41,7	50,0	60,6	39,6	52,3	57,8	64,9	37,9
9E	50,8	53,2	43,2	54,2	44,0	86,2	55,5	61,7	41,1	36,8	48,9	48,2	45,3	44,5	42,7	58,9	60,4	62,5

Таблица 3

Стабильность по урожайности зерна гибридов F1 сорго, полученных на основе стерильной линии Желтозерное 10 с разными типами ЦМС (среднее за 2015–2017 гг.)

Тип ЦМС гибридов	Отцовские формы гибридов																	
	Перспективный 1	Старт	Меркурий	Огонек	Камелик	Топаз	Факел	Аванс	Азарт	Волжское 615	Гелеофор	Кремовое	Пищевое 614	Сармат	Восторг	Гарант	Пищевое 35	Л-КСИ 28/13
A3	-1,65	0,74	0,84	4,26	2,05	-1,28	-0,55	-0,15	2,69	-0,18	0,86	3,01	-2,63	-3,55	2,28	0,62	-4,80	-0,67
A4	1,12	1,26	-0,73	2,96	0,23	-2,45	-0,53	-1,30	3,43	-0,92	-2,03	3,14	-1,58	-4,45	0,95	-0,05	-4,01	-2,18
9E	-0,22	0,28	-0,21	4,78	4,04	-2,06	0,56	-1,03	2,93	1,06	-1,18	3,40	-1,07	-4,20	0,78	1,49	-4,31	0,20

спективный 1 (1,12) в сравнении с этим же гибридом на цитоплазмах A3 и 9E (-1,65-0,22), а также 9E Желтозерное 10/Волжское 615 (1,06) в сравнении с цитоплазмами A3 и A4 (-0,92-0,18).

Выводы

Для дальнейшей селекционной работы по выведению адаптированных гибридов и сортов зернового сорго наибольшую селекционную ценность представляют комбинации с высокой стабильностью урожайности по годам возделывания в определенной агроклиматической микроне. Более приспособленными к выращиванию в условиях Нижнего Поволжья оказались генотипы гибридов, у которых в качестве материнской формы использовали линии A3, A4 и 9E Желтозерное 10, а в роли отцовской формы – Огонек, Камелик, Азарт, Кремовое, Восторг. Урожайность зерна в среднем за 2015–2017 гг. составила 4,49–5,51 т/га. Коэффициент вариации изменялся в пределах от 26,4% до 54,2%, а стабильность от 0,23 до 4,78.

Литература

1. Кибальник О. П. Адаптивная способность ЦМС-линий сорго в условиях Нижнего Поволжья. *Аграрная наука*. – 2019. – № 1. – С. 45–47.
2. Левицкая Н. Г., Демакина И. Н. Агрометеорологические особенности засухи 2018 года и ее влияние на урожайность зерновых культур в Саратовской области // *Аграрный вестник Юго-Востока*. – 2019. – № 2. – С. 19–21.
3. Жученко А. А. Роль мобилизации генетических ресурсов цветковых растений, их идентификации и систематизации в формировании адаптивно-интегрированной системы защиты агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов. – Саратов. Изд-во ООО «Ракурс», 2012. – 527 с.
4. Кравченко Р. В. Адаптивность и стабильность проявления урожайных свойств гибридов кукурузы на фоне антропогенных факторов // *Научный журнал КубГАУ*. – 2012. – № 77 (03). – С. 1–15.
5. Добродькин А. М., Никонович Т. В., Добродькин М. М., Пугачева И. Г., Кильческий А. В. Изучение эко-

логической стабильности и адаптивной способности гетерозисных гибридов томата с повышенной лежкостью плодов в открытом грунте // *Вестник Белорусской государственной академии*. – 2019. – № 3. – С. 128–132.

6. Тороп А. А., Чайкин В. В., Мамедов Р. З., Филатова И. А. Влияние типов цитоплазматической мужской стерильности на свойства озимой ржи // *Аграрная наука*. – 2014. – № 3. – С. 17–18.
7. Франковская М. Т., Папазов Д. Ю., Огняник Л. Г. Влияние разных типов ЦМС на продуктивность гибридов // *Кукуруза и сорго*. – 1995. – № 3. – С. 4–5.
8. Chandra-Shekhara A. C., Prasanna B. M., Singh B. V., Unnikrishan K. V., Seetharam A. Effect of cytoplasm and cytoplasm-nuclear interaction on combining ability and heterosis for agronomic traits in pearl millet {*Pennisetum glaucum* (L) Br.R}. *Euphytica*. – 2007. – № 153. – P. 15–26.
9. Эльконин Л. А., Кожемякин В. В., Ишин А. Г. Использование новых ЦМС-индуцирующих цитоплазм для создания скороспелых линий сорго с мужской стерильностью // *Доклады РАСХН*. – 1997. – № 2. – С. 7–9.
10. Kibalnik O., Semin D., Gorbunov V., Zhuzhukin V., Efremova I., Kukoleva S., Starchak V., Arhipov A., Kameneva O. Directions of breeding of grain sorghum in the Lowel Volga region of Russia // *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. – 2017. – № 1. – P. 226–229.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 267 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., Агропромиздат, 2011. – 352 с.
13. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ AGROS, версия 2.09.: руководство пользователя / С. П. Мартынов. – Тверь, 1999. – 90 с.
14. Бычкова В. В., Эльконин Л. А. Влияние типа стерильной цитоплазмы на урожайность зерна, биомассу и содержание белка у гибридов зернового сорго. – *Таврический вестник аграрной науки*. – 2017. – № 1 (9). – С. 37–44.

УДК 633.111:321 631.524.7

Микрометоды оценки качества зерна мягкой и твердой пшеницы: седиментационный тест

Micromethods for assessing the quality of grain of soft and durum wheat: sedimentation test

О. В. КРУПНОВА

ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока,
г. Саратов
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

O. V. KRUPNOVA

Agricultural Research Institute
of South-East Region, Saratov
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Требования к качеству новых сортов пшеницы непрерывно возрастают. Начальные звенья селекционных циклов, пре-бридинг и поисковые исследования нуждаются в микрометодах оценки качества зерна. В обзоре обобщены результаты исследований в разных странах двух седиментационных микротестов — метода Zeleny и SDS. Показано, что каждый из них характеризует разные стороны реологии клейковины в муке и семолине.

Ключевые слова: пшеница, метод Zeleny, SDS-объем.

The quality requirements for new wheat varieties are continuously increasing. Micromethods for assessing grain quality in the initial stages of breeding cycles, pre-breeding and exploratory research are necessary. The results of a study in different countries of two sedimentation microtests (Zeleny method and SDS method) are summarized in this review. Both methods objectively characterize different aspects of the rheology of gluten in flour and semolina.

Key words: wheat, Zeleny method, SDS-volume.

Введение

Пшеница является одним из трех важнейших злаков. Благодаря высокому содержанию в зерне ценного белка (до 14–16% и выше) уникальным свойствам клейковины и высокой адаптивности пшеница стала самой распространенной культурой в мире, в том числе и в России. Она представлена главным образом видом мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и в меньшей мере — видом твердой пшеницы (*T. durum* = *T. turgidum* L. var. *durum*). Что касается других видов пшеницы, то их роль в растениеводстве почти не заметна.

Мировое производство пшеницы достигает 700 и более миллионов тонн в год. Спрос на нее непрерывно возрастает, особенно на сорта твердой и мягкой пшеницы. Мягкая пшеница используется для выпечки хлеба, изготовления макарон, лапши, бисквитов и различных других продуктов. Твердая пшеница служит сырьем прежде всего для изготовления макарон, спагетти и других бездрожжевых продуктов.

Качество зерна пшеницы определяется многими признаками, среди которых главными являются содержание, состав белка и клейковины, детерминируемые генотипом со-

рта и условиями окружающей среды. В составе белков на первом месте (в процентном соотношении) обычно находятся глиадины, на втором — глютенины, на третьем — глобулины и на четвертом — альбумины [1, 2].

Благодаря эластичности, вязкости, упругости, растяжимости и газодерживающей способности клейковина позволяет создавать огромное разнообразие хлебных изделий и многих других продуктов. Все эти физические характеристики теста связаны главным образом с полиморфизмом глютеинов [3] и глиадинов.

В раскрытии генетики качества зерна пшеницы выдающаяся роль сыграло использование детергента додецилсульфата натрия (sodium dodecyl sulfate, SDS) и электрофореза в SDS-PAGE (sodium dodecyl sulfate-PAGE (SDS-PAGE)). Поскольку глютеин не растворим в растворе SDS и выпадает в осадок, из него затем с помощью электрофореза белков в полиакриламидном геле выделяют и идентифицируют высокомолекулярные (HMW-GS) и низкомолекулярные субъединицы (LMW-GS) и изучают их вклад в реологические и другие признаки качества зерна. К настоящему времени идентифицированы высокомолекулярные глютеины на длинных плечах хромосом 1A, 1B и 1D [4, 5].

Компоненты клейковинных белков и их генетический контроль

Компонент	%	Локус	Хромосома
Глютеин			
Высокомолекулярные HMW-GS	10–15	<i>Glu-1</i>	1AL, 1BL, 1DL
Низкомолекулярные LMW-GS	20–35	<i>Glu-3</i>	1AS, 1BS, 1DS
Глиадин			
Глиадины	40–50	<i>Gli-1</i> (γ и ω)	1AS, 1BS, 1DS
		<i>Gli-2</i> (α , β)	6AS, 6BS, 6DS

Различают высокомолекулярные (HMW) и низкомолекулярные (LMW) субъединицы глютеинов. У первых молекулярная масса колеблется от 65000 до 90000, у вторых — от 30000 до 75000. Низкомолекулярные (LMW) подразделяют на три типа: тип LMW-s (serine), LMW-m (methionine) и LMW-i (isoleucine). Гены, детерминирующие образование высокомолекулярного глютеина *Glu-A1*, *Glu-B1* и *Glu-D1*, находятся в длинных плечах хромосом первой группы гомеологов (1AL, 1BL, 1DL). Символ *Glu* сопровождается указанием типа глютеина (x-тип, y-тип) и хромосомной принадлежности. Субъединицы x-типа обычно характеризуются более низкой электрофоретической подвижностью в полиакриламидном геле. По влиянию на каче-

ство клейковины и выпекаемого хлеба все три *Glu-1* локуса располагаются в следующей последовательности: *Glu-D1* > *Glu-B1* > *Glu-A1*. Это правило подтверждает также изучение мутантов, имеющих одну-две делеции [6].

Пшеница должна обеспечивать не только высокий урожай и его качество, но также устойчивость к вредителям, возбудителям болезней, толерантность к засухе, морозам и другим абиотическим стрессорам в сочетании с высокой технологичностью производства и адаптивностью к различным условиям внешней среды. Отсутствие в генофонде возделываемых видов пшеницы нужных генов/признаков, необходимых для решения задач современной селекции, вынуждает обращаться за соответствующими генами к чужеродным видам. В настоящее время в геном мягкой пшеницы перенесены и зарегистрированы гены более чем от 52 видов, в том числе многочисленные аллели генов, которые контролируют качество зерна [7, 8]. Во многих случаях эти аллели/признаки невозможно непосредственно использовать в циклах практической селекции. В целях ускорения и обогащения культивируемой пшеницы новыми аллелями, освобожденными от нежелательных сцеплений, используют пре-бридинг (pre-breeding), включающий различные методы переноса этих аллелей от различных сородичей. Создание коммерческих сортов занимает до 10–12 лет и стоит до 2 млн долларов и более [9].

Чтобы ускорить и удешевить процесс селекции, очень важно проводить оценку гибридных популяций на ранних этапах селекционного процесса (F2–F4), чтобы уже на начальном этапе работы отбраковывать линии с низким качеством зерна. Однако в этих звеньях обычно имеется небольшое количество зерна (не более 2–5 г), которое совершенно недостаточно не только для изготовления и прямой оценки конечной продукции (хлеб, лепешки, спагетти и т. д.), но и для изучения муки, теста, пасты, клейковины на приборах (глютаматик, альвеограф, экстенсограф, фаринограф, миксограф, миксолаб и других).

В этих условиях очень важно иметь такие микрометоды, которые бы на небольших выборках (не более 2–5 г зерна) вполне удовлетворительно, объективно отражали качество конечной продукции, ради получения которой создаются сорта. Известен ряд таких методов, среди которых в селекции используются наиболее часто: метод Зелени (*Zeleny-SV*) [10] и метод SDS-седиментации (или SDS-объема – *SDS-SV*) [11]. Для метода Зелени используют слабый раствор молочной кислоты, а для SDS-метода – кроме кислоты, еще и додецилсульфат натрия. Если для метода Зелени требуется мука тонкого помола [10], то для SDS-метода можно использовать не только различные фракции муки, но также грубо помолотое зерно (цельнозерновая мука/шрот) [12, 13].

Корреляции признаков качества

Многочисленные исследования показали ассоциацию SDS-объема с процентом белка в зерне и процентом белка в муке мягкой и твердой пшеницы [14, 15, 16]. Теснота этой ассоциации зависит от сорта, соотношения между глютелином и глиадином, аллельного состава этих проламинов, а также от взаимодействия генотипа с факторами внешней среды [13]. Снижение содержания глиадина может сопровождаться снижением SDS-объема [17].

Исследования на мягкой пшенице (озимой и яровой) свидетельствуют о значимой ассоциации SDS-объема с признаками качества муки, оцениваемыми на альвеографе [18], миксографе [19–22], фаринографе – [23], а также с такими признаками качества конечной продукции, как объемный выход хлеба [14, 24]. Аналогичные результаты получены также в изучении качества зерна твердой пшеницы [25].

Уже в первых исследованиях на муке отмечена тесная корреляция между SDS-показателем и *Zeleny* объемом [14].

У озимой мягкой белозерной пшеницы SDS-объем значимо коррелировал с высотой миксографа ($r = 0,49$) и с показателем раствороудерживающей способности муки (*Solvent retention capacity*, SRC) в растворе молочной кислоты ($r = 0,88$) [22].

Генетика признаков SDS-объем и *Zeleny*-объем

Наибольший и стабильный эффект локуса QTL SDS-объема, картированный на хромосоме 1BL (*Glu-B1*), последовательно обнаруживается в 6 средах. Дополнительные локусы были обнаружены в 3 средах на хромосоме 6AL и в 2 средах на 6BL, 7AS and 4BS [26].

Анализ 273 сортов и линий мягкой пшеницы селекции СИММИТ показал, что аллель субъединицы *Glu-A3b* значительно сильнее, чем ее альтернативный аллель, повышает SDS-объем [27].

На трансгенных линиях установлено значимое влияние на SDS-объем и качество зерна мягкой и твердой пшеницы генов, контролирующих высокомолекулярные субъединицы глютелинов, – 1Ax1, 1Dx5 и/или 1Dy10 [28, 29]. Введение в геном мягкой пшеницы сорта Anza генов, кодирующих HMW-GS (1Ax1 и 1Dy10), (1Dx5 и 1Dy10) и 1Ax1, 1Dx5 и 1Dy10, обеспечило (по сравнению с сортом Anza) значимое увеличение SDS-объема у трансгенных линий T616, T617 и T618 соответственно, при этом у двух линий значимо возросло также содержание белка в зерне [30].

Влияние 1B/1R транслокации

С середины XX века большое распространение в сортах мягкой пшеницы получила 1B/1R транслокация от ржи, которая во многих случаях (в зависимости от донора) оказывает значимое, как правило, отрицательное влияние на качество теста (липкость, плохая ферментация) и конечных продуктов (выпекаемого хлеба и многих других изделий). Эти нежелательные эффекты во многих случаях сопровождаются значимым снижением SDS-объема [31].

Эти нежелательные свойства теста считаются частично вызванными наличием ω -secalins, которые представляют собой семейство небольших мономерных белков с молекулярным диапазоном 45–50 kD и кодируются генами в локусе *Sec-1* на 1RS [32, 33].

Аналогичное отрицательное влияние 1B/1R транслокация оказывает также на качество твердой пшеницы [33, 34].

В Китае идентифицирован мутант с делецией гена *Sec-1* у 1RS. 1BL линии мягкой пшеницы, который по сравнению с контролем показал улучшение качества таких признаков, как содержание белка, SDS-объем, поглощение воды и других [32].

Генно-инженерная целевая РНК-интерференция секалинов позволила улучшить состав муки у сорта 'Bobwhite', имеющего 1BL. 1RS транслокацию; в данном случае трансформанты по SDS-объему не уступали названному сорту [35].

В индийских сортах твердой пшеницы транслокация 1BL / 1RS не изменяла значения содержания белка в зерне, но значительно снижала SDS-объем [33].

Сравнение 8 изолиний твердой пшеницы в условиях Средиземноморья показало, что 1BL / 1RS повысила содержание белка, но снизила SDS-объем [34].

Влияние внешней среды на SDS-объем

Влияние внешней среды на качество зерна весьма сложное, многоступенчатое, связанное с питанием и обеспечением растений водой и другими ресурсами [36–39]. Азот-

ное удобрение обычно повышает содержание в зерне белка и SDS-объем, при недостатке азота, как правило, сильнее снижается содержание белка, чем качество клейковины, при этом, соответственно, возможно снижение SDS-объема [39].

Неблагоприятная погода в предуборочный период может снижать не только число падения, но также SDS-объем [38].

Во многих странах наблюдается тенденция к усилению ущерба от засухи, нередко сочетаемой с жарой, что может значимо влиять не только на урожай зерна, но также и на его качество [40].

Экстремально высокая температура и дефицит воды, как правило, повышают содержание белка в зерне и муке, но снижают смесительную способность [41].

Отрицательное влияние жары и засухи на SDS-объем выражено значительно слабее, чем на индекс набухания глютенина (swelling index of glutenin-SIG), раствороудерживающую способность муки раствора молочной кислоты (lactic acid retention capacity – LARC), показатели альвеографа и миксографа [41–42].

Засуха в сочетании с засолением почвы значимо повышает содержание в зерне белка, клейковины и SDS-объем у твердой пшеницы [43].

В зависимости от условий произрастания *Rht*-аллели могут значимо влиять на SDS-объем как положительно, так и отрицательно [44, 45, 37].

Влияние клопа вредная черепашка

Во многих странах Центральной Азии, Ближнего и Среднего Востока, а также в РФ на Северном Кавказе, в Нижнем и Среднем Поволжье большой ущерб урожаю и качеству зерна пшеницы наносят клопы: клоп вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Puton.), маврский клоп (*E. maura* L.) и австрийский клоп (*E. austriacus* Schr.) [46, 47]. Их протеолитические ферменты, остающиеся в поврежденном зерне, значимо снижают качество муки, теста/семолины и конечных продуктов. Выпечка – хлеб, булочки и другие изделия имеют небольшой объем и неприятный аромат. Одним из наиболее простых методов определения повреждения зерна названными клопами являются седиментационные тесты – SDS-объем [48–50] и Зелени объем [51, 52]. Выявлены области хромосом и предполагаемых генов, связанных с резистентностью к клопу на хромосомах 2D, 4B и 5B [53].

Заключение

SDS- и Zeleny-седиментационные методы свыше полувека используют в теоретических исследованиях, пребридинге и практической селекции мягкой пшеницы [11, 14, 54, 55, 56] и твердой пшеницы [19, 25, 57, 58, 59]. Поскольку данные SDS-объема положительно коррелируют с содержанием белка, в отборе из популяций высокобелковых линий на хлебопекарное качество это следует учитывать [60]. Этот принцип рекомендуется использовать и при опоре на данные Zeleny-объема. В последнее время в США в отборе мягкой пшеницы для изготовления белой соленой лапши в качестве стандарта принят метод раствороудерживающей способности муки (Solvent retention capacity, SRC). Сравнение трех микрометодов: А) раствороудерживающей способности муки (Solvent retention capacity, SRC); Б) SDS-объема (SDS Sedimentation, SDSS) и В) индекса набухания глютенина (Swelling Index of Glutenin, SIG) в оценке качества зерна для выпечки хлеба показало, что все они полезны [55], так как каждый из них характеризует разные стороны реологии клейковины из муки или семолины, что важно в производстве дрожжевых и бездрожжевых изделий из разных видов и сортов пшеницы.

Литература

1. Козьмина Н. П. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М. – 1976.
2. Shewry P.R., Halford N. G. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization // *J. Exp. Bot.* – 2002. – V. 53 – P. 947–958.
3. Payne P. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality // *Annu. Rev. Plant Physiol.* – 1987. – V. 38. – P. 41–153. doi:10.1146/annurev.pp.38.060187.00104.
4. Payne P. I., Holt L. M., Jackson E. A., Law C. Wheat storage proteins: their genetics and their potential for manipulation by plant breeding // *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* – 1984 – V. 304. – P. 359–371.
5. Kiszonas A. M., Morris C. F. Wheat breeding for quality: A historical review // *Cereal Chemistry.* – 2018. – V. 95. – P. 17–34.
6. Zhang X., Zhang B-q., Wu H-Y., Lu C.b., Lu Guo-feng, Liu Da-tong, Li Man, Jiang Wei, SONG Gui-hua, GAO De-rong. Effect of high-molecular-weight glutenin subunit deletion on soft wheat quality properties and sugar-snap cookie quality estimated through near-isogenic lines // *Journal of Integrative Agriculture.* – 2017. – V. 16(0). – P. 60345–60347.
7. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. C. // *Catalogue of Gene Symbols for Wheat 2013.*
Available at: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/>
8. Wang D., Zhang K., Dong L., Dong Z., Li Y., Husain A., Zhai H. Molecular genetic and genomic analysis of wheat milling and end-use traits in China: Progress and perspectives // *Crop J.* – 2018. – V. 6. – P. 68–81.
9. Seabourn B. W., Xiao Z. S., Tilley M., Herald T. J., Park S. H. A rapid, small-scale sedimentation method to predict breadmaking quality of hard winter wheat // *Crop Sci.* – 2012. – V. 52. – P. 1306–1315.
10. Zeleny L. A simple sedimentation test for estimating the bread baking and gluten qualities of wheat flour // *Cereal Chem.* – 1947. – V. 24. – P. 465–475.
11. McDermott E. E., Redman DG. Small-scale tests of bread making quality // *FMBRA Bulletin, Mill Baking Res Assoc.* – 1977. – 6. – P. 200–213.
12. Yahata E., Wakako M. F., Zenta N., Yoshihiko Y., Akihiro H., Hisashi S., Masatoshi T., Haruo S. Relationship between the dough quality and content of specific glutenin proteins in wheat mill streams, and its application to making flour suitable for instant Chinese noodles // *Biosci. Biotechnol Biochem.* – 2006. – V. 70. – P. 788–797.
13. Morris C. F., Paszczynska B, Bettge A. D., King G. E. A critical examination of the sodium dodecyl sulfate (SDS) sedimentation test for wheat meals // *J. Sci. Food Agric.* 2007. – V. 87. – P. 607–615.
14. Axford D. W. E., McDermott E. E., Redman D. G. Note on the sodium dodecyl sulfate test of breadmaking quality: comparison with Pelshenke and Zeleny tests // *Cereal Chem.* – 1979. – V. 56. – P. 582–584.
15. Rousset M., Brabant P., Kota R. S., Dubcovsky J., Dvorak J. Use of recombinant substitution lines for gene mapping and QTL analysis of bread making quality in wheat // *Euphytica.* – 2001. – V. 119. – P. 81–87.
16. Крупнова О. В. Качество зерна яровой мягкой пшеницы с транслокациями от сородичей // *Дис... докт. биол. наук.* – Саратов. – 2010. – 335 с.

17. Sánchez-León S., Gil-Humanes J., Ozuna C. V., Giménez M. J., Sousa C., Voytas D. F., Barro F. Low-gluten, nontransgenic wheat engineered with RISPR/Cas9. // *Plant Biotechnol J.* – 2017 Sep 18. doi: 10.1111/pbi.12837.
18. Gaines C. S., Reid J. F., C., Kant V., Morris C. F. Comparison of Methods for Gluten Strength Assessment // *Cereal Chem.* – 2006. – V. 83 (3) – P. 284–286.
19. Dexter J. E., Matsuo R. R., Kosmolak F. G. The suitability of the SDS-sedimentation test for assessing gluten strength in durum wheat // *Can J. Plant Sci.* 1980. – V. 60. – P. 25–29.
20. Oelofse R. M., Labuschagne M. T., C. S. van Deventer. Influencing factors of sodium dodecyl sulfate sedimentation in bread wheat // *Journal of Cereal Science.* – 2010. – V. 52 (1). – P. 96–99.
21. Ma F. Y., Baik B. K. Qualitative effect of added gluten on dough properties and quality of Chinese steamed bread // *Cereal Chem.* – 2017. – V. 94. – P. 827–833.
22. Jernigan K. L., Godoy J. V., Huang M., Zhou Y., Morris C. F., Garland-Campbell K. A., Zhang Z., Carter A. H. Genetic Dissection of End-Use Quality Traits in Adapted Soft White Winter Wheat // *Front. Plant Sci.* – 2018. – V. 9. – P. 271. doi: 10.3389/fpls.2018.00271
23. He Z. H., Yang J., Zhang Y., Quail K. J. Pan bread and dry white Chinese noodle quality in Chinese winter wheats // *Euphytica.* – 2004. – V. 139. – P. 257–267.
24. Li Y. F., Yu Wu, Nayelli Hernandez-Espinosa, Peña R. J. Comparing Small-Scale Testing Methods for Predicting Wheat Gluten Strength Across Environments. // *ССЕМ.* – 2015. – V. 92. – № 3. – P. 231–235. <https://doi.org/10.1094/ССЕМ-07-14-0157-R>
25. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В., Паршикова Т. М., Попова В. М., Цетва Н. М., Шутарева Г. И. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf) // *Аграрный вестник Юго-Востока.* – 2009. – № 3. – С. 34–40.
26. Conti V., Roncallo P. F., Beaufort V., Cervigni G. L., Miranda R., Jensen C. A., Echenique V. C. Mapping of main and epistatic effect QTL associated to grain protein and gluten strength using a RIL population of durum wheat // *J. Appl. Genet.* – 2011. – V. 2. – P. 287–298. doi:10.1007/s13353-011-0045-1
27. Liang D., Tang J., Pena R. J., Singh R., He X., Shen X., Yao D., Xia X., He Z. Characterization of CIMMYT bread wheats for high and low-molecular weight glutenin subunits and other quality-related genes with SDS-PAGE RP-HPLC and molecular markers // *Euphytica.* – 2010. – V. 172. – P. 235–250.
28. Blechl A., Lin J., Nguyen S., Chan R., Anderson O. D., Dupont F. M. Transgenic wheats with elevated levels of Dx5 and/or Dy10 high-molecular-weight glutenin subunits yield doughs with increased mixing strength and tolerance // *J. Cereal Sci.* – 2007. – V. 45. – P. 172–183.
29. Gadaleta A., Blechl A. E., Nguyen S. Stably expressed d-genome-derived HMW glutenin subunit genes transformed into different durum wheat genotypes change dough mixing properties // *Molecular Breed.* – 2008. – V. 22. – P. 267–279.
30. Jeon S., Baik B. V., Kweon M. Solvent retention capacity (SRC) application to assess soft wheat flour quality for making white-salted noodles // *Cereal Chemistry.* – 2019. – V. 96 (3). – P. 497–507.
31. Ma F., Kim J., Cho E., Brown-Guedira G., Park C. S. O., Baik B.-K. HMW-GS composition and rye translocations of U.S. eastern soft winter wheat and their associations with protein strength // *J. of Cereal Science.* – 2019. – V. 89. DOI:10.1016/j.jcs.2019.102799.
32. Li Z., Ren T., Yan B., Tan F., Yang M., Ren Z. A. Mutant with Expression Deletion of Gene Sec-1 in a 1RS.1BL Line and Its Effect on Production Quality of Wheat // *PLoS ONE.* – 2016. – V. 11 (1): e0146943. doi:10.1371.
33. Oak M. D., Tamhankar S. A. 1BL/1RS translocation in durum wheat and its effect on end use quality traits // *J. Plant Biochem. Biotechnol.* – 2017. – V. 26. – P. 91. <https://doi.org/10.1007/s13562-016-0366-6>.
34. Zarco-Hernandez J., Santiveri F., Michelena A., Peña-Bautista R. J. Durum wheat (*Triticum turgidum*, L.) carrying the 1BL/1RS chromosomal translocation: agronomic performance and quality characteristics under mediterranean conditions // *European Journal of Agronomy.* – 2005. – V. 22. – P. 33–43.
35. Blechl A., Beecher B., Vensel W., Tanaka C. RNA interference targeting rye secalins alters flour protein composition in a wheat variety carrying a 1BL.1RS translocation // *J. Cereal Sci.* – 2016. – V. 68. – P. 172–180.
36. Oelofse R. M., Labuschagne M. T., Van-Deventer C. S. Influencing factors of sodium dodecyl sulfate sedimentation in bread wheat // *J. Cereal Sci.* – 2012. – V. 52. – P. 96–99.
37. Casebow R., Hadley C., Uppal R., Addisu M., Loddo S., Kowalski A., et al. Reduced Height (Rht) Alleles Affect Wheat Grain Quality // *PLoS ONE* – 2016. – V. 11 (5): e0156056. doi:10.1371/journal.pone.0156056.
38. Forster S., Ransom J., Manthey F., Rickertsen J., Mehring G. Planting Date, Seeding Rate, and Cultivar Impact Agronomic Traits and Semolina of Durum Wheat. *Amer J. Plant Sciences.* – 2017. – V. 8. – P. 2040–2055. doi: 10.4236/ajps.2017.89137.
39. Hidalgo A., Brandolini A. J. Nitrogen fertilisation effects on technological parameters and carotenoid, tocol and phenolic acid content of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): A two-year evaluation // *Cereal Science.* – 2017. – V. 73. – P. 18–24. doi: 10.1016/j.jcs.2016.11.002.
40. Крупнов В. А. Засуха и селекция пшеницы: системный подход // *Сельскохозяйственная биология.* – 2011. – № 1. – С. 12–23.
41. Li Y., Wu, Y., Hernandez-Espinosa, Pena R. J. The influence of drought and heat stress on the expression of end-use quality parameters of common wheat // *J. Cereal Sci.* – 2013. – V. 57. – P. 73–78.
42. Labuschagne M. T., Moloi J., van Biljon A., van Biljon A. Abiotic stress induced changes in protein quality and quantity of two bread wheat cultivars. // *Journal of Cereal Science.* – 2016. – V. 69. – P. 259–263.
43. Houshmand S., Arzani A., Mirmohammadi-Mai-body S. A. M. Effects of Salinity and Drought Stress on Grain Quality of Durum Wheat // *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* – 2014. – V. 45. – P. 297–308.
44. Lobachev Y. V., Zavarzin A. I., Verticova E. A., Krupnova O. V. Studies and selection of Rht-genes for breeding short-stemmed spring bread wheats of the Volga Region // *Journal of Huazhong Agricultural University.* – 2000. – V. 19. – № 3. – P. 209–212.
45. Alghabari F., Ihsan M. Z., Hussain S., Aishia Gh., Daur I. Effect Rht alleles on wheat grain yield and quality under high temperature and drought stress during booting and anthesis *Environmental Science and Pollution Research // Environ Sci. Pollut Res.* – 2015. –

V. 22. – P.15506. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4724-z>.

46. El Bouhssini M., Street K., Joubi A., Ibrahim Z., Rihawi F. Sources of wheat resistance to Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton, in Syria // *Genetic Resources and Crop Evolution*. – 2009. – V. 56. – P. 1065–1069.

47. Крупнов. В. А. Селекция пшеницы на устойчивость к вредным клопам (*EURYGASTER SPP.*): Нет ли риска? // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2011. – Т. 15. – № 3. – С. 572–578. Krupnov V.A. Wheat breeding for resistance to Sunn pest (*Eurygaster spp.*): Does risk occur? // *Russ. J. Genet. Appl. Res.* – 2012. – V. 2 (1). – P. 79–84.

48. Every D. Relationship of bread baking quality to levels of visible wheat-bug damage and insect proteinase activity in wheat // *J. Cereal Sci.* – 1992. – V. 16. – P. 183–193.

49. Olanca B., Ozay D.S., Koxsel H. Effects of suni-bug (*Eurygaster spp.*)

damage on size distribution of durum wheat (*Triticum durum L.*) proteins // *Eur. Food Res. Technol.* – 2009. – V. 229. – P. 813–820.

50. Blandino M., Marinaccio F., Ingegno B. L., Pansa M. G., Vaccino P., Tavelle, L., Reyneri A. Evaluation of common and durum wheat rheological quality through mixolab analysis after field damage by cereal bugs // *Field Crops Research*. – 2015. – V. 179. – P. 95–102.

51. Kinaci E., Kinaci G. Quality and yield losses due to sunn pest (Hemiptera: Scutelleridae) in different wheat types in Turkey // *Field Crop Res.* – 2004. – V. 89. – P. 187–195.

52. Dizlek H., Islamoglu M. Effects of Sunn Pest (*Eurygaster maura L.* Heteroptera; Scutelleridae) sucking number on physical and physicochemical characteristics of wheat varieties // *J. Appl. Botany and Food Quality*. – 2015. – V. 88. – P. 10. – 15. DOI:10.5073/JAB-FQ.2015.088.003.

53. Emebiri L., El Bousshini M., Tan M.K, Ogbonnya F. C. Field-based screening identifies resistance to Sunn pest (*Eurygaster integriceps*) feeding at vegeta-

tive stage in elite wheat genotypes // *Crop and Pasture Science*. – 2017. – V. 68 (2). – P. 126–133. <https://doi.org/10.1071/CP16355>.

54. Preston K. R., March P. R., Tipples K. H. An assessment of the SDS-sedimentation test for the prediction of Canadian bread wheat quality // *Can. J. Plant Sci.* – 1982. – V. 62 (3). – P. 545–553.

55. Guzman C., Mondal S., Govindan V., Autrique, J. E., Posadas-Romano G., Cervantes F., Crossa J., Vargas M., Singh R. P., Pena R.J. Use of rapid tests to predict quality traits of CIMMYT bread wheat genotypes grown under different environments // *LWT—Food Sci. Technol.* – 2016. – V. 69. – P. 327–333.

56. Kristensen P. S., Jahoor A., Andersen J. R., Orabi J., Janss L., Jensen J. Multi-trait and trait-assisted genomic prediction of winter wheat quality traits using advanced lines from four breeding cycles // *Crop Breed Genet Genom.* – 2019. – V. 1. :e1900010. <https://doi.org/10.20900/cbagg20190010>.

57. Dick J. W., Quick J. S. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines // *Cereal Chem.* – 1983. – V. 60 – P. 315–318.

58. Boehm Jr., J. D., Ibba M. I., Kiszonas A.M., See D. R., Skinner D. Z., Morris, C.F. Identification of genotyping -by-sequencing sequence tags associated with milling performance and end-use quality traits in elite hard red spring wheat

(*Triticum aestivum L.*) // *J. Cereal Sci.* – 2017. – V. 77. – P. 73–83.

59. Fiedler J. D., Salsman E., Liu Y., Michalak de Jimenez M., Hegstad J. B., Chen B., Manthey F. A., Chao S., Xu S., Elias E. M., and Li X. Genome-Wide Association and Prediction of Grain and Semolina Quality Traits in Durum Wheat Breeding Populations // *Plant Genome*. – 2017. – 10. doi:10.3835/plantgenome2017.05.0038.

60. Carter B.P., Morris C.F., Anderson J.A. Optimizing the SDS sedimentation test for end-use quality selection in a soft white and club wheat breeding program // *Cereal Chem.* – 1999. – V. 76. – № 6. – P 907–911. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1999.76.6.907>

УДК 633.854.78:631.527

Окраска язычковых цветков подсолнечника – один из основных элементов декоративных сортов и гибридов

Coloring reed flowers of sunflower is one of the main elements of decorative cultivars and hybrids

С. П. КУДРЯШОВ,
А. Ю. БУЕНКОВ,
Е. А. КОНСТАНТИНОВА,
В. Н. ЧЕХОНИН,
Л. В. СОЛОПЧЕНКО,
О. А. ПОЛЕВАЯ, А. Л. НИКУЛИН,
В. Н. АРХАНГЕЛЬСКИЙ,
А. С. СОННИКОВ
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,
г. Саратов
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

S. P. KUDRYASHOV,
A. U. BUENKOV,
E. A. KONSTANTINOVA,
V. N. CHEHONIN,
L. V. SOLOPCHENKO,
O. A. POLEVAYA, A. L. NIKULIN,
V. N. ARHANGELSKY,
A. S. SONNIKOV
Agricultural Research Institute
of South-East Region, Saratov
e-mail: raiser_saratov@mail.ru

В статье приводятся основные направления использования подсолнечника: масличное, грызовое, кондитерское, кормовое, для получения пектина и спирта, кормовых дрожжей и биомицина, в народной медицине, а также как декоративной культуры.

Изучена аллельность генов окраски язычковых цветков у 4 почти изогенных линий и характер наследований кремовой окраски язычковых цветков в первом, втором поколениях. Описаны элементы декоративности антоциановой окраски цветоложа и язычковых цветков, перспективы их изучения и использования. Делается вывод, что изученные линии подсолнечника обладают широкой цветовой гаммой окраски язычковых цветков и дают большую возможность для селекции новых декоративных сортов и гибридов, в том числе на стерильной основе.

Ключевые слова: подсолнечник, окраска, язычковые цветки, соцветие, декоративный сорт.

The article describes the main areas of use of sunflower: oilseed, gnaw, confectionery, fodder, for the production of pectin and alcohol, fodder yeast and biomycin, in folk medicine, and also as a decorative culture.

We studied the allele of the color genes of reed flowers in 4 almost isogenic lines and the nature of the inheritance of the cream color of reed flowers in the first and second generations. The decorative elements of the anthocyanin coloration of the receptacle and reed flowers, the prospects for their study and use are described. It is concluded that the studied sunflower lines have a wide color gamut of coloration of reed flowers and provide a great opportunity for the selection of new decorative varieties and hybrids, including on a sterile basis.

Key words: sunflower, coloring, ligulate flowers, inflorescence, decorative cultivar.

Введение

Трудно найти другое такое растение, как подсолнечник, по многогранности использования: семена – для получения масла, как грызовые, в кондитерской промышленности, на корм птицам и животным; обмолоченные корзинки – на корм скоту, для получения пищевого пектина, лузга – для получения фурфурола или пищевого спирта, кормовых дрожжей и биомицина, лепестки и листья в народной медицине, кроме этого, лепестки используют как добавку к чаю [2, 3, 4, 6]. Цветущий подсолнечник хороший медонос. По характеру использования подсолнечник подразделяется на грызовую, масличную, силосную, декоративную.

В настоящее время основное внимание уделяется селекции сортов и гибридов масличного типа. В последнее время появился спрос на сорта и гибриды декоративного направления. Их используют для украшения садов, парков, приусадебных участков. Селекцией декоративного подсолнечника занимаются в Германии, Голландии, США, Украине и России. Вот основные направления использования декоративного подсолнечника: для срезки, горшечное направление, ландшафтное.

В Европе подсолнечник декоративный уже давно украшает клумбы и используется при составлении цветочных композиций, наши же цветоводы открыли для себя этот привлекательный солнечный цветок сравнительно недавно. Чаще всего *Helianthus* высаживают вдоль забора в качестве декоративной живой изгороди, эффектно он смотрится и при оформлении многоуровневой клумбы или в виде отдельной большой группы в цветнике. Миниатюрные сорта декоративного подсолнечника можно высаживать в вазоны, а также использовать на срез для ярких букетов [8].

Растения подсолнечника обладают большим арсеналом декоративных элементов: это форма и окраска язычковых цветков, размер и количество корзинок на стебле и их расположение в пространстве, высота и окраска стебля, количество боковых побегов их длина и место расположения на центральном стебле, форма окраска и количество листьев, окраска цветоложа, длина вегетационного периода. Соцветие подсолнечника (корзинка) является основным декоративным элементом. Окраска язычковых цветков помогает насекомым находить растения и опылять их. Окраска язычковых цветков может быть от почти белой до красной.

Е. М. Плачек по окраске краевых цветков были получены следующие типы: желтая, палевая, оранжевая, красная, красно-желтая, желто-красная, покраснение, винно-красная [5].

В лаборатории масличных культур ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока собрана коллекция подсолнечника, затрагивающая различные морфологические признаки. В настоящее время была поставлена задача по изучению наследования нестандартных морфологических признаков для их использования в создании новых сортов и гибридов декоративного подсолнечника.

Материал и методы

В качестве объектов исследования использовали наборы почти изогенных моногенных и дигенных линий подсолнечника, имеющих лимонную, бело-желтую, зелено-желтую, кремовую окраски язычковых цветков (рис. 1–5):

- Л1- ЮВ-28Б st (линия с желтой окраской язычковых цветков);
- Л2- ЮВ-28Б I (линия с лимонной окраской язычковых цветков);
- Л3- ЮВ-28Б Ia (линия с бело-желтой окраской язычковых цветков);
- Л4- ЮВ-28Б pa (линия с зелено-желтой окраской язычковых цветков);
- Л5 ЮВ-28Б cr (линия с кремовой окраской язычковых цветков).



Рис. 1. Л1 – ЮВ 28Б st (линия с желтой окраской язычковых цветков).



Рис. 2. Л2—ЮВ 28Б I (линия с лимонной окраской язычковых цветков).



Рис. 3. Л3 – ЮВ 28Б Ia (линия с бело-желтой окраской язычковых цветков).



Рис. 4. Л4—ЮВ28Б pa (линия с зелено-желтой окраской язычковых цветков).



Рис. 5. Л5—ЮВ28Бcr (линия с кремовой окраской язычковых цветков).

Перед посевом в почву вносили гербицид гамбит в дозе 2,5 кг/га. Посев проводили вручную пунктирным способом с размещением растений в гнездо размером 70x35 см с нормой высева 40 тыс. растений на 1 га. Рядок включал в себя 13 гнезд. Уход за посевами заключался в проведении междурядной культивации и ручной прополки.

Изучаемый материал высевался в поле блоками. Каждый блок включал в себя: P1, P2, F1, F2. Величина выборки составляла для P1, P2, F1 не менее 20, а для F2 – не менее 200 растений. Скрещивания подсолнечника проводили по методике, разработанной в лаборатории масличных культур ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока. Во время цветения проводили визуальную оценку наследования окраски язычковых цветков. Результаты подвергали статистической обработке. Проверка соответствия теоретического и фактического расщепления гибридов второго поколения проводилась методом χ^2 (хи-квадрат).

Результаты исследований

Для изучения аллельности генов изучаемых линий скрещивания проводили по следующим комбинациям: Л2xЛ5, Л3xЛ5, Л4xЛ5. В первом поколении скрещивания Л5xЛ1 все растения имели желтую окраску язычковых цветков, т. е. желтая окраска доминировала над кремовой. Анализ расщепления гибридов в F₂, показал, что фактическое расщепление соответствует теоретическому ожидаемому 9:3:3:1 для дигибридного наследования (табл. 1). Значит, проявление различной окраски язычковых цветков контролируют неаллельные рецессивные гены.

Таблица 1

Расщепление F₂ по окраске язычковых цветков подсолнечника

Комбинация скрещивания	Расщепление								Оценка гипотезы 9:3:3:1, χ^2
	фактическое				теоретическое				
	A-B-	A-вв	aaB-	aавв	A-B-	A-вв	aaB-	aавв	
Л2xЛ5	190	50	52	18	173,5	54,5	54,5	18,3	2,52
Л3xЛ5	224	63	67	22	208,5	68,5	68,5	22,1	1,9
Л4xЛ5	197	56	61	17	189,6	61,5	61,5	19,6	2,6
$\chi^2_{теор.} = 7,8$									

В процессе гибридизации были отобраны дигенные формы по окраске язычковых цветков ЮВ 28Б cr /Ia, ЮВ 28Б cr /I, ЮВ 28Б cr /pa.

В результате скрещивания линии с кремовой окраской язычковых цветков и линии с бело-желтой окраской язычковых цветков получили во втором гибридном поколении формы, имевшие светло-желто-кремовые краевые цветки (рис. 6, 6.1, 6.2).



Рис. 6. ♀ ЮВ28Б cr.



Рис. 6.1. F₂ ЮВ28Б cr /Ia.



Рис. 6.2. ♂ ЮВ28Б Ia

При проведении гибридизации линий ЮВ 28Б cr и ЮВ 28Б I в F₂ были отобраны растения с кремово-лимонной окраской язычковых цветков (рис. 7, 7.1, 7.2).



Рис. 7. ♀ ЮВ285 cr. Рис. 7.1. F₂ ЮВ285 cr/l. Рис. 7.2. ♂ ЮВ285 l.

При гибридизации линии с кремовой окраской язычковых цветков и линии с зелено-желтой окраской язычковых цветков отобрали растения F₂ гибридной популяции с кремово-зелено-желтой окраской краевых цветков (рис. 8, 8.1, 8.2).



Рис. 8. ♀ ЮВ285 cr. Рис. 8.1. F₂ ЮВ285 cr/ра. Рис. 8.2. ♂ ЮВ285 ра.

По результатам проведенного гибридологического анализа были установлены следующие генотипы (табл. 2).

Таблица 2

Почти изогенные линии подсолнечника

Почти изогенная линия	Ген	Генотип	Окраска язычковых цветков
ЮВ-285cr	cr	LLLalaPaPaOOcr	кремовая
ЮВ-285cr/la	la, cr	LLlalaPaPaOOcr	светло-желто-кремовая
ЮВ-285l/cr	l, cr	llLaLaPaPaOOcr	кремово-лимонная
ЮВ-285 cr/ра	cr,ра	LLLalapaPaOOcr	кремово-зелено-желтая

Наибольший интерес представляют растения с антоциановой окраской. Антоциановая окраска – признак стабильный, хотя интенсивность его проявления зависит от ряда факторов: агротехники, погодных условий, фазы развития. За проявление антоциановой окраски язычковых цветков отвечает один доминантный ген G [7]. У линии ВИР 448 выделены два доминантных гена с промежуточным характером наследования [1].

По мнению Leclerq P., ген G (гайлардия), контролирующей антоциановую окраску краевых цветков, имеет моногенный тип наследования с доминантным проявлением [10]. А. Kovacik V. и Skaloud считают, что 3 доминантных гена Fa, обуславливают красный цвет язычковых цветков [9]. В лаборатории масличных культур продолжается работа по переводу линий с антоциановой окраской в почти изогенные линии с целью дальнейшего изучения характера наследования.

На рис. 9 приведены соцветия подсолнечника с антоциановой окраской цветоложа и различной интенсивностью окрашивания язычковых цветков.

Выводы

В результате проведенных исследований по изучению наследования лимонной, бело-желтой, зелено-желтой, кремовой окрасок язычковых цветков можно утверж-

дать, что линии ЮВ-285 l, ЮВ-285 la, ЮВ-285 ра, ЮВ-285 cr, а также дигенные формы подсолнечника обладают широкой цветовой гаммой окраски язычковых цветков и дают большую возможность для селекции новых декоративных сортов и гибридов, в том числе на стерильной основе. Характер наследования антоциановой окраски краевых цветков подлежит дальнейшему изучению.



Рис. 9. Соцветия подсолнечника с антоциановой окраской.

Литература

1. Ведмедева Е. В. Новые маркерные морфологические признаки подсолнечника / Е. В. Ведмедева, В. В. Толмачев // НТБ ВНИИМК. – Краснодар, 2001. – Вып. 124. – С. 31–33.
2. Гаврилова В. А. Подсолнечник / В. А. Гаврилова, И.Н. Анисимова. – СПб, 2003. – 209 с.
3. Горбунов Т. А. Лечение растениями / Т. А. Горбунов. – Москва, 1994. – 303 с.
4. Морозов В. К. Подсолнечник / В. К. Морозов // Изд. 2-е, переработ. Саратов, 1959. – 228 с.
5. Плачек Е. М. Селекция подсолнечника / Е. М. Плачек // Селекция и семеноводство, № 8, 1936. – С. 10-15.
6. Растения в медицине // Саратовский государственный университет. – 1983. – 440 с.
7. Cockerell T. D. The marking factor in sunflowers / T. D. Cockerell, J. Hered. – 1915. – 6. – P. 542–545.
8. <http://stylishgarden.ru/podsolnechnik-dekorativnyj-yarkie-solnechnye-kraski-v-vashem-sadu>
9. Kovacik A. Collection of sunflower marker genes available for genetic studies / A. Kovacik, V. Skaloud // Helia. – 1980. – V. 3. – P. 296–299.
10. Leclerq P. Heredite de quelques caracteres qualitatifs chez le tournesol / P. Leclerq // Ann. Amelior. Plant. – 1968. – № 18 – P. 307–315.

УДК 633.1:631.526:004.42

Программное обеспечение адаптивного подбора сортов и гибридов зерновых культур

Adaptive selection software grain varieties and hybrids

А. В. ГОСТЕВ, А. И. ПЫХТИН

Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии – структурное подразделение ФГБНУ «Курский ФАНЦ», г. Курск
e-mail: Gostev@kurskfarc.ru

A. V. GOSTEV, A. I. PYKHIN

All Russian research institute of arable farming and soil erosion control, unit of the Federal Agricultural Kursk Research Center
e-mail: Gostev@kurskfarc.ru

Приведены результаты научно-исследовательской работы по цифровизации сельского хозяйства. Авторами разработаны принципы и алгоритмы адаптивного подбора сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, создано программное обеспечение. Данные инструменты позволяют оперативно подобрать сорт или гибрид зерновой культуры исходя из почвенно-климатических параметров, желаемой продуктивности и качества получаемого зерна. Показан алгоритм работы с программами на базе различных операционных систем. Доказана целесообразность и рентабельность использования программного обеспечения для сельскохозяйственного производства России.

Ключевые слова: сорт, гибрид, сельскохозяйственные культуры, программа.

The results of research work on the digitalization of agriculture are presented. The authors developed the principles and algorithms of adaptive selection of varieties and hybrids of agricultural crops, created software. These tools allow you to quickly select a variety or hybrid of grain crops, based on soil and climatic parameters, desired productivity and quality of the resulting grain. An algorithm for working with programs based on various operating systems is shown. The expediency and profitability of using software for agricultural production in Russia has been proved.

Key words: variety, hybrid, crops, program.

Введение

В получении устойчивых урожаев, улучшении качества продукции, повышении экономической эффективности ведущих зерновых культур значительная роль принадлежит сорту [1].

К сожалению, основной целью отечественной селекции зерновых культур до сих пор в большинстве случаев остается повышение продуктивности. С другой стороны, опыт сельскохозяйственных предприятий Российской Федерации, Республик Беларусь и Казахстан, а также других государств мира с хорошо развитой рыночной экономикой показал, что увеличение производства высококачественного зерна возможно только при постоянном сортообновлении [2].

В условиях рыночной экономики товаропроизводителям нужны сорта, отвечающие конкретным требованиям производства. Сорт выступает как инновация, а сортосмена – как эффективное направление инновационного процесса [3].

Однако всегда следует помнить, что по мере повышения потенциальной продуктивности увеличивается разрыв между минимальной и максимальной урожайностью и усиливается экологическая зависимость создаваемых сортов от почвенно-климатических условий территорий, на которых планируется их возделывание [4]. Возможно, именно поэтому сельхозтоваропроизводителям до сих пор не удается в полной мере реализовать биологический потенциал современных сортов и гибридов зерновых культур интенсивного типа. Одной из основных причин такого положения является несоответствие используемых сортов и гибридов почвенно-климатическим и агротехнологическим особенностям при ведении сельского хозяйства [5].

Как известно, вклад сорта в повышение продуктивности зерновых культур может составлять до 20%, а при наступлении неблагоприятных погодных условий (аномально холодные зимы, засухи, вспышки болезней и вредителей) вклад может превысить и 50%. Следовательно, наряду с селекционной работой, направленной на повышение общей продуктивности зерновых культур, необходимо создание новых сортов с высоким генетическим потенциалом производительности, адаптивностью к конкретным почвенно-климатическим условиям и нацеленным на получение зерна высокого качества, тем самым успешно отвечая на вызовы, стоящие перед современной селекцией [6].

В идеальных условиях из зерна современных сортов и гибридов должны быть получены функциональные продукты питания, а высокая степень реализуемости биологического потенциала урожайности возделываемых культур должна быть обеспечена за счет адаптивного научно обоснованного подбора исходя из сложившихся условий окружающей среды и устойчивости к основным болезням и вредителям.

На практике же основными показателями сортов и гибридов для сельхозтоваропроизводителей являются урожайность зерна и его качество и надежда на то, что при применении агротехнологий интенсивного типа влияние условий окружающей среды снижается. Однако при данном варианте не учитывается значительный ресурсосберегающий эффект при адаптивном подборе сортов и гибридов, проявляющийся в снижении потребности в минеральных (прежде всего азотных) удобрениях, средствах защиты растений и прочих сопутствующих затратах [7]. Кроме того, на текущий момент применяемые агротехнологии не способны в значительной мере ускорить созревание культуры либо в полной мере обеспечить толерантность к рецессив-

ным сортовым признакам (например, к прорастанию спелых зерен в колосе озимой пшеницы при затяжных осадках).

Таким образом, для обеспечения количественного и качественного роста показателей выращиваемой продукции с целью получения функциональных продуктов питания, повышения эффективности и производительности агропромышленного комплекса, экономического роста и продовольственной безопасности нашей страны необходимо производить адаптивный научно обоснованный подбор сортов и гибридов возделываемых сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических и агротехнологических особенностей при ведении сельского хозяйства.

Цель, задачи и методика исследований

Целью проводимых на базе лаборатории адаптивных агротехнологий и средств их механизации Курского федерального аграрного научного центра научных исследований являлась разработка принципов и алгоритмов адаптивного подбора сортов и гибридов колосовых, зернобобовых и крупяных культур, а также создание специализированного программного обеспечения в рамках комплексных научных исследований по созданию научно обоснованной системы поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высокопродуктивных адаптивных технологий возделывания зерновых культур для различных условий Европейской части Российской Федерации (грант президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-1064.2018.11). Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1) анализ и обобщение данных Всероссийской сельскохозяйственной переписи, проходившей в 2016 году относительно перечня и площадей под ведущие зерновые культуры в Европейской части России [8], а также Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию на данной территории [9], относительно перечня сортов и гибридов зерновых культур и их характеристик;

2) выявление ключевых требований к сорту или гибриду основных зерновых культур, позволяющих произвести адаптивный научно обоснованный подбор с учетом почвенно-климатических и агротехнологических особенностей при ведении сельского хозяйства;

3) разработка структуры, математической модели и алгоритма функционирования нормативно-справочной базы данных программного обеспечения по рациональному выбору современных сортов и гибридов зерновых культур;

4) разработка программного обеспечения «Программа для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур» в виде одноименной программы для ЭВМ, Web-приложения выборсорта.рф и приложения для смартфонов с операционной системой Android «Зерновые культуры: подбор сортов и гибридов»;

5) апробация и государственная регистрация разработанного программного обеспечения.

При проведении исследований использовали системный подход, логический и математический анализ накопленного материала, метод экспертных оценок, теорию систем управления базами данных, методологию проектирования информационных систем.

Объект исследования – сорта и гибриды ведущих зерновых культур Европейской части РФ, методология формирования научно обоснованного выбора которых заключалась в комплексной оценке соответствия требуемых значений хозяйственных и биологических показателей нормативным значениям, характеризующим сорта и гибриды, внесенные в банк данных по заданному региону возделывания.

Результаты исследований

Исходя из результатов анализа данных Всероссийской сельскохозяйственной переписи, проведенной в 2016 году [8], наибольшие посевные площади в Европейской части Российской Федерации занимают следующие зерновые культуры: пшеница (27,8 млн га), ячмень (8,4 млн га), овес яровой (3,0 млн га), кукуруза на зерно (2,9 млн га), рожь озимая (1,3 млн га), гречиха (1,2 млн га), горох посевной (1,1 млн га), просо посевное (0,4 млн га). Для данных культур и проводились дальнейшие исследования, так как остальные зерновые культуры занимали площади менее 0,4 млн га.

Последующий анализ, обобщение и систематизация перечня сортов и гибридов основных зерновых культур, введенных в Государственный реестр селекционных достижений [9] и допущенных к использованию на территории Европейской части Российской Федерации преимущественно за период с 2007-го по 2018 годы, позволил сформировать банк данных, состоящий из 550 наименований.

Исходя из того, что каждый сорт/гибрид индивидуален и обладает определенными характеристиками (регион допуска, фенологические особенности, назначение, устойчивость к болезням, вредителям и так далее), для каждого наименования нами были подготовлены справочные данные, содержащие информацию о таких характеристиках (рис. 1).

Культура	Просо посевное (<i>Panicum miliaceum</i> L.)
Сорт	Саратовское желтое
Внесен в Госреестр селекционных достижений в ...	2009 году
Регион допуска	Центральный, Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский, Средневолжский, Нижневолжский регион
Оригинаторы	ФГБНУ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЮГО-ВОСТОКА*
Описание*	Разновидность аурум. Антоциановая окраска колосковой чешуи отсутствует. Метелка средней длины, сжатая, среднепонижающая. Веточки относительно главной оси метелки отходят в нижней части. Зерновка округлая, цветковые пленки темно-кремовые или темно-желтые. Рекомендован для возделывания в Ставропольском крае, Курской, Пензенской, Волгоградской, Саратовской областях.
Характеристика сорта*	Среднеспелый, вегетационный период 65-95 дней, созревает одновременно со стандартом Саратовское 10 или на 2-4 дня позднее. Устойчивость к полеганию и осыпанию высокая. Отличается высокой адаптацией к крайне отрицательным проявлениям погодных условий. Технологические и кулинарные качества очень высокие. Окраска нешлифованного зерна желтая. Масса 1000 зерен 7,6-8,9 г. Ценный по качеству.
Средняя урожайность*	16,2-27,2 ц/га
Устойчивость к болезням и вредителям*	По данным заявителя, устойчив к 1 и 2 расам головни.

* - по данным Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию, 2017 год, I том, издаваемый ФГБУ "Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений" (<http://reestr.gosstr.com/reestr/sort/9359392>)

Рис. 1. Пример справочных данных сорта проса посевного Саратовское желтое.

Затем по результатам обобщения полученной справочной информации были разработаны критерии выбора современных сортов и гибридов зерновых культур из имеющегося перечня. Их основу составили: допустимый регион возделывания, средняя урожайность (по результатам гос-сортиспытаний), период созревания сорта/гибрида, отношение к засухе (для озимых – к морозу), устойчивость к полеганию и осыпанию, болезням и вредителям, качественные показатели выходной продукции. Для каждого критерия были сформированы нормативы в нескольких градациях, позволяющих наиболее адаптивно и, соответственно,

научно обоснованно подбирать сорта/гибриды зерновой культуры.

Разработанные критерии выбора сортов и гибридов, а также подготовленные и систематизированные справочные данные легли в основу при формировании блоков исходных данных, а также нормативной и справочной информации структуры базы данных программы для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур (рис. 2), что позволило в дальнейшем приступить к созданию математической модели и алгоритма функционирования разрабатываемого нами программного обеспечения.

Для большего охвата потенциальных пользователей и удобства (доступности) работы с «Программой для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур», в рамках данной научно-исследовательской работы было решено на основе разработанных математической модели и алгоритма работы Программы создать комплексное программное обеспечение [10] в виде программы для ЭВМ, Web-приложения и приложения для смартфонов. Программа для ЭВМ разрабатывалась на базе технологической платформы 1С: Предприятие 8.3, данные из которой автоматически передаются в базу данных MySQL Web-интерфейсов, расположенных по адресу www.выборсорта.рф и впоследствии адаптированных и трансформированных в приложение для мобильных устройств, работающих на операционной системе Android «Зерновые культуры: подбор сортов и гибридов». Причем если говорить о мобильном приложении, то это первая отечественная разработка государственного бюджетного научного учреждения в отрасли земледелия и растениеводства для мобильных электронных устройств с операционной системой Android.

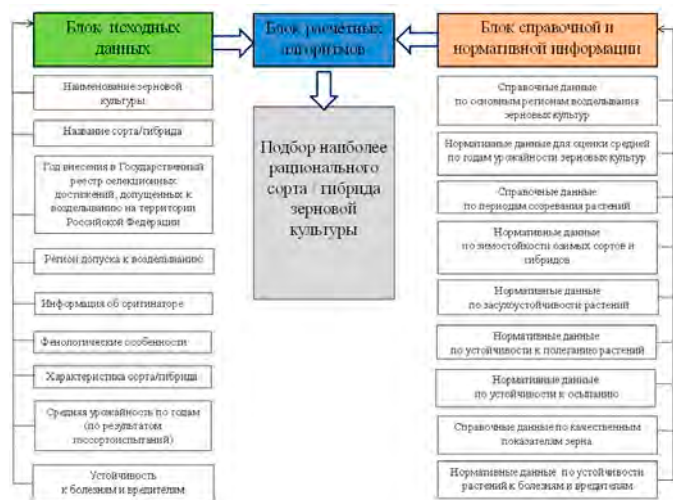


Рис. 2. Структура базы данных программы для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур.

Последовательность научно обоснованного подбора сортов и гибридов зерновых культур максимально упрощена и заключается в проведении всего двух этапов:

1) в рабочем режиме авторизованный пользователь выбирает из 12 наименований (пшеница и ячмень различных форм, горох, гречиха, кукуруза на зерно, овес яровой, просо, рожь озимая) интересующую его зерновую культуру (рис. 3);

2) для выбранной культуры указывает планируемый регион возделывания и значения необходимых ему показателей (рис. 4).

На основе указанных значений показателей и выбранного региона Европейской части Российской Федерации пользователь получает список рекомендуемых сортов/гибридов,

соответствующих либо частично соответствующих введенному запросу (рис. 5) с возможностью дальнейшего ознакомления с их описанием.

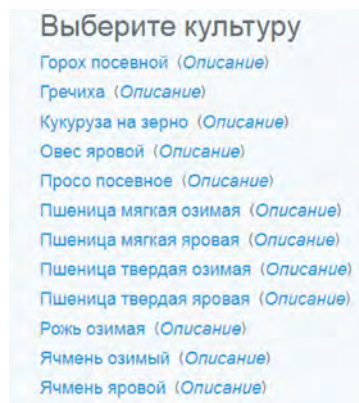


Рис. 3. Окно выбора культуры Программы для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур (первый этап).

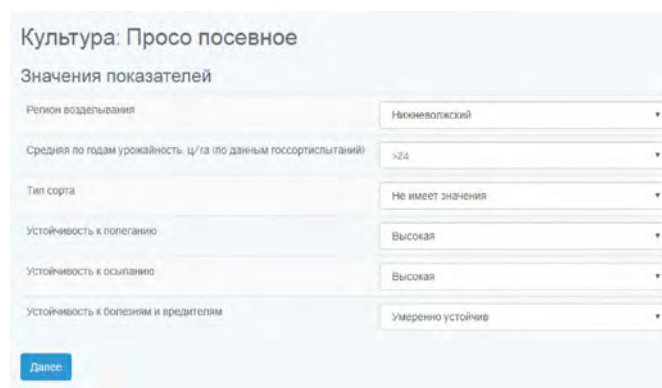


Рис. 4. Пример ввода значений показателей для подбора сорта проса посевного для Нижнее-Волжского региона с помощью Программы для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур.

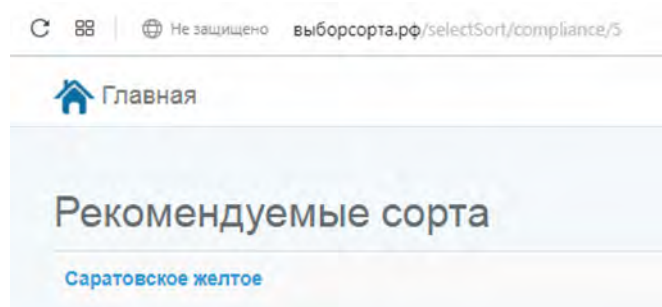


Рис. 5. Результат подбора сорта проса посевного на основе указанных значений показателей для Центрального региона с помощью Программы для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур.

Выводы

В результате проведенной научно-исследовательской работы были разработаны принципы и алгоритмы адаптивного подбора сортов и гибридов колосовых, зернобобовых и крупяных культур, а также создано специализированное программное обеспечение «Программа для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур» в виде одноименной программы для ЭВМ, Web-приложения www.выборсорта.рф и приложения для смартфонов с операционной системой Android «Зерновые культуры: подбор сортов и гибридов», позволяющие оперативно решить про-

блему подбора наиболее целесообразного сорта или гибрида зерновой культуры исходя из указанных пользователем значений параметров как по устойчивости к неблагоприятным погодным условиям, так и по урожайности и качеству получаемого зерна, т. е. подобрать сорт и гибрид, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим и хозяйственным условиям, а также целевым запросам сельхозтоваропроизводителей, способствуя повышению рентабельности производства без существенного повышения суммарных производственных затрат.

Литература

1. Боме А. Я., Боме Н. А. Некоторые проблемы подбора сортов зерновых культур для экстремальных условий сельскохозяйственной зоны Тюменской области [Текст] / Современные наукоемкие технологии, 2007. – № 2. – С. 60–61.
2. Толоконников В. В., Новиков А. А., Кошкара Т. С., Иленева С. В. Методы селекции и семеноводства сои в условиях орошения [Текст] / Известия Нижне-Волжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2017. – № 3 (47). – С. 86–90.
3. Алабушев А. В. Сорт как фактор инновационного развития зернового производства / Зерновое хозяйство. – 2011. – № 3. – С. 7–15.
4. Регистр технологий возделывания зерновых культур для Центрального Черноземья [Текст] /

Г. Н. Черкасов, И. Г. Пыхтин, А. В. Гостев и др. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2013. – 249 с.

5. Пыхтин И. Г., Гостев А. В., Нитченко Л. Б. Теоретические основы систематизации обработок почвы в агротехнологиях нового поколения [текст] / Земледелие, 2015. – № 5. – С. 13–15.

6. Черкасов Г. Н., Масютенко Н. П., Пыхтин И. Г. и др. Научно-практические основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия Курской области [Текст] / Курск, 2017. – 188 с.

7. Сычев В. Г., Лошаков В. А., Романенков В. А. Бюллетень географической сети опытов с удобрениями [текст] / Москва, 2015. – Выпуск 18. – 44 с.

8. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года (В 8 т.) / Федеральная служба гос. статистики. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. – Т. 1. – 458 с.

9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 504 с.

10. Гостев А. В., Пыхтин А. И., Алимли Д. А. Программа для научно обоснованного выбора сортов и гибридов зерновых культур / Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2019614607 от 9.04.2019.

Работа выполнена в рамках Гранта президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-1064.2018.11.

УДК 631.582:631.416.1:551.458

Влияние агротехнологий на формирование урожая сортов озимой пшеницы в 2019 году

The impact of agricultural technologies on the formation of the harvest of winter wheat varieties in 2019

Л. Б. САЙФУЛЛИНА,
З. М. АЗИЗОВ, А. Д. ЗАВОРОТИНА,
И. Г. ИМАШЕВ, Н. В. АЛМАНОВА
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,
г. Саратов,
e-mail: saifullinalb@mail.ru

L. B. SAIFULLINA,
Z. M. AZIZOV, A. D. ZAVOROTINA,
I. G. IMASHEV, N. V. ALMANOVA
Agricultural Research Institute
of South-East Region, Saratov
e-mail: saifullinalb@mail.ru

В засушливых условиях вегетации озимой пшеницы в 2019 г. по девяти вариантам основной обработки почвы с внесением азотного удобрения и без его применения проводилось наблюдение за формированием урожая зерна четырех сортов озимой пшеницы. Было отмечено, что ранневесенняя подкормка посевов оптимизировала азотный режим питания растений в начале вегетации. К фазам цветения и формирования зерна содержание нитратного азота не имело достоверного различия по вариан-

там и составляло в среднем 9,75 кг/га (3,05 мг/кг). По окончании вегетации ко второй половине августа отмечалось возрастание запасов нитратного азота преимущественно по вспашке (до 23–39 кг/га). На обоих вариантах основной обработки наблюдалось последствие азотного удобрения. Потенциальная способность почвы к нитрификации активно развивалась по варианту дискования с применением удобрений в начале весеннего отрастания и после прекращения вегетации озимой пшеницы.

На урожай зерна озимой пшеницы в условиях вегетации 2019 г. оказали влияние приемы основной обработки почвы, внесение азотного удобрения и сорта озимой пшеницы. Повышенный по сравнению с контролем (вспашкой) урожай зерна сформировался на удобренных вариантах мелкой и разноглубинной обработки почвы (2,5 и 2,4 т/га). Максимальный средний урожай (2,4 т/га) с повышенным содержанием азота (2,11 %) отмечен у сорта Анастасия. Сорт Жемчужина Поволжья при повышенном урожае (2,3 т/га) по содержанию азота в зерне уступал остальным сортам (1,93 %).

Ключевые слова: севооборот, приемы обработки почвы, азотное удобрение, нитратный азот, нитрификационная способность почвы, озимая пшеница, период вегетации, урожай зерна, содержание белка

In arid conditions of winter wheat vegetation in 2019 on nine options of the basic tillage with introduction of nitrogen fertilizer and without its application supervision of grain yield formation of four grades of winter wheat was carried out. It was noted that early spring feeding of crops optimized nitrogen regime of plant nutrition at the beginning of the growing season. By the phases of flowering and grain formation, the nitrate nitrogen content had no significant difference in variants and averaged 9,75 kg / ha (3,05 mg/kg). At the end of the growing season by the second half of August, there was an increase in nitrate nitrogen reserves mainly by plowing (up to 23–39 kg/ha. nitrogen fertilizer aftereffect was observed in both variants of the main treatment. The potential ability of the soil to nitrification was actively developed by the option of disking with the use of fertilizers at the beginning of spring regrowth and after the termination of the vegetation of winter wheat.

The winter wheat grain yield in the growing season of 2019 was influenced by the methods of soil tillage, application of nitrogen fertilizer and varieties of winter wheat. The grain yield increased in comparison with the control (plowing) was formed on the fertilized variants of shallow and multi-depth tillage (2,5 and 2,4 t/ha). The maximum average yield (2,4 t/ha) with an increased nitrogen content (2,11 %) was observed in the variety Anastasia. Variety Pearl of the Volga region with an increased yield (2,3 t/ha) in terms of nitrogen content in the grain was inferior to other varieties (1,93 %).

Key words: crop rotation, tillage techniques, nitrogen fertilizer, nitrate nitrogen, soil nitrification capacity, winter wheat, vegetation period, grain yield, protein content

Получение урожая зерновых культур в засушливых и полузасушливых условиях степной зоны требует разработок ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих сохранение влаги, формирующих сбалансированный режим питания растений, способствующих получению оптимальных урожаев соответствующего качества.

Как правило, ресурсосберегающие технологии связывают с минимизацией приемов основной обработки почвы [2, 6]. Применение таких приемов определяют зональные почвенно-климатические условия, а на практике предполагается использование средств защиты растений, удобрений и других агрохимикатов [1, 7, 8].

Использование в посевах сортов зерновых, в частности озимых, культур с разным биологическим потенциалом, физиологическими особенностями развития, способностью к формированию оптимального урожая зерна с хорошим качеством также требует разработки технологий возделывания, отвечающих почвенно-климатическим характеристикам регионов произрастания.

Целью исследований является изучение влияния агротехнологий на формирование урожая четырех сортов озимой пшеницы (Калач 60, Саратовская 17, Анастасия, Жемчужина Поволжья) в условиях вегетационного сезона 2019 г.

Материалы и методы исследования

Изучение влияния агротехнологий на формирование урожая сортов озимой пшеницы (Калач 60, Саратовская 17, Анастасия, Жемчужина Поволжья) проводилось в длительном стационарном опыте лаборатории севооборотов и агротехнологий в четырехпольном зернопаровом севообороте: пар черный, озимая пшеница, просо, яровая мягкая пшеница. Опыт развернут в пространстве и во времени. Повторность вариантов в опыте 3-кратная, площадь делянок 700 м².

Применялись девять приемов основной обработки почвы (вспашка, мелкая и разноглубинная) по удобренному фону и без внесения удобрений (табл. 1).

Таблица 1

Приемы основной обработки почвы и внесение удобрений на вариантах опыта

Вар. №	Фон	Обработка почвы
1	N40	Вспашка, 28–30 см
	б/уд.	
2	N40	Дискование, 8–10 см
	б/уд.	
3	N40	Плоскорезная обработка, 14–16 см
	б/уд.	
4	N40	Дискование, 8–10 см под пар-озимую пшеницу, дискование, 8–10 см + плоскорезная обработка, 14–16 см под просо и яровую пшеницу
	б/уд.	
5	N40	Гребнекульная обработка, 14–16 см
	б/уд.	
6	N40	Дискование, 8–10 см под пар-озимую пшеницу, лемешное лушение, 14–16 см под просо Вспашка, 20–22 см под яровую пшеницу и 28–30 см через ротацию севооборота
	б/уд.	
7	N40	Лемешное лушение, 14–16 см
	б/уд.	
8	N40	Вспашка, 20–22 см под пар-озимую пшеницу, вспашка, 20–22 см под просо, дискование, 8–10 см под яровую пшеницу
	б/уд.	
9	N40	Вспашка, 20–22 см под пар-озимую пшеницу, дискование, 8–10 см под просо, вспашка, 20–22 см под яровую пшеницу
	б/уд.	

Аммиачную селитру вносили в виде ранневесенней подкормки под озимую пшеницу дозой N40 кг/га д. в., под предпосевную культивацию под просо – N60 кг/га д. в.

Для характеристики азотного питания растений отбирались почвенные образцы в фазы весеннего кущения, цветения и начала формирования зерна, а также после окончания

вегетации в слое почвы 0–30 см. Определение содержания нитратного азота проводилось ионометрическим методом.

В фазу начала формирования зерна определялся вес сырой массы растений с учетной площади (0,25 м²). Содержание азота в фитомассе и зерне определялось методом Кьельдаля.

Объектами исследования служили сорта полунтенсивного типа Жемчужина Поволжья, Саратовская 17, Анастасия и интенсивного типа Калач 60. Сорт Калач 60 – раннеспелый, короткостебельный сорт с повышенной способностью к кущению, устойчив к полеганию. Жемчужина Поволжья – среднеспелый сорт с высокой адаптивностью к условиям произрастания, формирует зерно, характеризующееся повышенными реологическими показателями. Саратовская 17 – морозостойкий сорт степного экотипа с повышенной засухоустойчивостью, формирует зерно с высоким содержанием белка и клейковины в зерне. Анастасия – среднеранний сорт, стабильно формирующий высокий урожай зерна независимо от условий произрастания.

Обсуждение результатов исследования

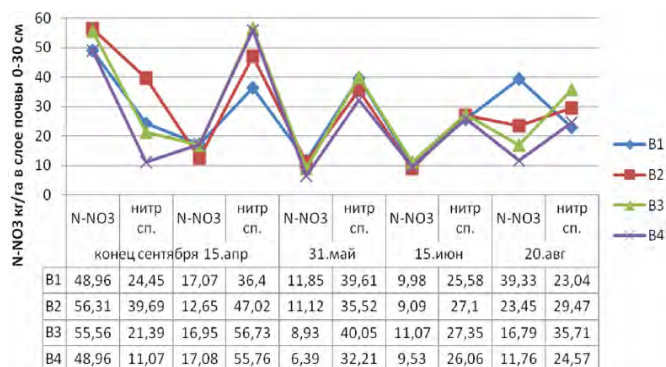
Реализация биоклиматического потенциала озимой пшеницей во многом зависит от погодных условий второй половины апреля–мая, которые определяют как сроки начала весеннего отрастания и последующие фазы развития озимой пшеницы, так и процессы формирования подвижных элементов питания [3, 4, 5].

Уровень потенциальной способности почвы к нитрификации в мае (в фазе трубкувания) имеет достоверную положительную корреляцию (0,62**) с ГТК и в последующем влияет на урожай зерна (по многолетним данным, коэффициент корреляции составляет 0,7–1) [3, 4]. Установленную закономерность подтверждают данные многолетних наблюдений [5].

В связи с особенностями вегетации озимых культур важно их обеспечение подвижными элементами питания как после всходов в осенний период, так и в начале вегетации и развития в апреле–мае.

Особую актуальность имеет содержание в почве минеральных форм азота.

Посев озимой пшеницы по черному пару обеспечивает потребности культуры в нитратном азоте за счет весенне-летнего накопления в ходе ухода за паром. По всходам в слое почвы 0–30 см в 2018 г. его содержание составило 48,96–55,56 кг/га, или 15,3–17,6 мг/кг, и не имело достоверного различия по вариантам (вспашка с внесением азотного удобрения и без удобрения, дискование с внесением азотного удобрения и без удобрения) (рис.).



B1 – вспашка + азотное удобрение; B2 – вспашка; B3 – дискование + азотное удобрение; B4 – дискование.

Рис. Сезонная динамика содержания нитратного азота и нитрификационной способности почвы под озимой пшеницей (2018–2019 гг.).

При средних сроках полного оттаивания почвы в 2019 г. (23.03) и переходе температуры воздуха через +5 °С 7 апреля (биологический ноль для озимой пшеницы) начало отрастания культуры отмечалось 14.04 (табл. 2).

Таблица 2

Даты оттаивания и температура верхнего слоя почвы (0–5 см), ГТК апреля, мая 2019 г. в сравнении с предыдущими годами наблюдений

Год проведения наблюдений	2016	2017	2018	2019	
Даты оттаивания почвы	09.03	25.03	18.04	23.03	
Т °С в слое почвы 0–5 см	3-я декада IV	13,5	10,3	13,8	13,3
	1-я декада V	17,6	18,1	20,3	16,6
	2-я декада V	15,8	13,0	19,2	22,7
	3-я декада V	21,8	17,6	22,8	22,4
Средняя Т °С в слое почвы 0–5 см	17,2	14,8	19,0	18,8	
ГТК за май	1,6	2,3	0,5	0,6	

К этому времени содержание нитратного азота в пахотном слое составляло от 12,65 кг/га (3,95 мг/кг) до 17,03 кг/га (5,44 мг/кг) и было минимальным по неудобренной вспашке. На остальных вариантах существенных различий не отмечено.

Таким образом, внесение азотного удобрения и наличие повышенного количества свежего органического вещества в пахотном слое почвы по дискованию оптимизировало содержание нитратного азота в начале вегетации озимой пшеницы.

С прогреванием почвы в начале третьей декады апреля до 9,6 °С на глубине 20 см и верхних слоев до 13,3 °С, а во второй половине мая до 22–23 °С, возрастающий объем фитомассы озимой пшеницы увеличивал вынос нитратного азота и снизил его содержание в почве до 6,4–11,8 кг/га (2,0–3,5 мг/кг) к концу цветения. В это время отмечались тенденции преобладания запасов нитратного азота по вспашке независимо от внесения удобрений (11,85; 11,12 кг/га, или 3,3; 3,19 мг/кг) по сравнению с двумя вариантами дискования (соответственно 8,93; 6,39 кг/га; 2,79; 2,00 мг/кг). К наливу зерна содержание нитратного азота в почве стабилизировалось, составив 9,1–11,1 кг/га (2,8–3,5 мг/кг), и преобладало по удобренным вариантам на фоне приемов основных обработок.

Существенных различий в содержании нитратного азота между этими двумя сроками не отмечалось.

С окончанием формирования урожая зерна озимой пшеницы, прекращением вегетации и выноса азота ко второй половине августа отмечалось накопление нитратного азота в пахотном слое почвы. Увеличение его содержания наиболее интенсивно протекало по вспашке: на удобренном фоне с 9,98 кг/га до 39,3 кг/га, на неудобренном с 9,09 до 23,45 кг/га. Значительно ниже в этот срок было содержание нитратного азота по дискованию: соответственно 16,79 и 11,76 кг/га. По обоим вариантам приемов основной обработки было отмечено последствие внесения азотного удобрения.

Восстановление запасов нитратного азота на фоне его выноса с фитомассой происходит в ходе нитрификации. Системы агротехнических приемов возделывания культур оказывают существенное влияние на общий уровень нитрификационной способности и ее реализацию в период ухода за паром и возделывания сельскохозяйственных культур.

К началу весеннего отрастания озимой пшеницы, как правило, формируется максимальная нитрификационная способность почвы, превышающая осенние показатели и

потенциальную способность к нитрификации в последующий период вегетации культуры [3, 4]. Весной 2019 г., несмотря на низкие запасы влаги в полутораметровом слое почвы (212,4 мм – по вспашке и 202,3 мм – по дискованию), нитрификационная способность почвы была сформирована на достаточно высоком уровне. Преимущественное развитие она получила по вариантам дискования (в среднем 56,24 кг/га, или 17,58 мг/кг) по сравнению со вспашкой (36,4; 47,2 кг/га, или 10,6; 13,6 мг/кг). Значение показателя по вспашке превышало осеннее в 1,5–1,2 раза, в то время как по дискованию с внесением удобрения – в 2,7, а без удобрения – в 5,0 раз. Такая динамика говорит о преимущественной готовности почвы к формированию нитратного азота в присутствии повышенного количества свежих растительных остатков в верхних слоях почвы, что характеризует дискование как прием основной обработки.

Поддержание азотного питания озимой пшеницы за счет постепенной реализации нитрификационной способности приводит к снижению ее уровня в течение вегетации. К началу формирования зерна, также как и по нитратному азоту, не сохранялось значимого различия по вариантам. Потенциальная способность к нитрификации в среднем составляла 26,7 кг/га (8,33 мг/кг). После прекращения вегетации на варианте дискования последствие применения азотного удобрения выразилось не только в возрастании содержания нитратного азота, но и нитрификационной способности с 27,4 до 35,7 кг/га (8,56 – 11,2 мг/кг почвы), чему способствовали и более высокие запасы влаги по сравнению со вспашкой (63,00 против 39,96 мм.)

Наблюдение за ростом, развитием и формированием урожая зерна сортов озимой пшеницы, обладающих разным биологическим потенциалом, показало их дифференцированную отзывчивость на приемы основной обработки почвы и применение азотного удобрения.

Формирование весенних побегов кущения у озимой пшеницы и их рост во многом зависит от степени зимних повреждений, условий вегетации в апреле–мае, технологий возделывания культуры, что в дальнейшем определяет урожай зерна. Было отмечено разное воздействие на формирование вегативной массы растений вышеозначенных факторов (табл. 3, 4) при использовании двух приемов основной обработки почвы (вспашка, дискование) и применении по ним азотного удобрения (N40 и б/уд.) по четырем сортам озимой пшеницы (Калач 60, Саратовская 17, Анастасия, Жемчужина Поволжья). Два приема основной обработки почвы не показали достоверного воздействия на формирование урожая фитомассы. Доля влияния фактора «внесение удобрения» в условиях вегетации 2019 года составляла 21,17 %. В среднем по опыту прибавка составила 28,4 %: 309,6 и 241,1 г с учетной площади (0,25 м²). В пределах четырех агротехнологий значимым было влияние сорта на биомассу растений (доля влияния фактора – 21,23 %). Максимальную фитомассу формировал раннеспелый сорт интенсивного типа Калач 60 (331,59 г с учетной площади). Значимо увеличивало вегетативную массу растений сочетание дискования с применением азотного удобрения, что связано с повышенной нитрификационной активностью в мае по этому варианту.

Одним из важных факторов формирования урожая зерна является первичное накопление азота в растениях. Дисперсионный анализ показал достоверность влияния на содержание азота удобрённости посевов (1,30 и 1,18 % соответственно) (табл. 5, 6). О разной отзывчивости сортов на внесение удобрения свидетельствует значимость взаимного влияния факторов ВС (удобрение, сорт). Максимальное содержание азота в фитомассе отмечалось по удобренной вспашке для сортов Калач 60 (1,33 %), Саратовская 17

(1,39 %), Анастасия (1,45 %). Жемчужина Поволжья показала повышенное значение по дискованию (1,23 %), уступив трем другим сортам.

Таблица 3

Доля влияния факторов дисперсионного анализа на количество фитомассы сортов озимой пшеницы

Фактор А – обработка почвы – (2 – вспашка, дискование).
Фактор В – внесение удобрений – (2 – N40 – весенняя подкормка; б/уд.).
Фактор С – сорта озимой пшеницы – (4 – Калач 60, Саратовская 17, Анастасия, Жемчужина Поволжья)
P=9,85 %

	Доля влияния фактора, %	F-критерий	HCP
Технология обработки (фактор А)	0,97	1,167	
Внесение удобрений (фактор В)	21,17	25,475*	27,682
Сорта озимой пшеницы (фактор С)	21,23	8,515*	39,148
Взаимодействие АВ	9,17	11,030*	39,148
Взаимодействие АС		1,981	
Взаимодействие ВС	11,27	4,499	55,364
Взаимодействие АВС		1,225	
Остаток	24,93		

Таблица 4

Множественное сравнение частных средних по результатам дисперсионного анализа (количество фитомассы)

Множественное сравнение частных средних для фактора А		
Технология обработки почвы	Среднее	Критерий Дункана
Вспашка, 28–30 см	268,03	
Дискование, 8–10 см	282,67	
Множественное сравнение частных средних для фактора В		
Внесение удобрения	Среднее	Критерий Дункана
N40	309,56	b
б/уд.	241,14	a
Множественное сравнение частных средних для фактора С		
Сорта озимой пшеницы	Среднее	Критерий Дункана
Калач 60	331,59	b
Саратовская 17	244,27	a
Анастасия	273,93	a
Жемчужина Поволжья	251,61	a

Таблица 5

Доля влияния факторов дисперсионного анализа на содержания азота в фитомассе

Фактор А (2 – вспашка, дискование) – обработка почвы.
Фактор В (2 – N40 – весенняя подкормка; б/уд.) – внесение удобрений.
Фактор С (4 – Калач 60, Саратовская 17, Анастасия, Жемчужина Поволжья) – сорта озимой пшеницы.
P = 9,85 %

	Доля влияния фактора, %	F-критерий	HCP
Технология обработки (фактор А)	0,10	0,054	
Внесение удобрений (фактор В)	18,89	17,099*	0,061
Сорта озимой пшеницы (фактор С)	6,37	1,907	
Взаимодействие АВ	2,09	1,928	
Взаимодействие АС	4,80	1,441	
Взаимодействие ВС	15,97	4,405*	0,121
Взаимодействие АВС	0,84	0,298	
Остаток	33,19		

Таблица 6
Множественное сравнение частных средних по результатам дисперсионного анализа (содержание азота в фитомассе, %)

Множественное сравнение частных средних для фактора А		
Технология обработки почвы	Среднее	Критерий Дункана
Вспашка, 28–30 см	1,24	
Дискование, 8–10 см	1,24	
Множественное сравнение частных средних для фактора В		
Внесение удобрений	Среднее	Критерий Дункана
N40	1,30	b
б/уд.	1,18	a
Множественное сравнение частных средних для фактора С		
Сорта озимой пшеницы	среднее	Критерий Дункана
Калач 60	1,24	b
Саратовская 17	1,29	c
Анастасия	1,25	b
Жемчужина Поволжья	1,19	a

Максимальный вынос азота растениями озимой пшеницы в фазу начала формирования зерновки отмечался для первых трех сортов по удобренному дискованию (88,50; 60,22; 64,08 кг/га), для Жемчужины Поволжья – по вариантам дискования (43,55 кг/га). В среднем показатели составили соответственно 60,21; 45,65; 50,66 и 41,77 кг/га (табл. 7).

Таблица 7

Вынос азота растениями в фазу начала формирования зерновки и урожая зерна сортов озимой пшеницы (2019 г.)

Вариант	Название сорта	Количество фитомассы в начале формирования зерна			Урожай зерна			
		г/0,25 м ²	N, %	Вынос N, кг/га	т/га	N, %	Белок, %	Вынос N, кг/га
Вспашка уд.	Калач 60	314,38	1,33	58,39	2,04	2,04	11,62	35,79
Вспашка б/у		279,98	1,20	49,42	1,92	2,07	11,79	34,18
Дискование уд.		472,20	1,23	88,48	1,37	2,05	11,74	24,15
Дискование б/уд.		259,78	1,19	44,53	1,45	2,09	11,91	26,06
среднее		331,59	1,24	60,21	1,70	2,06	11,77	30,05
Вспашка уд.	Саратовская 17	265,47	1,39	50,95	2,22	2,23	12,71	42,58
Вспашка б/у		209,85	1,21	36,64	2,15	2,06	11,74	38,09
Дискование уд.		308,18	1,30	60,22	1,50	2,13	12,14	27,48
Дискование б/уд.		193,57	1,24	34,79	1,87	2,03	11,57	32,65
среднее		244,27	1,29	45,65	1,94	2,11	12,04	35,20
Вспашка уд.	Анастасия	301,55	1,45	60,92	2,47	1,86	10,60	39,51
Вспашка б/у		262,65	1,09	40,27	2,59	2,09	11,91	46,55
Дискование уд.		323,90	1,34	64,08	2,01	2,15	12,25	37,16
Дискование б/уд.		207,63	1,10	37,38	2,10	2,34	13,33	42,26
среднее		273,93	1,25	50,66	2,29	2,11	12,02	41,37
Вспашка уд.	Жемчужина Поволжья	237,50	1,13	37,35	2,73	2,00	11,40	46,96
Вспашка б/у		272,82	1,14	43,31	2,25	1,69	9,63	32,70
Дискование уд.		253,30	1,23	43,55	1,96	2,14	12,19	36,07
Дискование б/уд.		242,82	1,24	42,87	2,06	1,89	10,77	33,48
среднее		251,61	1,19	41,77	2,25	1,93	11,00	37,30
Среднее по опыту		275,35	1,24	49,57	2,04	2,05	11,71	35,98

В засушливых условиях второй половины вегетации (ГТК июня, июля – 0,53) сорта озимой пшеницы формировали различный уровень урожайности зерна. У интенсивного сорта Калач 60 в условиях 2019 г., не позволивших полностью раскрыть генетический потенциал, средняя урожайность зерна на четырех вариантах была минимальной (1,70 т/га) по сравнению с другими сортами. Максимальный средний урожай был получен у сортов Анастасия и Жемчужина Поволжья (2,29 и 2,25 т/га). Согласно дисперсионному анализу основное влияние на формирование урожая зерна по четырем системам возделывания озимой пшеницы в 2019 г. оказало внесение азотного удобрения (доля влияния фактора – 42,13%), а также сорта озимой пшеницы (доля влияния фактора – 36,15%). Приемы основной обработки почвы (вспашка и дискование) не оказали достоверного воздействия на урожай зерна.

Содержание азота в зерне определялось главным образом взаимодействием факторов удобренности – сорта (BC) (28,75%) и обработки – сорта (AC) (15,21%). Значимым было также влияние обработки (A) (8,03%) и сорта (11,54%). В среднем по опыту содержание азота в зерне составляло 2,05% (белок – 11,7%). Максимальное содержание азота было отмечено для сортов Саратовская 17 по удобренной вспашке (2,23%, белок – 12,7%), Анастасия – по дискованию (2,15; 2,34%, белок – 12,3; 13,3%), Жемчужина Поволжья – по удобренному дискованию (2,14%, белок – 12,2%). У сорта Калача 60 показатель варьировал от 2,04 до 2,09%.

Вынос азота с зерном зависел в основном от урожая и в среднем по опыту составлял 36 кг/га. Средний по сортам вынос азота составил 30,0 кг/га для сорта Калач 60, Саратовская 17 – 35,2; Анастасия – 41,3; Жемчужина Поволжья – 37,3 кг/га.

Включение в дисперсионный анализ в качестве основной обработки почвы, помимо вспашки и дискования, вариантов мелкой и разноглубинной обработок в острозасушливых условиях вегетационного периода 2019 г. показало несколько иную картину влияния факторов на урожай зерна сортов озимой пшеницы (табл. 8, 9).

Достоверной была роль обработок почвы в получении урожая. Доля влияния фактора составила 16,75%. По плоскорезной и разноглубинной обработкам (вспашка под пар-озимую и яровую пшеницу; дискование под просо) отмечался максимальный урожай зерна (2,52 и 2,43 т/га), в то время как по вспашке, дискованию, гребнекульной обработке средний урожай зерна был минимальным по опыту (2,02 – 2,05 т/га). Повышенный по сравнению с контролем (вспашка, 28–30 см ежегодно) урожай дали разноглубинные обработки (дискование под пар-озимую, дискование + плоскорезная обработка под просо и яровую пшеницу; дискование под пар-озимую пшеницу, лемешное лушение под просо, разноглубинная вспашка через ротацию севооборота под яровую пшеницу): 2,38 и 2,36 т/га.

По-прежнему максимальное влияние на урожай зерна оказало внесение удобрений (доля влияния фактора составила 41,27%), в среднем по опыту его применение дало прибавку в 31%.

По разноглубинной обработке, сочетающей вспашку под пар-озимую пшеницу и яровую пшеницу, дискование под просо при повышенном среднем урожае 2,4 т/га, прибавка составила 23,8–30,0%. А по варианту, сочетающему вспашку под пар-озимую пшеницу, просо и дискование под яровую пшеницу, показавшему минимальный урожай зерна без применения удобрений (2,02 т/га), прибавка составила от 77 до 100% для сортов Саратовская 17, Анастасия, Жемчужина Поволжья при максимальном сборе зерна (соответственно 2,5; 2,7; 2,8 т/га) (табл. 10).

Таблица 8

Доля влияния факторов дисперсионного анализа на урожай зерна сортов озимой пшеницы

Фактор А (9) – обработка почвы.
 Фактор В (2 – N40 – весенняя подкормка; б/уд.) – внесение удобрений.
 Фактор С (4 – Калач 60, Саратовская 17, Анастасия, Жемчужина Поволжья) – сорта озимой пшеницы.
 P = 9,85 %

	Доля влияния фактора, %	F-критерий	HCP
Технология обработки (фактор А)	16,75	31,206*	0,101
Внесение удобрений (фактор В)	41,27	615,123*	0,047
Сорта озимой пшеницы (фактор С)	9,19	45,667*	0,067
Взаимодействие АВ	14,61	27,218*	0,143
Взаимодействие АС	3,92	2,432*	2,026
Взаимодействие ВС	0,06	0,298	
Взаимодействие АВС	3,31	2,057*	0,286
Остаток	9,53		

Таблица 9

Множественное сравнение частных средних по результатам дисперсионного анализа (урожай зерна, т/га)

Множественное сравнение частных средних для фактора А			
Технология обработки почвы	Среднее	Критерий Дункана	
Вспашка, 28–30 см	2,03	а	
Дискование, 8–10 см	2,05	а	
Плоскорезная обработка, 14–16 см	2,52	f	
Дискование, 8–10 см под пар-озимую пшеницу, дискование, 8–10 см + плоскорезная обработка, 14–16 см под просо и яровую пшеницу	2,38	de	
Гребнекулисная обработка, 14–16 см	2,02	а	
Дискование, 8–10 см под пар-озимую пшеницу, лемешное лушение, 14–16 см под просо, вспашка, 20–22 см под яровую пшеницу и 28–30 см через ротацию севооборота	2,36	cde	
Лемешное лушение, 14–16 см	2,27	bc	
Вспашка, 20–22 см под пар-озимую пшеницу, вспашка, 20–22 см под просо, дискование, 8–10 см под яровую пшеницу	2,02	а	
Вспашка, 20–22 см под пар-озимую пшеницу, дискование, 8–10 см под просо, вспашка, 20–22 см под яровую пшеницу	2,43	ef	
Множественное сравнение частных средних для фактора В (удобрение)			
Внесение удобрения	Среднее	Критерий Дункана	
N40	2,53	b	
б/уд.	1,93	а	
Множественное сравнение частных средних для фактора С (сорта озимой пшеницы)			
сорта озимой пшеницы	среднее	Критерий Дункана	
Калач 60	2,05	а	
Саратовская 17	2,15	b	
Анастасия	2,41	d	
Жемчужина Поволжья	2,31	c	

Таблица 10

Влияние внесения азотного удобрения на урожай озимой пшеницы (2019 г.)

Приемы основной обработки почвы	Фон	Сорт озимой пшеницы			
		Калач 60	Саратовская 17	Анастасия	Жемчужина Поволжья
Вспашка, 28–30 см	Уд.	2,0	2,2	2,4	2,7
	б/уд.	1,3	1,4	2,0	1,9
	Прибавка, %	53,8	57,1	20,0	42,1
Дискование, 8–10 см	Уд.	1,9	2,1	2,5	2,2
	б/уд.	1,4	1,8	2,0	2,0
	Прибавка, %	35,7	16,7	25,0	10,0
Плоскорезная обработка, 14–16 см	Уд.	2,5	2,4	2,9	2,6
	б/уд.	2,2	2,3	2,4	2,4
	Прибавка, %	13,6	4,3	20,8	8,3
Дискование, 8–10 см под пар-озимую пшеницу, дискование, 8–10 см + плоскорезная обработка, 14–16 см под просо и яровую пшеницу	Уд.	2,6	2,7	3,0	3,0
	б/уд.	1,7	2,3	2,1	1,7
	Прибавка, %	52,9	17,4	42,9	76,5
Гребнекулисная обработка, 14–16 см	Уд.	1,7	1,9	2	1,9
	б/уд.	1,9	1,7	2,2	2,1
	Прибавка, %	-10,5	11,8	-9,1	-9,5
Дискование, 8–10 см под пар-озимую пшеницу, лемешное лушение, 14–16 см под просо, вспашка, 20–22 см под яровую пшеницу и 28–30 см через ротацию севооборота	Уд.	2,4	2,8	2,8	2,9
	б/уд.	1,7	1,9	2,2	1,9
	Прибавка, %	41,2	47,4	27,3	52,6
Лемешное лушение, 14–16 см	Уд.	2,7	2,2	2,7	2,6
	б/уд.	1,7	1,7	2,2	1,9
	Прибавка, %	58,8	29,4	22,7	36,8
Вспашка, 20–22 см под пар-озимую пшеницу, вспашка, 20–22 см под просо, дискование, 8–10 см под яровую пшеницу	Уд.	2,3	2,5	2,7	2,8
	б/уд.	1,3	1,3	1,5	1,4
	Прибавка, %	76,9	92,3	80,0	100,0
Вспашка, 20–22 см под пар-озимую пшеницу, дискование, 8–10 см под просо, вспашка, 20–22 см под яровую пшеницу	Уд.	2,6	2,6	2,8	2,6
	б/уд.	2,1	2,0	2,2	2,1
	Прибавка, %	23,8	30,0	27,3	23,8

Минимальная прибавка от применения удобрений отмечалась по плоскорезной обработке: от 4,3 % для сорта Саратовская 17 и до 20,8 % для сорта Анастасия.

Следует отметить, что по удобренным разноглубинным обработкам почвы, лушению и плоскорезной обработке урожай зерна в 2019 г. в основном превышал удобренный контроль (вспашку). Та же тенденция отмечалась и по неудобренным вариантам.

Доля влияния сорта озимой пшеницы на урожай зерна в опыте с классической традиционной, мелкими и разноглубинными обработками составляла 9,19 %. Существенное значение имело сочетание факторов АВ (прием основной

обработки – удобрение) – 14,61 %, АС (обработка – сорт – 3,92 %), АВС (3,31 %).

Максимальный средний урожай с достоверным превышением наблюдался у сорта Анастасия (2,4 т/га, d), несколько ниже он был у Жемчужины Поволжья (2,3 т/га, с) и Саратовская 17 (2,15 т/га, b). Минимальный показатель отмечен для сорта Калач 60 (2,0 т/га). Практически такое же соотношение урожая зерна по сортам сохранилось и для трехфакторного дисперсионного анализа по двум приемам основной обработки почвы, где незначимым было различие между сортами Анастасия и Жемчужина Поволжья.

Выводы

1. Внесение азотного удобрения по двум приемам основной обработки почвы (вспашка, дискование) и наличие повышенного количества свежих растительных остатков в пахотном слое почвы на варианте дискования оптимизирует содержание нитратного азота в начале вегетации озимой пшеницы. По варианту удобренного дискования в этот же период отмечено активное развитие нитрификационной способности.

2. В засушливых условиях вегетации озимой пшеницы при ГТК мая 0,60; июня–июля 0,53 и низкой влагообеспеченности (213,4–223,2 мм в полутораметровом слое в период весеннего отрастания) по мере роста и развития озимой пшеницы содержание нитратного азота в пахотном слое почвы снижалось от низкого до очень низкого уровня для зерновых культур. Во второй половине вегетации его содержание значимо не отличалось по вариантам опыта.

3. Поддержание азотного питания озимой пшеницы за счет реализации нитрификационной способности приводит к снижению ее уровня в течение вегетации. К началу формирования зерна, также как и по нитратному азоту, не сохранялось значимого различия по вариантам.

4. С началом реутилизации азота во второй половине вегетации озимой пшеницы возрастают запасы нитратного азота. Преимущественное накопление отмечалось по вспашке (до 23–39 кг/га).

5. Достоверное возрастание потенциальной способности почвы к нитрификации после начала формирования зерна озимой пшеницы с 27,4 (15 июня) до 35,7 кг/га (20 августа) наблюдалось по удобренному дискованию, что объясняется наличием свежих растительных остатков в верхних слоях пахотного горизонта.

6. Формирование биомассы озимой пшеницы в мае 2019 г. при недостаточной влагообеспеченности по двум приемам основной обработки почвы показало дифференцированный отзыв сортов Калач 60, Саратовская 17, Анастасия и Жемчужина Поволжья на внесение азотного удобрения, достоверным было совместное влияние «удобрение и основная обработка почвы». Максимальная биомасса получена по удобренному дискованию: Калач 60 – 472,2 г с учетной площади (0,25 м²), Саратовская 17 – 308,4; Анастасия – 323,9 г. Количество фитомассы сорта Жемчужина Поволжья значимо не отличался по вариантам дискования.

7. На содержание азота в фитомассе также оказало влияние применение азотного удобрения. Максимальное содержание азота отмечалось по удобренной вспашке для сортов Калач 60 (1,33 %), Саратовская 17 (1,39 %), Анастасия (1,45 %). Жемчужина Поволжья показала повышенное значение по дискованию – 1,23 %, что существенно уступало остальным сортам.

8. На урожай зерна сортов озимой пшеницы, полученный при выращивании культуры по девяти приемам основной обработки почвы с применением и без применения

азотного удобрения, существенное влияние оказали все три фактора, принимавшиеся во внимание при дисперсионном анализе. Доля влияния фактора «прием основной обработки почвы» составила 16,75 %. Максимальный урожай (2,52 и 2,43 т/га) отмечался по плоскорезной и разноглубинной обработкам (вспашка под пар-озимую и яровую пшеницу, дискование под просо).

Максимальное влияние на урожай зерна оказало внесение азотного удобрения (доля влияния фактора составила 41,27 %), в среднем по опыту его применение дало прибавку в 31 %. По удобренным разноглубинным обработкам почвы, лемешному лушению и плоскорезной обработке урожай зерна в 2019 г. в основном превышал удобренный контроль (вспашку). Та же тенденция отмечалась и по неудобренным вариантам. По разноглубинной обработке, сочетающей вспашку под пар-озимую пшеницу и яровую пшеницу, дискование под просо при повышенном среднем урожае 2,4 т/га прибавка составила 23,8–30,0 %. По варианту, сочетающему вспашку под пар-озимую пшеницу, просо и дискование под яровую пшеницу, показавшему минимальный урожай зерна без применения удобрений (2,02 т/га), прибавка составила от 77 до 100 % для сортов при максимальном сборе урожая зерна для Саратовской 17, Анастасии, Жемчужине Поволжья (соответственно 2,5; 2,7; 2,8 т/га).

9. Доля влияния сорта озимой пшеницы на урожай зерна в опыте с классической традиционной, мелкими и разноглубинными обработками составила 9,19 %. Максимальный средний урожай (2,4 т/га) с повышенным содержанием белка (2,11 %) отмечен у сорта Анастасия.

Заключение

Приемы основной обработки почвы и внесение азотных удобрений являются основой для разработок сортовых технологий возделывания озимой пшеницы. На глинистых и тяжелосуглинистых почвах засушливых черноземных степей Среднего и Нижнего Поволжья возможно использование наряду с традиционными технологиями ресурсосберегающие, сочетающие лемешное лушение, дискование с обычной и глубокой вспашкой как на фоне азотных удобрений, так и без них, что способствует эффективному использованию биоклиматического потенциала и почвенного плодородия черноземов.

Литература

1. Дридигер В. К. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на их урожай и экономическую эффективность в севообороте / В. К. Дридигер, В. А. Кацаев, Р. С. Стукалов, Ю. И. Паньков, С. С. Войцеховская. – Земледелие. – № 7. – 2015. – С. 20–23.
2. Кузина Е. В. Эффективность минимальной обработки почвы в чистом пару / Кузина Е. В. Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 3. – С. 15–20.
3. Сайфуллина Л. Б. Влияние севооборотов на природно-ресурсный потенциал минерального азота почвы и формирование урожая озимой пшеницы / Л. Б. Сайфуллина, Ю. Ф. Курдюков, Г. В. Шубитидзе, В. А. Куликова. Успехи современного естествознания. – 2017. – № 9. – С. 41.
4. Сайфуллина Л. Б. Формирование и реализация природно-ресурсного потенциала нитратного азота под посевами озимой пшеницы / Л. Б. Сайфуллина, Ю. Ф. Курдюков, Г. В. Шубитидзе, Н. Г. Левицкая. Аграрный вестник Юго-Востока. – 2017. – № 2. – С. 35–38.

5. Сайфуллина Л. Б. Влияние обработок пашни на реализацию биологического потенциала сорта озимой пшеницы Калач 60 / Л. Б. Сайфуллина, З. М. Азизов, И. Г. Имашев, В. В. Архипов, Г. Н. Бажан. – Аграрный вестник Юго-Востока. – 2019. – № 2. – С. 27–32.

6. Стукалов Р. С. Влияние технологии без обработки почвы (NO-TIL) на урожайность и экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы / Р. С. Стукалов. – Новости науки в АПК. – № 2–2 (11). – 2018. – С. 163–167.

7. Черкасов Г. Н. Возможности применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах Европейской части Российской Федерации / Г. Н. Черкасов, И. Г. Пыхтин, А. В. Гостев. – Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13–16.

8. Черкасов Г. Н. Перспективы использования нулевых и поверхностных обработок в России / Г. Н. Черкасов, И. Г. Пыхтин, А. В. Гостев. – Актуальные агросистемы. – 2015. – № 7. – С. 20–21.

УДК 636.13.082.2

Оценка двигательных качеств молодняка тракненской и ганноверской пород как один из методов отбора лошадей для выездки

Evaluation of motor qualities of young horses of Trakehner and Hanoverian breeds as one of the methods of selection of horses for dressage

**А. В. ДОРОФЕЕВА,
Е. Г. САМАНДЕЕВА**
ФГБНУ «ВНИИ коневодства»,
Рязанская обл., Рыбновский р-н,
п. Дивово
e-mail: rustrak2007@yandex.ru

**A. V. DOROFEEVA,
E. G. SAMANDEEVA**
The All-Russian Research Institute
for Horse-Breeding, Ryazan
Region, Rybnoe District, vil. Divovo
e-mail: rustrak2007@yandex.ru

Сделан анализ массива тракненских и ганноверских лошадей, испытанных по двигательным качествам в возрасте 2–3 лет. Проведено сравнение результатов испытаний лошадей, выступавших в выездке, со средними показателями всего испытанного тракненского и ганноверского молодняка. В качестве маркеров «экспресс-прогноза» взяты показатели «длина шага на шаг» и «длина шага на рыси» как наиболее объективные величины оценки двигательных качеств.

Ключевые слова: тракненская порода лошадей, ганноверская порода лошадей, молодняк, двигательные качества, шаг, рысь, галоп, длина шага.

The analysis of the array of Trakehner and Hanoverian horses tested on motor qualities at the age of 2–3 years is made. A comparison of the results of tests of horses performing in dressage with the average of all tested Trakehner and Hanoverian young horses is do. As markers of «Express forecast» indicators «step length of step» and «step length of trot» as the most objective trips of an evaluation of motor qualities are taken.

Key words: Trakehner breed of horses, Hanoverian breed of horses, young horses, motor qualities, step, trot, gallop, step length.

Введение

Во время испытаний двигательных качеств у молодых лошадей оцениваются стиль шага, рыси и галопа одновременно с определением длины шагов на рыси и шагу. При этом если стиль каждого аллюра эксперт определяет исходя из своих взглядов, предпочтений и опыта, то длина шагов определяется подсчетом шагов на отрезке длиной 25 метров и считается наиболее объективным показателем.

Во время прохождения контрольного отрезка шагом и рысью человеческий глаз не всегда может увидеть небольшую разницу в работе плечевого и тазового пояса конечностей. При этом наибольшее число шагов может сделать лошадь со свободно работающим плечом, активной работой задних конечностей. Лошади со скованными движениями, закрепощенным плечом, отставленными задними конечностями не только получают низкие оценки за стиль, но и не смогут показать хорошие результаты по длине шага.

Оценка стиля движений и продуктивности движений на шаг и рыси взаимосвязана и важна при выборе лошади для выездки. В исследованиях Н. А. Дымковой установлено, что ганноверский молодняк достоверно превосходил по оценке двигательных качеств молодняк других пород [1, 2].

Расчет коэффициента корреляции у лошадей тракененской породы между длиной шага на шагу и стилем шага составляет 0,6, а между длиной шага на рыси и стилем рыси – 0,5 [3]. Таким образом, мы можем анализировать длину шага и рыси, будучи уверенными, что увеличение длины шага сопровождается более высокими оценками за стиль движений.

В исследованиях В. Н. Дорофеева было установлено, что величина основных кинетических характеристик у лошадей основных заводских пород СССР неодинакова и широко варьирует в каждой из них [4]. К сожалению, в тот период в работу не были включены результаты оценки двигательных качеств лошадей ганноверской породы. При этом ганноверская порода является признанным поставщиком лошадей для выездки самого высокого ранга [5]. Именно этот пробел мы постараемся ликвидировать в данной статье.

Цель исследования. Анализ массива лошадей, испытанных в возрасте 2–3 лет с целью прогнозирования их спортивных качеств.

Материалы и методы исследований.

Материалом для исследования послужили протоколы испытаний молодняка ганноверской и тракененской породы в возрасте 2–3 лет, информационно-поисковая система «КОНИ-3».

Двигательные качества лошадей оценивали по максимальной длине шага на шагу и рыси путем подсчета шагов на отрезке 25 м.

Массив молодняка тракененских и ганноверских лошадей, тестированных по спортивным качествам, обработан при помощи биометрических методов с использованием программы Microsoft EXCEL 7.0.

Результаты исследования

Шаг не зря называют «королем аллюров», считается, что плохой шаг никакими усилиями нельзя сделать хорошим, в отличие от рыси и галопа. Итак, на рисунке 1 видно, что результаты ганноверанов российской селекции превосходят тракенов и ганноверанов времен СССР. Они имеют меньшую долю лошадей (1,3 %) с низкими значениями длины шага, рыси. Кроме того, кривая графика смещена вправо – в сторону наибольших значений длины шага на шагу.

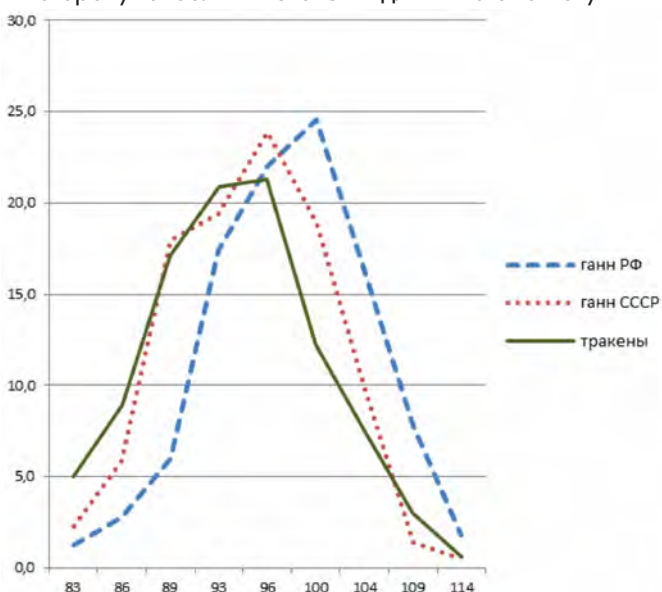


Рис. 1. Процентное распределение показателя «длина шага на шагу» у молодняка тракененской и ганноверской пород (тракены 1983, ганновераны СССР – 222, ганновераны РФ – 386 голов).

Максимальный процент лошадей (25%) имеют длину шага 100 см, что соответствует оценке 10 баллов. Ганновераны времен СССР также показывали отличные результаты, больше всего лошадей (23,9%) имели длину шага 96 см (9 баллов). Тракененские лошади уступают ганноверским как по большему числу животных с низкими показателями длины шага (5%), так и по тому, что 20,9 % лошадей имеют длину шага 93 см и 21,3 % – 96 см. Для сравнения: длину шага на шагу 100 см имеют 12,2 % лошадей тракененской породы. Основной массив обеих пород имеет длину шага от 86 до 104 см.

Из группы лошадей с длиной шага 93–96 см вышел участник Олимпийских игр темно-гнедой тракененский жеребец Проблеск от Бэка, а также лошадь класса «S» по выездке Хирамас (о. Ветерок). Длину шага 100 см (10 баллов) в возрасте двух лет показали такие будущие звезды выездки, как Гарпун (о. Погремок), Потомок (о. Ореол), Палаш (о. Протон), Похвал (о. Хорог). Тракененские жеребцы Пост (о. Ореол), Драгун (о. Галоп) и ганноверский Договор (о. Декрет) «шагнули» на 104 см.

При анализе такого показателя, как длина шага на рыси (рис. 2), стало ясно, что во всех трех исследуемых группах молодняка заложен примерно одинаковый потенциал и представители каждой из них могли на высоком уровне выступать и выступали в таком сложном виде конного спорта, как выездка.

График на рисунке 2 заметно повторяет картину рисунка 1. Вот только ганновераны советского периода немного превосходят остальные группы по числу лошадей с наибольшей длиной шага на рыси – 27,5 % из них «шагнули» на 167 см. Все три графика начинают снижаться, почти сливаясь, после достижения средней длины шага на рыси 167 см.

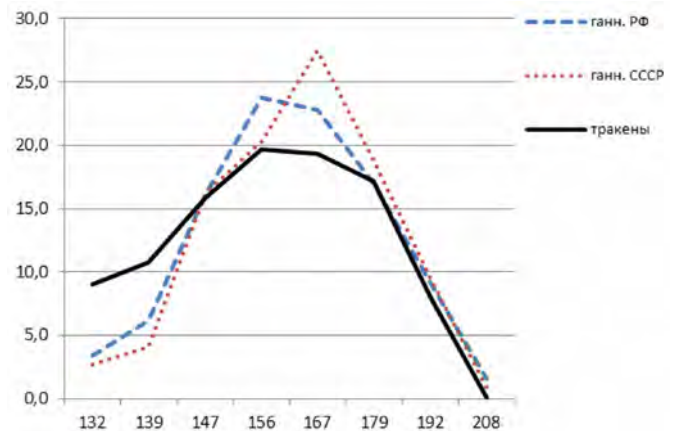


Рис. 2. Процент распределения показателя «длина шага на рыси» у молодняка тракененской и ганноверской пород (тракены 1983, ганновераны СССР – 222, ганновераны РФ – 386 голов).

Среди ганноверского молодняка меньше лошадей (2,7 %) с самым коротким шагом на рыси – 132 см (6 баллов), чем у тракенов (9 %).

Ганновераны, испытанные в РФ, немного уступают советским, так как больше всего лошадей (23,8%) имеют длину шага на рыси 156 см и чуть меньше – 22,8% имеют длину 167 см.

Тракены немного отстают от обеих групп, так как максимальное число лошадей (19,7 %) приходится на длину шага на рыси 156 см и почти столько же – 19,3 % имеют длину 167 см. На уровне 179 см (10 баллов) все три кривые, соответствующие 17–18 % поголовья, сливаются и начинают резко снижаться.

Понятно, что спортсмены прошлого, присутствуя на испытаниях молодняка, отбирали себе в работу лошадей с наибольшим захватом пространства, что говорило о сво-

бодной работе плеча и активной работе задних конечностей. Так, длину шага на рыси больше 185 см имели такие известные лошади Большого приза, как Гарпун (о. Погремок), Хирамас (о. Ветерок), Пух (о. Хоккей), Гобой (о. Ореол), Стрепет (Платан), Прованс (о. Ореол), Халахен (о. Хирамас), Проблеск (о. Бэк), Дагор (о. Галоп).

Ганноверо-латвийский Роторс, рожденный в 1990 г. в к/з «Буртниеки», победил на заводских испытаниях в 2 года. Он показал длину шага 102 см и длину рыси – 172 см. Впоследствии под кличкой Расти и седлом Уллы Зальцгебер он стал обладателем бронзы в личном, золота в командном зачете на Олимпиаде в Сиднее, личного серебра и командного золота на Олимпиаде в Афинах. В сезоне 2002–2003 гг. он стал № 1 в мировом рейтинге выездковых лошадей.

Абсолютный чемпион испытаний во ВНИИКе в 2003 г. Хоровод от Ходара, рожденный в КФХ Маланичевых, в возрасте 3 лет показал длину шага 114 см и длину рыси 200 см. В 2012 г. стал чемпионом России по выездке, обладателем Кубка президента и Кубка губернатора под седлом Т. Дорофеевой.

В качестве недавних примеров можно привести ганноверского Воска, рожденного в КФХ «Тракен». На испытаниях в КСК «Отрада» в 2007 г. Воск стал лучшим по результатам оценки двигательных качеств. Он показал длину шага 106 см и длину рыси – 192 см и был приобретен МСМК Инессой Потураевой в КСК «Новый Век». В дальнейшем Воск вошел в состав сборной России по выездке, был участником Олимпиады в Рио-да-Жанейро, этапов Кубка мира и чемпионата Европы.

К сожалению, длина шагов лошади на рыси и шагу не является гарантией достижения олимпийских высот. Не все лошади, показавшие высокие результаты на испытаниях и попавшие в выездку, имели успешную спортивную карьеру. Для этого должно совпасть слишком много факторов, и в том числе интеллект лошади, ее здоровье и высокий уровень мастерства спортсмена.

Оценка в молодом возрасте – это не только один из способов отбора для спорта, но и уникальный инструмент работы для селекционеров. Он позволяет не только выбрать лучших, перспективных животных, но и выбраковать лошадей, показавших закрепощенные, неэффективные движения, выявить аритмию и иноходь, а также пересмотреть использование жеребцов-производителей.

Выводы

1. Лошади ганноверской породы в среднем превосходят тракенинских по длине шага как на шагу, так и на рыси.

2. В ганноверской породе наличие молодых лошадей с коротким шагом на шагу и на рыси минимально и составляет 2 %.

3. В тракенинской породе наличие молодых лошадей с коротким шагом на шагу составляет 5 % и на рыси 9 %, что говорит о важности строгого отбора в саморемонт по этим признакам.

4. Лучший результат на шагу показывают ганноверские лошади, полученные в РФ, а на рыси – ганновераны, полученные в СССР. Тракены заметно уступают по обоим показателям. При этом во всех трех группах есть лошади, достигшие максимальных значений длины шага и рыси.

5. Результаты исследования подтверждают постулат о лидирующей роли ганноверской породы в мировой выездке. Тракены, как порода универсальная для всех трех видов конного спорта, по средним показателям уступает ганноверанам в этом виде оценки.

6. Высоких результатов в выездке достигают лошади обеих пород с длиной шага на шагу 93 см и более и длиной шага на рыси от 156 см.

Литература

1. Дымкова Н. А. Оценка зоотехнических и некоторых биологических показателей лошадей ганноверской породы в России: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Дымкова Наталья Алексеевна; науч. рук. В. Х. Хотов. – М., 2016. – 102 с.
2. Дымкова Н. А. Оценка племенного состава лошадей ганноверской породы России / Дымкова Н. А., Хотов В. Х. // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 2016. – № 2. – С. 33–44.
3. Дорофеева А. В., Гусева Г. Н., Самандеева Е. Г., Шахова И. С. Анализ селекционной работы с лошадьми тракенинской породы по результатам оценки двигательных качеств // Достижения молодых ученых – зоотехнической науке и практике: сборник докладов научно-практической конференции. – Дивово: Изд-во ФГБНУ «ВНИИ коневодства», 2018. – С. 94–101.
4. Дорофеев В. Н. Технология тренинга и испытаний молодняка верховых пород лошадей спортивного направления: Дис. ... докт. с.-х. наук: 06.02.04 / Дорофеев Виталий Николаевич; МСХА. – М., 1995. – 221 с.
5. Дорофеева А. В. Лучшие спортивные лошади мира в 2016 г. / А. В. Дорофеева // Коневодство и конный спорт. – 2016. – № 2 – С. 32–36.

УДК: 636.15.082.2

Характеристика производящего состава лошадей новоалтайской породы в КФХ Адарова А. И. (Республика Алтай)

Characteristics of studstock of Novoaltaiskaya breed of horses of the farm of Adarov A. I. (The Altai Republic)

А. В. ДУБРОВИН, Д. В. СОКОЛОВ
ФГБНУ «ВНИИ коневодства»,
Рязанская обл., Рыбновский р-н,
п. Дивово
e-mail: alexander.dubrovin45@yandex.ru,
danil.sokolov.94@list.ru

A. V. DUBROVIN, D. V. SOKOLOV
The All-Russian Research Institute for
Horse-Breeding, Ryasan Region, Rybnoe
District, vil. Divovo
e-mail: alexander.dubrovin45@yandex.ru,
danil.sokolov.94@list.ru

Целью исследования в КФХ Адарова А. И. являлось определение степени выраженности у производящего состава лошадей новоалтайской породы хозяйственно-полезных признаков и их соответствие требованиям породы. Проанализировано соотношение линий, дана характеристика жеребцов-производителей и кобыл различных линий по возрасту и количеству. Проведен полинейный анализ показателей основных селекционируемых признаков — живой массы, основных промеров, оценки происхождения, типичности и экстерьера. По итогам исследования определено дальнейшее направление работы по совершенствованию лошадей новоалтайской породы в хозяйстве.

Ключевые слова: новоалтайская порода лошадей, племенная кобыла, жеребец-производитель, маточное поголовье, линия, хозяйственно-полезные признаки, живая масса, экстерьер, промеры.

The aim of the study in the farm of Adarov A. I. was to determine the severity of the studstock of Novoaltaiskaya breed of horses of economically useful traits and its compliance to the breed's requirements. The lineage ratios are analyzed, the characteristics of the stallions and broodmares of various lineages by age and quantity are given. A linear analysis of the indicators of the main economically useful traits — live weight, main measurements, evaluation of origin, typicality and conformation are carried out. Based on the results of the study, the further direction of breeding work to improve the horses of Novoaltaiskaya breed in the farm was determined.

Key words: Novoaltaiskaya breed of horses, broodmare, stallion, broodstock, lineage, economically useful traits, live weight, conformation, measurements.

Введение

Одним из важнейших и перспективных направлений отечественного продуктивного коневодства на сегодняшний день является мясное табунное. Оно занимает наиболее устойчивую позицию и отличается положительной тенденцией развития, что обусловлено низкокзатратной технологи-

ей содержания, разведения и выращивания по сравнению с другими отраслями пастбищного животноводства. Анализ породной структуры табунов в Республике Алтай показал, что основная роль в табунном коневодстве региона отводится лошадям новоалтайской породы мясного направления продуктивности [1].

Новоалтайские лошади достаточно массивны, обладают высокой живой массой, близкой к тяжеловозам, хорошими косячными свойствами и отличными приспособительными качествами к суровым условиям экстенсивного содержания, унаследованными от местной алтайской породы лошадей. Однако для того чтобы соответствовать современной конъюнктуре рынка, порода должна постоянно совершенствоваться в направлении повышения живой массы, улучшения экстерьера, повышения продуктивности и племенных наследственных качеств при максимально возможном сохранении приспособительных свойств табунных лошадей [2]. В связи с этим на сегодняшний день сохраняет свою актуальность работа, направленная на формирование в хозяйствах высококлассного производящего состава путем целенаправленного отбора и подбора, а также более оптимального использования производителей, высоко оцененных по качеству потомства.

Результаты такой работы проанализированы и представлены на примере крестьянского (фермерского) хозяйства Адарова А. И., расположенного в Усть-Канском районе Республики Алтай.

Материалы исследования

Материалом исследования послужили данные бонитировки лошадей новоалтайской породы в КФХ Адарова А. И. и информационно-поисковая система «КОНИ-3». В исследуемую группу вошли 47 кобыл и 6 жеребцов-производителей новоалтайской породы. Каждую голову оценивали по живой массе, промерам, происхождению, типичности и экстерьеру по 10-балльной системе [3].

Все данные обработаны биометрически с помощью методов вариационной статистики с использованием программы Microsoft Office Excel 2010.

Результаты исследования

Новоалтайская порода лошадей в КФХ Адарова А. И. представлена четырьмя линиями — Арбаса, Гинтараса, Рекрыта, Меча, а также нелинейными жеребцами и кобылами (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, в хозяйстве используются преимущественно молодые жеребцы линии Гинтараса и нелинейные производители.

Анализируя маточное поголовье, следует отметить, что большая часть кобыл принадлежит линии Арбаса (42,6%), нелинейные матки составляют 27,7%. Сравнительный анализ возрастной структуры показал, что в составе преобладают молодые кобылы в возрасте от 3 до 7 лет – 32 головы (68%), доля взрослых маток составляет 32% (15 голов).

Представленные в таблице 2 данные свидетельствуют о том, что фенотипические различия между жеребцами линии Гинтараса и нелинейными производителями незначительны. В результате оценки установлено, что жеребцы-производители по всем признакам превышают стандарт новоалтайской породы класса элита. Средняя живая масса жеребцов линии Гинтараса составляет 691,1 кг, нелинейных производителей – 641,8 кг.

Таблица 1

Характеристика производящего состава по численности и возрасту (на 01.10.2019 г.)

Показатели		Линии				Нелинейные	Всего
		Арбаса	Гинтараса	Рекрута	Меча		
Жеребцы-производители	гол.	–	2	–	–	4	6
	%	–	33,3	–	–	66,7	100
в том числе в возрасте:							
3–7 лет	гол.	–	1	–	–	3	4
8–13 лет	гол.	–	1	–	–	1	2
Конематки	гол.	20	5	5	4	13	47
	%	42,6	10,6	10,6	8,5	27,7	100
в том числе в возрасте:							
3–7 лет	гол.	12	3	3	4	10	32
8–13 лет	гол.	6	2	2	–	3	13
14–16 лет	гол.	2	–	–	–	–	2

Линия Гинтараса в хозяйстве представлена двумя жеребцами: Жарко 160-14-КК и Жарок 19-08-КК. Оба жеребца рождены в СПК ПКЗ «Кырлык» – конезаводе, где было на-

чато формирование линии Гинтараса от жеребцов литовской тяжелоупряжной породы, полусибсов – 026 Лт Жайздраса и 027 Лт Жардиса.

Вороной жеребец Жарок 129-08-КК, 2008 г. р. (о. 195 Жираф 32-91) является типичным представителем линии – крупный, массивный, костистый с достаточно длинным корпусом, широкой, глубокой грудью и хорошо развитой мускулатурой. Жарок 129-08-КК имеет живую массу 670 кг, промеры 155-175-201-22. Его отец, 195 Жираф 32-91, получен путем инбридинга III-III на родоначальника линии 02271 Гинтараса. 195 Жираф 32-91 обладал достаточно крупным ростом и хорошими мясными качествами, его живая масса 625 кг, оценка по качеству потомства 8 баллов.

Гнедой жеребец Жарко 160-14-КК, 2014 г. р. (о. 339 Жонглёр 91-04-КК), как и предыдущий производитель, обладает ярко выраженным желательным типом, имеет массу тела 712 кг и промеры 157-168-218-23. Жарко 160-14-КК получен путем кросса линий Арбаса х Гинтараса, инбридирован в степени V-V, IV на 02271 Гинтараса и IV-V на 01 Лт Арбаса. Его отец, 339 Жонглёр 91-04-КК, обладает массой 780 кг, входит в число улучшателей, от него в производящем составе ООО «Кулунак» используется жеребец Жбан 110-10-ЕС (живая масса 682 кг). Мать Жарко 160-14-КК, гнедая кобыла 72-06-КК, обладает живой массой 610 кг, относится к семейству кобылы 0322.30-73-КК. Оба родителя имеют наивысшую оценку по качеству потомства – 10 баллов, относятся к классу элита.

Среди нелинейных жеребцов-производителей высокими показателями основных селекционируемых признаков выделяются Дамир 212-14-КК и Слон 201-14-КК.

Гнедой жеребец Дамир 212-14-КК, 2014 г. р. (о. 325 Дрозд 7-07-КК) обладает живой массой 705 кг, промеры 159-169-202-23. В его родословной присутствуют родоначальники линий – 01 Лт Арбас и 02271 Гинтарас – литовские тяжелоупряжные жеребцы. Отец Дамира 212-14, 325 Дрозд 7-07-КК, имеет живую массу 685 кг, является типичным представителем породы. Мать Дамира 212-14-КК, 143-09-КК, относится к линии Гинтараса, ее живая масса 585 кг.

Таблица 2

Характеристика жеребцов-производителей

Линии	n	Живая масса, кг	Промеры, см				Показатели оценки, баллов				
			высота в холке	косая длина туловища	обхват груди	обхват пясти	происхождение	типичность	промеры	экстерьер	в среднем по 4 признакам
			M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
Гинтараса	2	691,0±1,9	156,0±0,1	171,5±0,3	209,5±0,8	22,5	8,0	10,0	10,0	9,0	9,3
Нелинейные	4	641,8±3,4	156,8±0,3	169,3±0,3	201,5±0,7	22,6	9,6	9,0±0,1	10,0	9,1	9,4
В среднем по хозяйству	6	658,2±3,2	156,5±0,2	170,0±0,3	204,2±0,7	22,6	9,1±0,1	9,3±0,1	10,0	9,1	9,4

Таблица 3

Характеристика племенных кобыл

Линии	n	Живая масса, кг	Промеры, см				Показатели оценки, баллов				
			высота в холке	косая длина туловища	обхват груди	обхват пясти	происхождение	типичность	промеры	экстерьер	в среднем по 4 признакам
			M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
Арбаса	20	588,1±3,3	149,0±0,3	161,6±0,4	194,8±0,5	20,2	7,7±0,1	9,8	8,6±0,1	8,5	8,6
Гинтараса	5	604,8±2,9	150,2±0,2	159,6±0,2	199,6±0,5	20,3	8,6±0,1	9,6±0,1	9,1	8,5	9,0
Рекрута	5	605,2±3,1	150,4±0,1	160,4±0,4	197,6±0,4	20,4	9,0	9,6±0,1	9,8	8,7	9,3
Меча	4	529,8±3,9	144,8±0,3	154,8±0,4	188,5±0,3	19,8	9,0±0,1	9,8	8,9±0,1	8,1	8,9
Нелинейные	13	590,3±4,0	148,5±0,3	161,2±0,4	196,8±0,3	20,9	9,3	10,0	8,8±0,1	8,4	9,1
В среднем по хозяйству	47	587,3±3,6	148,8±0,3	160,5±0,4	195,2±0,5	20,3	8,4±0,1	9,8	8,9±0,1	8,5	8,9

Игрневый жеребец Слон 201-14-КК, 2014 г. р. (о. 257 Сом 81-99-КК) имеет массу 660 кг и промеры 161-173-210-23, получен путем инбридинга V-III на 01 Лт Арбаса. Его отец, 257 Сом 81-99, в 13-летнем возрасте обладал массой тела 736 кг, его оценка по качеству потомства 10 баллов. Мать Слона 201-14-КК, 2335.61-02-КК, представительница линии Гинтараса, ее масса тела 575 кг, оценка по качеству потомства 9 баллов.

Анализ качества маточного состава показал (табл. 3), что большинство кобыл всех линий по промерам и оценке фенотипических признаков соответствуют или превышают стандарт новоалтайской породы класса элита. Незначительно уступают стандарту нелинейные матки по высоте в холке. Кобылы линии Меча имеют показатели живой массы, промеров и оценки за экстерьер ниже среднего значения по хозяйству. Лучшими показателями отличаются конематки линий Гинтараса и Рекрута. Они имеют среднюю живую массу 604,8 и 605,2 кг соответственно, с колебаниями от 537 до 658 кг в линии Гинтараса и от 538 до 651 кг в линии Рекрута. Средняя живая масса кобыл линии Арбаса и нелинейных маток составляет 588,1 и 590,3 кг соответственно. Наименьший показатель средней массы отмечен у кобыл линии Меча – 529,8 кг. Однако не следует воспринимать среднее значение промеров и живой массы кобыл линии Меча как низкий показатель их хозяйственно-полезных признаков, поскольку, как видно из таблицы 1, маточное поголовье этой линии полностью представлено молодыми кобылами, еще не достигшими пика своих продуктивных качеств.

Выводы

Результаты анализа данных бонитировки лошадей новоалтайской породы КФХ Адарова А. И. позволяют сделать заключение, что на современном этапе работы все жеребцы-производители и большая часть маточного поголовья хозяйства по всем селекционируемым признакам соответствуют или превышают стандарт породы класса элита. Ло-

шади обладают отличными физиологическими данными и генетическим потенциалом, что является результатом целенаправленной селекционно-племенной работы и соблюдением технологии содержания.

По итогам исследования определено, что для дальнейшей успешной племенной работы с новоалтайской породой лошадей в хозяйстве необходимо:

1. Вести отбор с учетом параметров основных селекционируемых признаков. Формировать маточное ядро преимущественно конематками класса элита. Кобыл, не отвечающих требованиям I класса, подвергать обязательной выбраковке.
2. Расширять и обогащать генофонд производящего состава хозяйства путем межхозяйственного обмена жеребцами и приобретения ремонтного молодняка от жеребцов и кобыл, высоко оцененных по качеству потомства.
3. Повышать продуктивные и племенные качества поголовья посредством работы с линиями.
4. Улучшать условия содержания и выращивания молодняка.

Литература

1. Дубровин А. В. Оценка качественного и количественного соотношения линий в маточном поголовье лошадей новоалтайской породы в Республике Алтай по состоянию на 2018 год / А. В. Дубровин // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11 (190). – С. 27–35.
2. Асанбаев Т. Ш. Результаты использования новоалтайской породы лошадей в продуктивном коневодстве Северо-Восточной части Казахстана / Т. Ш. Асанбаев, Т. В. Громова, Т. С. Шарпатов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (138). – С. 43–149.
3. Инструкция по бонитировке лошадей местных пород. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – 30 с.

К 80-летию И. Ф. Медведева

To the 80th anniversary of I. F. Medvedev

2 октября исполнилось 80 лет выдающемуся ученому в области почвоведения, главному научному сотруднику ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» Ивану Филипповичу Медведеву.

Выявленные И. Ф. Медведевым закономерности проявления эрозийных процессов на пашне и установленная направленность изменения почвообразовательных процессов черноземных почв в этих условиях позволили определить нормативы потерь почвы, гумуса и питательных элементов в процессе эрозии. В результате его многолетних экспериментов, проведенных в различных почвенных условиях с применением минеральных и органических удобрений, получена информация об изменении плодородия черноземных почв на склонах при их длительном использовании.

Окончив в 1964 г. факультет агрохимии и почвоведения Пермского сельскохозяйственного института, И. Ф. Медведев четыре года проработал почвоведом в экспедициях по Саратовской области. В 1968 г. он поступил в аспирантуру и одновременно с учебной работой ассистентом кафедры агрохимии и почвоведения Саратовского сельскохозяйственного института.

В 1973 г. под руководством Валериана Дмитриевича Голубева Иван Филиппович защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Применение азотных удобрений под орошаемую кукурузу на темно-каштановых почвах».

С 1974 г. И. Ф. Медведев – старший научный сотрудник, а с 2010 г. главный научный сотрудник, долгое время являлся заведующим отделом экологии агроландшафтов ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока».

В 2001 г. И. Ф. Медведев защитил докторскую диссертацию на тему: «Агроэкологические основы повышения плодородия склоновых черноземных почв Поволжья». В докторской диссертации он на основании многолетних исследований сформулировал научную концепцию проблемы сохранения и повышения плодородия смытых почв в агроландшафтном земледелии.

С 2002 г. по 2014 г. Иван Филиппович по совместительству работал в должности профессора кафедры почвоведения и агрохимии Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова. В 2004 году ему присвоено звание профессора.

В последнее время все чаще появляются сообщения об изменении климата, о необходимости перехода на более экологичные технологии выращивания культур и воспроизводства почвенного плодородия. Эти сложные и многофакторные вопросы не перестают волновать общественность в разных странах мира. Изучение данных вопросов требует большого охвата территории, многолетних мониторинговых данных, использования передовых технологий и много-



численных методик. Однако, несмотря на все перипетии, происходящие в отечественной науке в последние десятилетия, такая работа целенаправленно ведется под руководством профессора И. Ф. Медведева.

Под его началом проводятся теоретические и практические работы по изучению закономерностей проявления биосферных процессов. В лаборатории агроландшафтов и ГИС выполняются исследования по проблеме экологической оценки плодородия почв Поволжья.

Под научным руководством И. Ф. Медведева осуществляется длительный мониторинг биосферных процессов в агроландшафтах Саратовской области. В рамках существующей сети локального почвенно-агрохимического мониторинга с использованием ГИС-технологий изу-

чаются состояние и трансформация основных элементов потенциального и эффективного плодородия при различном использовании пашни (целина, длительная залежь, пар, лесная полоса, интенсивно используемая пашня).

Весомый вклад внес профессор И. Ф. Медведев и в подготовку научно-педагогических работников по вопросам земледелия, агропочвоведения, лесомелиорации и экологии. Под его научным руководством защищено 16 кандидатских диссертаций, а также готовится к защите докторская диссертация. В аспирантуре под руководством И. Ф. Медведева в настоящее время проходят подготовку три аспиранта.

Иваном Филипповичем опубликовано более 400 научных работ. Он имеет 3 авторских свидетельства, 1 патент. Его научные разработки в области защиты почв от эрозии отмечены серебряной и бронзовой медалями ВДНХ СССР, а разработки по внедрению ГИС-технологий удостоены золотой медали на выставке «Золотая осень» (ВДНХ) в 2018 г.

Профессор И. Ф. Медведев – основной разработчик раздела «Плодородие почв» в новой «Концепции развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года»; независимый эксперт министерства сельского хозяйства РФ в сфере агрострахования: член Диссертационного совета по защита докторских диссертаций при ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова.

Научные, производственные, общественные заслуги И. Ф. Медведева неоднократно отмечались руководством РАСХН, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», губернатором и правительством области.

С пожеланием юбиляру крепкого здоровья и реализации всех творческих планов, связанных с любимой наукой,

администрация НИИСХ Юго-Востока,
коллектив отдела экологии агроландшафтов института

К 55-летию С. Н. Замыгина

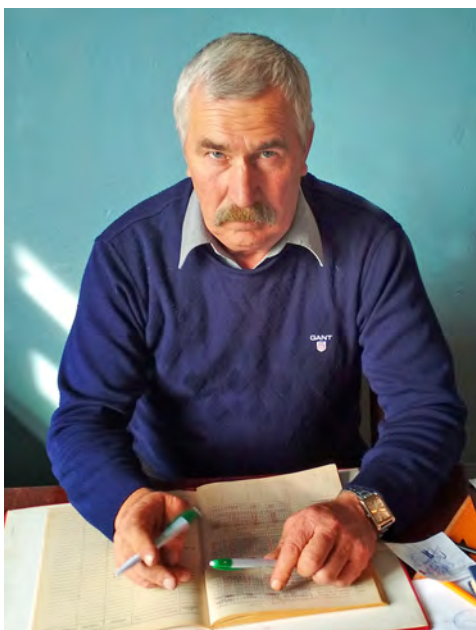
To the 55th anniversary of S. N. Zamygin

Сергей Николаевич Замыгин родился 10 ноября 1964 г. в деревне Поченары Ядринского района Республики Чувашия. В настоящее время является зоотехником I категории отдела животноводства ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока».

В 1980 г. окончил Тюменевскую восьмилетнюю школу Самойловского района Саратовской области. С 1980-го по 1984 гг. находился на обучении в Краснокутском зооветеринарном техникуме по специальности «ветфельдшер». Его трудовая биография началась в 1984 г. с должности ветфельдшера совхоза «Заветы Ильича» Самойловского района Саратовской области. Затем была служба (1984–1986 гг.) в рядах Советской Армии. По возвращении в Саратов работал ветеринарным врачом в ПО «Корпус», в Военторге – на разных должностях.

В 1990 г. Сергей Николаевич был принят на работу в Поволжский НИИ животноводства и кормопроизводства на должность зоотехника. С 1998 г. и по сегодняшний день работает в НИИСХ Юго-Востока в должности зоотехника I категории отдела животноводства.

За более чем два десятилетия С. Н. Замыгин зарекомендовал себя в институте как специалист высокой квалификации, обладающий большим практическим опытом и разнообразными профессиональными знаниями. Его научная деятельность направлена на создание высокопродуктивных стад крупного рогатого скота в Поволжье. Он автор 5 науч-



ных статей, опубликованных в профильных журналах.

Сергей Николаевич принимает активное участие в научно-производственной деятельности отдела животноводства института. Он один из соисполнителей НИР в рамках заключенных договоров о научном сотрудничестве с такими ведущими научными организациями России, как ФГБНУ «Институт общей генетики имени Н. И. Вавилова» (Москва), ФГБНУ «Всероссийский НИИ овцеводства и козоводства» (Ставрополь); а также Киргизский НИИ животноводства и пастбища (Бишкек).

Хорошо знают его и в ряде хозяйств Саратовской области, где специалист участвует в выполнении по договорам научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ. Свой вклад внес он и в разработку системы ве-

дения мясного и молочного скотоводства для Поволжского региона, селекционно-племенных планов по молочному и мясному скотоводству.

Многолетняя и успешная работа Сергея Николаевича Замыгина была неоднократно отмечена наградами и поощрениями НИИСХ Юго-Востока.

С поздравлениями и наилучшими пожеланиями,

**администрация НИИСХ Юго-Востока,
коллектив отдела животноводства института**

Основные события, цифры и факты научно-производственной деятельности НИИСХ Юго-Востока (Дайджест-2019)

Key events, figures and facts of the scientific and production activities of the Agricultural Research Institute of South-East Region (Digest-2019)



Январь–декабрь

В 2019 году институт активно развивался, повышал свои научные и финансовые показатели, укреплял кадровый состав. Несколько цифр и фактов.

- С учетом высокого научного потенциала института (входит в 1-ю категорию НИУ по группе «Растениеводство») исследования велись по широкому кругу проблем – 10 отдельных тем государственного задания, гранты РФФИ, хозяйственные НИР. Диапазон исследований – от вопросов генной инженерии и селекционных биотехнологий до совершенствования агротехнологий и прогнозирования изменений климата и плодородия почвы.

- В отчетном году в НИИСХ Юго-Востока открыты две лаборатории: молекулярно-генетического анализа в селекции и молекулярно-генетической селекции плодовых культур.

- В Госреестр РФ охраняемых селекционных достижений внесены 2 линии и сорт подсолнечника Любимчик, сорт озимого тритикале Зубр, зернового сорго Ирина, получен 1 патент на изобретение (орудие для основной обработки почвы).

- За 2019 год было подано 7 заявок на патент на селекционные достижения и 5 заявок на допуск селекционного достижения к использованию на территории Саратовской области.

- На сортоиспытании находятся лучшие сорта института:

- озимое тритикале Зубр и Георг;
- яровая мягкая пшеница Александрит и Саратовская 76;
- яровая твердая пшеница Памяти Васильчука и Тамара;
- озимая рожь Саратовская 10;
- сахарное сорго Рубеж;
- озимая мягкая пшеница Анастасия, Подруга и Соседка.

- С применением ГИС-технологий собрана уникальная для РФ база данных длительного мониторинга естественной и антропогенной трансформации почв в условиях техноге-

неза и изменения климата. Технология уже внедрена на 150 000 га.

- Активизированы работы по селекции сельскохозяйственных животных

- КРС, свиней, овец – для обеспечения высокой продуктивности в условиях климата Саратовской области и местной кормовой базы хозяйств. Специалисты института работают в крупных животноводческих предприятиях области.

- Институтом ведется первичное семеноводство 70 сортов собственной селекции, поддерживаются биологические коллекции и ООПТ «Дендрарий НИИСХ Юго-Востока». Для нужд семеноводческих хозяйств и сельхозпредприятий с учетом вклада ФГУПов «Красавское», «Соляное», «Ершовское» и Аркадакской СХОС уже реализовано около 5 тысяч тонн семян различных сельскохозяйственных культур.

- За отчетный год было проведено 8 заседаний ученого совета НИИСХ Юго-Востока. В общей сложности на них было рассмотрено более 30 вопросов. Среди основных направлений работы ученого совета – утверждение планов НИР, анализ и оценка научно-производственной деятельности института и его структурных подразделений, финансовое состояние НИИ, кадровое обеспечение, практическая работа по созданию на базе института «Федерального аграрного научного центра Юго-Востока».

- В 2019 году НИИСХ Юго-Востока провел мероприятия:

- Всероссийская научная конференция молодых ученых и специалистов с международным участием «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция»;

- полевой семинар «Сортовая стратегия Саратовской области по озимым культурам – основа стабильного производства зерна»;

- ежегодный сельскохозяйственный форум «Саратов-Агро. День поля. 2019» с международным участием.

- Институт был также представлен на мероприятиях и выставках:

- на ВДНХ;
- в правительстве Саратовской области;
- на Днях поля (районных, корпоративных, региональных) и др.

- Не менее активно сотрудники НИИСХ Юго-Востока за отчетный период участвовали в различных научно-практических конференциях, семинарах и симпозиумах, организованных за пределами института. Вот только несколько адресов и названий:

- Межрегиональная специализированная выставка «АГРО-2019» (г. Оренбург);

- Китайско-Российская конференция по развитию научно-технического инноваций и сотрудничеству в области специфического сельского хозяйства (г. Байчен, КНР);

- Международный конгресс «VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы» (г. Санкт-Петербург);

– Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов» (г. Курск);

– совещание в Минобрнауки РФ по вопросам реализации «дорожной карты» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. (г. Москва);

– XX Российская агропромышленная выставка «Золотая осень. 2019» (г. Москва);

– заседание Межведомственного совета при Министерстве науки и высшего образования РФ по рассмотрению вопросов о создании селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров под председательством заместителя министра науки и высшего образования РФ Алексея Медведева (г. Москва).

Январь

В Минобрнауки РФ подписан Протокол о создании Федерального аграрного научного центра Юго-Востока. «С 23 января 2019 года можно считать запущенной процедуру создания Федерального центра на базе нашего института», – сообщил на заседании расширенного ученого совета врио директора НИИСХ Юго-Востока Сергей Гапонов.

Вышло в свет издание «Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы». Это междисциплинарное исследование большого коллектива ученых, представляющих ведущие научные центры страны. Одна из 22 глав – «Особенности возделывания пшеницы в условиях часто возникающих природных и антропогенных рисков» – подготовлена группой ученых НИИСХ Юго-Востока. В числе авторов: член-корреспондент РАН А. И. Прянишников, доктор с.-х. наук И. Ф. Медведев, кандидаты с.-х. наук Д. И. Губарев, С. С. Деревягин, Н. Г. Левицкая.

Работа выполнена в рамках Программы ФНИГАН на 2013–2020 годы и Соглашения о сотрудничестве между Минсельхозом РФ и РАН. Издатель – ФГБНУ «Росинформагротех». Монография посвящена научному обоснованию увеличения производства высококачественного зерна пшеницы в РФ. Это издание и его авторы отмечены золотой медалью и дипломом XX Российской агропромышленной выставки «Золотая осень-2018». О чем и было сообщено на заседании ученого совета института (23 января).

Февраль

В Саратове в рамках деловой программы II ежегодного агрофорума «Саратов-Агро. День поля. 2019» прошел круглый стол: «Агроинновации: от науки – производству». В его работе приняли участие руководители, ведущие ученые и специалисты научных организаций и вузов, структурных подразделений профильных федеральных организаций, практики сельскохозяйственного производства. Мероприятие организовано НИИСХ Юго-Востока, Ассоциацией «Аграрное образование и наука», ВЦ «Софит-Экспо». В рамках заседания были обсуждены состояние и прогнозы развития растениеводческой отрасли регионального АПК, различные аспекты его научного сопровождения.

С основным докладом «Новые сорта и гибриды на экспорт: спрос рождает предложение» выступил заместитель директора НИИСХ Юго-Востока по научной работе Сергей Деревягин. На примере местных сортов докладчик показал механизмы регулирования экспортных качеств урожая. Аудитории были представлены новинки селекционных достижений НИИСХ Юго-Востока, которые созданы в диало-

ге с аграриями и предприятиями переработки по принципу «спрос рождает предложение».

Март

С 20 по 22 марта на базе НИИСХ Юго-Востока прошла III Всероссийская научно-практическая интернет-конференция молодых ученых и специалистов с международным участием: «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция». Мероприятие посвящено 145-летию со дня рождения А. Г. Дояренко, выдающегося российского ученого – одного из первых агрофизиков в мире и России. В 1939–1948 гг. Алексей Григорьевич работал в Институте зернового хозяйства Юго-Востока (Саратов).

Более 200 авторов из профильных научных центров и вузов России, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Узбекистана и Украины представили 92 научных доклада. Работа была организована в пяти секциях: «Генетика, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур», «Научно-производственные достижения в растениеводстве», «Почвоведение, агрохимия, экология», «Лесомелиорация и озеленение», «Генетика, селекция и воспроизводство сельскохозяйственных животных и аквакультура».

Апрель



18 апреля состоялись выборы директора НИИСХ Юго-Востока. По результатам тайного голосования кандидаты на должность директора института получили следующее количество голосов: В. Н. Акинина (ученый секретарь) – 14, С. Н. Гапонов (врио директора института) – 145, С. С. Деревягин (заместитель директора института по научной работе) – 19. Всего в процедуре голосования приняли участие 183 сотрудника института. На основании результатов голосования на должность директора ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» был избран Сергей Николаевич Гапонов. Ученый совет института единогласно утвердил Протокол избирательной комиссии по выборам директора НИИСХ Юго-Востока.

Май

В НИИСХ Юго-Востока скорректировали Программу развития института на среднесрочную перспективу. Это было сделано в связи с включением НИИ в трехлетнюю Программу совершенствования приборной базы научных

организаций, подведомственных Минобрнауки РФ. Данная программа является составной частью национального проекта «Наука». Выделенные средства решено направить на приборное оснащение лабораторий института.

Июнь



Семинар по теме: «Стратегия реализации биологического потенциала озимых культур в современных условиях Саратовской области» прошел на базе НИИСХ Юго-Востока. На мероприятие (18 июня) были приглашены представители агрономических служб сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности. Семинар проводился в два этапа. В теоретической части были обсуждены проблемные вопросы возделывания озимых культур, режима питания растений, их защиты от сельскохозяйственных вредителей и болезней, сортосмены и сортообновления.

В рамках полевой части на демонстрационном участке селекционного поля института участникам семинара были представлены посевы современной линейки сортов озимых культур селекции НИИСХ Юго-Востока (озимая мягкая пшеница – Калач 60, Саратовская 90, Жемчужина Поволжья, Саратовская 17; озимая рожь – Саратовская 7, Памяти Бамбышева), а также сорта озимых других селекционных центров страны. Большой интерес вызвала презентация новых саратовских сортов озимой мягкой пшеницы Анастасия (передана в 2018 году на госсортоиспытание) и Подруга (готовится для передачи в Госсортсеть). Был отмечен значительный прогресс, достигнутый институтом в создании сортов озимого тритикале.

Самым масштабным научным мероприятием 2019 года, в котором приняли участие сотрудники института, стал состоявшийся (18–22 июня) в Санкт-Петербурге Международный конгресс «VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы». На съезде было зарегистрировано более 1 400 участников из 33 стран. В составе саратовской делегации в работе съезда приняли участие представители НИИСХ Юго-Востока: председатель Саратовского отделения ВОГиС, главный научный сотрудник отдела биотехнологии Л. А. Эльконин (выступил на одном из секционных заседаний съезда с докладом) и ученый секретарь института В. Н. Акинина.

Июль

Практические рекомендации «Особенности проведения агротехнических и уборочных работ в 2019 году» получили сельхозпроизводители Саратовской области. В подготовке рекомендаций приняли участие ведущие ученые НИИСХ Юго-Востока: С. Н. Гапонов, С. С. Деревягин, Н. Г. Левицкая, С. В. Ляцева, Н. М. Жолинский, И. Ф. Медведев,

З. М. Азизов, Т. М. Ярошенко, Н. М. Соколов, Т. Я. Ермолаева, Н. И. Стрижков, Д. И. Губарев, Г. А. Бекетова, Г. И. Шутарева, Э. А. Конькова; а также представители Саратовского ГАУ им. Вавилова – К. Е. Денисов, В. Б. Нарушев, Н. А. Шьурова, А. Г. Субботин, О. С. Башинская, В. И. Губов; министерства сельского хозяйства Саратовской области – А. Н. Зайцев.

Представительный семинар в формате корпоративного «Дня поля» состоялся на базе Балаковского филиала АО «Апатит». В программе мероприятия были знакомство с работой химиков и полевая часть на агрополигоне предприятия, где при активном содействии ученых НИИСХ Юго-Востока отработываются современные подходы по эффективному использованию удобрений. Это крайне важно для повышения урожайности и качества сельхозпродукции, наращиванию ее экспортного потенциала. Среди участников – сотрудники агрономической службы Балаковского филиала, руководители и специалисты сельхозпредприятий Саратовской области, представители ряда научных организаций: Всероссийского НИИ агрохимии имени Д. Н. Прянишникова (Москва), ФИЦ «Немчиновка» (Подмосковье), НИИСХ Юго-Востока (Саратов).

Август



С 8 по 9 августа на экспериментальном поле НИИСХ Юго-Востока прошел X сельскохозяйственный форум с международным участием «Саратов-Агро. День поля. 2019». В его выставочной части приняли участие 162 фирмы и организации различного профиля из 22 регионов России, а также из Белоруссии, Турции и Китая. Деловая программа форума была посвящена основным тенденциям развития АПК Саратовской области. Одно из главных ее мероприятий – Международная научно-практическая конференция «Достижения в адаптивной селекции и устойчивом ведении аграрного производства», инициированная НИИСХ Юго-Востока. Кроме того, на «Саратов-Агро» были представлены демонстрационные посевы более 50 сортов основных культур селекции института и коллег из «Россорго».

Сентябрь

В Курском ФАНЦ (11–13 сентября) проведена Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов». В работе конференции приняли участие ученые и специалисты из 18 научных учреждений Минобрнауки РФ, РАН, вузов Российской Федерации и Молдовы. НИИСХ Юго-Востока на конференции представляли: заместитель директора института по научной работе Сергей Деревягин, заведующий технологическим центром Николай Жолинский и ведущий научный сотрудник Денис Губарев. В своих докладах они осветили про-

блематику, связанную с мониторингом эрозионной активности на полях Саратовской области, пространственной неоднородностью показателей почвенного плодородия в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования пашни, взаимосвязью корневой системы с продуктивностью.

Октябрь

На базе НИИСХ Юго-Востока прошел семинар, организованный Саратовским филиалом АО «Щелково Агрохим». Мероприятие было посвящено актуальной проблематике, связанной с развитием производства сои в Нижнем Поволжье на основе внедрения передовых разработок компании «Щелково Агрохим» и использования цифровых платформ зарубежных сервисных компаний, способствующих повышению эффективности агропроизводства. Среди участников семинара руководители ряда хозяйств, в том числе специализирующихся на семеноводстве, Саратовской и Волгоградской областей, ученые НИИСХ Юго-Востока, СГАУ, ВолжНИИГиМ, Ершовской опытной станции, ФГУП «Ершовское» и ФГУП «Соляное», ФГУП «Ардакская СХОС», ФГУП «Красавское», представители сервисных компаний. (Подробнее на стр. 47 «Соя – рост производства на базе передовых технологий»).

Ноябрь

В правительстве Саратовской области состоялся отчет НИИСХ Юго-Востока. На заседании постоянно действующего совещания (ПДС) при заместителе председателя правительства Саратовской области А. В. Стрельникове был заслушан доклад директора НИИСХ Юго-Востока С. Н. Гапонова о результатах работы института за 10 месяцев текущего года. Научно-производственная деятельность, финансовое состояние НИИ и создание на базе института Федерального аграрного научного центра Юго-Востока – три основных тематических блока, которые составили содержание отчета.

Декабрь

Исполнилось 35 лет с момента организации лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы НИИСХ Юго-Востока. За этот период усовершенствованы известные в мире и созданы новые оригинальные методы и приборы для оценки качества зерна, что позволило за отно-

сительно короткий срок вывести 14 сортов яровой твердой пшеницы, отличающихся превосходным качеством клейковины и повышенным содержанием каротиноидных пигментов. Эти сорта также устойчивы к ряду наиболее опасных заболеваний и выносливы к повреждению клопом вредная черепашка.

В создание современной линейки сортов яровой твердой пшеницы выдающийся вклад внес заведующий отделом селекции яровой пшеницы НИИСХ Юго-Востока, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАСХН Николай Сергеевич Васильчук (19.05.1947–29.09.2011). Под его руководством было выведено 13 сортов яровой твердой пшеницы (из них 12 внесены в Государственный реестр селекционных достижений), в том числе такие известные, как Саратовская 59, Саратовская золотистая, Ник, Золотая волна, Аннушка, Луч 25. В настоящий момент решается вопрос о районировании нового сорта Памяти Васильчука, созданного коллегами и последователями Николая Сергеевича.

В декабре 90-летний юбилей отметила лаборатория качества зерна НИИСХ Юго-Востока. Исторически лаборатория проводит работу по двум основным направлениям. Первое (биохимическое) – получило свое развитие с 1916 года. Второе (технологическое) – возникло в конце 1929 года. Научно-теоретические изыскания проводятся на стыке нескольких наук: биологии, коллоидной химии, генетики, физиологии, растениеводства. Технологическая оценка включает анализ селекционного материала и образцов зерна с производственных посевов. Ежегодно в лаборатории производится более 10 000 различных оценок технологических и существенных реологических свойств зерна, оказываются консультации по проблемам качества зерна и продуктов его переработки.

Среди плеяды ученых в разные годы, возглавлявших работу лаборатории, доктору биологических наук, профессору, академику Нью-Йоркской академии наук В. М. Белякину (руководитель лаборатории с 1983-го по 2014 год) принадлежит особое место – им создана научная школа. Под руководством Василия Михайловича защищено 20 кандидатских диссертаций, он является автором более 200 научных трудов. Исследования, выполненные в лаборатории несколькими поколениями сотрудников, получили признание научного сообщества в России и за рубежом.

В Москве на площадке Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной биотехнологии 11 декабря состоялось заседание Межведомственного совета при Министерстве науки и высшего образования РФ по рассмотрению вопросов создания селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров. На этом мероприятии из 23 представленных проектов селекционных центров одобрение получили 18, включая проект НИИСХ Юго-Востока. Селекционно-семеноводческий центр должен стать одним из инструментов государственной поддержки для обновления и расширения научно-исследовательской инфраструктуры института.

Подготовил В. В. Рязанов



Лаборатория селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы.



Лаборатории качества зерна.

Соя – рост производства на базе передовых технологий

Soybeans - production growth based on advanced technologies

В. В. РЯЗАНОВ
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов
e-mail: vvrsaratov@mail.ru

V. V. RYAZANOV
Agricultural Research Institute
of South-East Region, Saratov
e-mail: vvrsaratov@mail.ru

В процентном отношении от всей посевной площади соя занимает в РФ всего 3,7%, тогда как в США – 37%, Бразилии – 56%, Аргентине – 72%. Привлечь новых игроков в соевый сегмент рынка поможет межгосударственный «План по углублению сотрудничества между РФ и КНР в области сои (2019–2024гг.)», осуществляемый под эгидой Российско-Соевого Союза. Китайская Народная Республика намерена инвестировать в производство неГМО и органической сои на площади 2 миллиона гектаров в 2020 году 6,9 миллиарда долларов США с обязательством последующего выкупа собранного урожая.

Проект будет реализован на территории Европейской части России и Сибири. Всего предполагается участие 28 регионов. В их числе – Саратовская и Волгоградская области. Регионам – участникам проекта гарантируется полное обеспечение хозяйств высококачественным посевным материалом, комплексной схемой защиты и минерального питания культуры, а также необходимой сельскохозяйственной техникой.

Что нужно сделать для того, чтобы расширить посевы сои, получить наибольшую отдачу от масштабных инвестиций в производство этой коммерчески выгодной продовольственной, технической и кормовой культуры, обсудили участники семинара, прошедшего на базе НИИСХ Юго-Востока. Среди них руководители ряда хозяйств, в том числе специализирующихся на семеноводстве, Саратовской и Волгоградской областей, ученые профильных НИИ и вузов, селекционных опытных станций, представители промпроизводства и сервисных компаний. Основное внимание участники семинара уделили вопросам технологического обеспечения производства сои.

– Участие в предлагаемой программе будет выгодным для саратовских и волгоградских аграриев, – считает директор Саратовского филиала АО «Щелково Агрохим» Валерий Шаманов. – Но, чтобы получить значимую прибыль от производства сои, нужно уметь грамотно работать с этой культурой. Соя чрезвычайно требовательна к своевременному и качественному выполнению всего комплекса агротехнических мероприятий, особенно в жестких природно-климатических условиях Нижнего Поволжья. Цель проводимого семинара – ознакомить участников с передовыми достижениями науки и практики, с новыми возможностями, которые предоставляет в их распоряжение промышленность, конкретно – компания «Щелково Агрохим».

С основным докладом «Оптимизация технологии защитных мероприятий и минерального питания на сое с исполь-



зованием препаратов компании «Щелково Агрохим» на семинаре выступила ведущий консультант Людмила Баранова.

И для сои, и для многих других сельскохозяйственных культур компанией разработана система управления вегетацией. Людмила Баранова акцентировала внимание собравшихся на необходимости применения линейки препаратов, производимых компанией, для обработки посевов сои. Еще один важный фактор в получении гарантированного урожая и высокого содержания белка сои – это сорт.

– Что касается «Щелково Агрохим», – проинформировала Людмила Баранова, – компания будет предоставлять широкую линейку сортов для каждого региона. И в зависимости от той цели, которую поставит перед собой конкретный сельхозпроизводитель, можно будет выбрать сорт, оптимальный именно для данного хозяйства, для данной микрозоны.

Значительная часть семинара была посвящена обсуждению перспектив применения цифровых технологий в АПК Саратовской области. Большой интерес у участников вызвала презентация, сделанная по этой теме генеральным менеджером канадской компании «Фармерс Эйдж» (Farmers Edge) в России Александром Семенихиным.

Подсчитано: чтобы вырастить урожай, сельхозпроизводителю нужно принять до 50 стратегических решений. Для этого он должен в режиме реального времени собирать, работать и проанализировать большой массив данных. Как показала мировая и отечественная практика, если работать по старинке, задача эта в современных условиях трудновыполнимая.

Для оперативной и качественной обработки информации, которая стекается к сельхозпроизводителю, компа-

ния предлагает использовать цифровую платформу собственной разработки – «ФармКоманд». Ее мобильная версия может быть установлена на сотовый телефон. В эту цифровую платформу закладываются инструменты по сбору данных, есть опция по использованию снимков, полученных в процессе спутникового зондирования поверхности Земли.

– Грамотное использование возможностей цифровой платформы, предлагаемой компанией «Фармерс Эйдж», позволит сельхозпроизводителям моделировать и прогнозировать все фазы работы с сельскохозяйственными культурами, качественно и своевременно выполнять агротехнологические мероприятия точного земледелия, повысить эффективность использования техники и финансовую отдачу вложенных средств с каждого гектара, – закончил свое выступление Александр Семенихин.

«Спустится с небес на землю» предложил участникам семинара директор ООО «Фотограмметрия и ГИС» Андрей



Вайгант. Специалист считает: прежде чем использовать в своей практической работе спутниковые снимки и другие возможности современных цифровых платформ – что, безусловно, дело полезное, – нужно иметь абсолютно достоверную информацию о состоянии конкретного поля по десяткам базовых показателей (наличие питательных веществ, микроэлементов и т. д.). Получить такую информацию можно только при проведении крупномасштабного наземного обследования, по результатам которого составятся подробные карты плодородия полей.

– В связи с перспективой расширения в регионе посевных площадей под сою рекомендовал бы руководителям хозяйств, которые хотят войти в программу, провести тщательное обследование полей, – сказал Андрей Вайгант, обращаясь к участникам семинара. – Нужно точно знать, на каких земельных массивах имеется благоприятная совокупность всех питательных веществ и микроэлементов для производства в данном случае сои.

По каждому выступлению состоялось заинтересованное обсуждение, спикеры ответили на многочисленные вопросы участников семинара.

– Этот семинар интересен как практической, так и научной составляющей, – отметил, подводя итоги дискуссии, заместитель директора НИИСХ Юго-Востока по научной работе Сергей Деревягин. – Участникам были представлены в одном пакете новейшие разработки АО «Щелково Агрохим» и ряда сервисных компаний, предлагающих новейшие цифровые технологии. Причем сделано это было с привязкой к развитию на территории Нижнего Поволжья производства высокомаржинальной культуры – сои. Такая локализация проблематики пошла только на пользу делу. Учитывая важность вопросов, поднятых на семинаре в связи с реализацией в регионе программы по сое, ее научное сопровождение будет продолжено в разных форматах учеными нашего и других институтов.