

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 1(67)2020

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской» является членом Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ)

Ионова Е. В. – главный редактор, д-р с.-х. н. (Зерноград, Россия);
Попов А. С. – заместитель главного редактора, к. с.-х. н. (Зерноград, Россия);
Донцова А. А. – ответственный секретарь, к. с.-х. н. (Зерноград, Россия).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Алабушев А. В. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Баталова Г. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (Киров, Россия);
Беспалова Л. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);
Вислобокова Л. Н. – к. с.-х. н., ФГБНУ «Тамбовский НИИСХ» (Тамбов, Россия);
Гончаренко А. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Зезин Н. Н. – д-р с.-х. н., ФГБНУ УрФАНЦИ УрО РАН (Екатеринбург, Россия);
Лукомец В. М. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФНЦ «ВНИИМК» (Краснодар, Россия);
Медведев А. М. – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Долженко В. И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ВНИИБЗР» (Краснодар, Россия);
Волкова Г. В. – д-р биол. н., ФГБНУ «ВНИИБЗР» (Краснодар, Россия);
Подколзин А. И. – д-р биол. н., проф., ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» (Ставрополь, Россия);
Назаренко О. Г. – д-р биол. н., проф., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» (Рассвет, Россия);
Романенко А. А. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (Краснодар, Россия);
Сандухадзе Б. И. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка» (Одинцово, Россия);
Сотченко В. С. – академик РАН, д-р с.-х. н., ФГБНУ «ВНИИ кукурузы» (Пятигорск, Россия);
Храмцов И. Ф. – академик РАН, д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск, Россия);
Шевченко С. Н. – академик РАН, д-р с.-х. н., Самарский НИИСХ (Самара, Россия);
Ле Зунь Хай – Агрогенетический институт (Ханой, Вьетнам);
Халил Сурек – д-р. н., Тракийский аграрный НИИ (Эдирне, Турция);
Юсупов Г. Ю. – к. с.-х. н., Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана (Ашхабад, Туркменистан);
Давлетов Ф. А. – д-р с.-х. н., Башкирский НИИСХ ФГБНУ УФИЦ РАН (Уфа, Россия).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ашиев А. Р. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Вожжова Н. Н. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Зеленская Г. М. – д-р с.-х. н., проф., ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Персиановский, Россия);
Иванисов М. М. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Ковалев В. С. – д-р с.-х. н., проф., ФНЦ риса (Краснодар, Россия);
Ковтунов В. В. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Костылев П. И. – д-р с.-х. н., проф., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Кравченко Н. С. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Кривошеев Г. Я. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Марченко Д. М. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Метлина Г. В. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия);
Самофалов А. П. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия).

The founder: Federal State Budgetary Scientific Institution "Agricultural Research Center "Donskoy", a member of the Association of Science Editors and Publishers

Ionova E. V. – chief editor, Dr. Sci. (Agriculture) (Zernograd, Russia);
Popov A. S. – deputy chief editor, Cand. Sci. (Agriculture) (Zernograd, Russia);
Dontsova A. A. – executive secretary, Cand. Sci. (Agriculture) (Zernograd, Russia).

EDITORIAL COUNCIL:

Alabushev A. V. – chairman of editorial council, Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Zernograd, Russia);
Batalova G. A., Federal Agricultural Research Center of the East named N. V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Kirov, Russia);
Bespalova L. A., "P. P. Lukyanenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Vislobokova L. N., Tambov branch of the "Russian Agricultural Center" – Cand. Sci. (Agriculture) (Tambov, Russia);
Gontcharenko A. A., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Odintsovo, Russia);
Zezin N. N., Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture) (Ekaterinburg, Russia);
Lukomets V. M., Federal Scientific Center "V. S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Medvedev A. M., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Odintsovo, Russia);
Dolzhenko V. I., All-Russian Research Institute of Plant Protection – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Volkova G. V., All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection – Dr. Sci. (Biology) (Krasnodar, Russia);
Podkolzin A. I., Stavropol'sky State Agricultural University – Dr. Sci. (Biology), professor (Stavropol, Russia);
Nazarenko O. G., State Center of Agrochemical Service "Rostovsky" – Dr. Sci. (Biology), professor (Rassvet, Russia);
Romanenko A. A., "P. P. Lukyanenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Sandukhadze B. I., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Odintsovo, Russia);
Sotchenko V. S., All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Pyatigorsk, Russia);
Khramtsov I. F., Omsk Agrarian Scientific Center – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Omsk, Russia);
Shevchenko S. N., Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Samara, Russia);
Le Zun Hai, Agrogenetic Institute (Hanoi, Vietnam);
Khalil Surek, Trakia Agricultural Research Institute – PhD (Edirne, Turkey);
Yusupov G. Yu., Ministry of Agriculture and Water Management of Turkmenistan – Cand. Sci. (Agriculture) (Ashkhabat, Russia);
Davletov F. A., Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture) (Ufa, Russia).

EDITORIAL BOARD:

Ashiev A. P. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Vozhzhova N. N. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Zelenskaya G. M. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBEI HE Donskoy SAU (Persianovsky, Russia);
Ivanisov M. M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Kovalev V. S. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FRC of rice (Krasnodar, Russia);
Kovtunov V. V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Kostylev P. I. – Dr. Sci. (Agriculture), professor, FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Kravchenko N. S. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Krivosheev G. Ya. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Marchenko D. M. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Metlina G. V. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia);
Samofalov A. P. – Cand. Sci. (Agriculture), FSBSI "ARC "Donskoy" (Zernograd, Russia).

Свидетельство ПИ № ФС 77-38503 от 18 декабря 2009 г. Зарегистрировано в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Журнал включен в Перечень ВАК Минобрнауки России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,464 (2018).

Журнал входит в базу данных Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (ядро РИНЦ). Журнал входит в международную базу данных DOAJ.

Перевод на английский язык – Скуйбеда О. Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 25.02.2020.
Дата выхода 28.02.2020. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 10/25030.
Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А.** Влияние сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в южной зоне Ростовской области **4**
- Мамырко Ю. В., Бушнев А. С.** Изменение элементов структуры урожая льна масличного в зависимости от гидротермических условий, применения удобрений и нормы высева семян **11**
- Игнатьев С. А., Регидин А. А.** Оценка продуктивности и качества корма популяций люцерны в конкурсном сортоиспытании **17**
- Ионова Е. В., Газе В. Л., Лиховидова В. А.** Фотосинтетическая деятельность и динамика накопления сухой массы растений озимой мягкой пшеницы в зависимости от условий выращивания **23**
- Горянина Т. А., Медведев А. М.** Хлебопекарное качество зерна озимых тритикале, пшеницы и ржи **28**
- Хабидуллин К. Н., Ашиев А. Р., Скулова М. В.** Оценка адаптивности продуктивности растений коллекции гороха посевного **33**
- Клименков Ф. И., Градсков С. М., Щуклина О. А., Кузнецова Н. Л., Клименкова И. Н., Ермоленко О. И.** Мониторинг урожайности и качества зерна озимой ржи нового урожая по Брянской области в динамике за 2012–2016 гг. **37**
- Кравченко Н. С., Ионова Е. В., Подгорный С. В., Возжова Н. Н.** Характеристика коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы по адаптивным свойствам признака «массовая доля белка в зерне» **43**
- Гапонов С. Н., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Цетва И. С., Милованов И. В.** Усовершенствование метода реологической оценки качества зерна в селекции яровой твердой пшеницы **49**

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

- Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В.** Селекционная работа по маловодотребовательному рису в ФГБНУ «АНЦ «Донской» **54**
- Горбаченко О. Ф., Горбаченко Ф. И., Усатенко Т. В., Лучкин Н. С., Бурляева Е. Г., Житник Н. А., Горбаченко В. Д.** Создание исходного селекционного материала подсолнечника, устойчивого к новым высоковирулентным расам заразихи и ложной мучнистой росы **59**
- Акинина В. Н., Дьячук Т. И., Жилин С. В., Калашникова Э. В.** Методы культуры ткани *in vitro* для создания исходного материала для селекции тритикале в Поволжье **64**
- Хачумов В. А., Корниенко И. В., Усатов А. В.** Оценка стабильности ДНК-содержащих растительных образцов, хранившихся в условиях ускоренной деградации ДНК **69**

АГРОХИМИЯ

- Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Кувшинова Е. К., Потопов Е. А.** Эффективность применения биопрепаратов на сортах озимой пшеницы в условиях Ростовской области **72**

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

- Alabushev A. V., Popov A. S., Ovsyannikova G. V., Sukharev A. A.** The effect of sowing dates and forecrops on productivity and grain quality of the winter soft wheat variety "Krasa Dona" in the southern part of the Rostov region **4**
- Mamyрко Yu. V., Bushnev A. S.** The change in the yield structure elements of oilseed flax depending on hydrothermal conditions, the use of fertilizers, the seeding rates **11**
- Ignatiev S. A., Regidin A. A.** The estimation of productivity and quality of alfalfa feed in the competitive variety testing **17**
- Ionova E. V., Gaze V. L., Likhovidova V. A.** Photosynthetic activity and dynamics of dry mass of plants accumulation of winter soft wheat, depending on growing conditions **23**
- Goryanina T. A., Medvedev A. M.** Baking grain quality of winter triticale, winter wheat and winter rye **28**
- Khabibullin K. N., Ashiev A. R., Skulova M. V.** The estimation of the adaptability of collection pea plants productivity **33**
- Klimenkov F. I., Gradskov S. M., Shchuklina O. A., Kuznetsova N. L., Klimenkova I. N., Ermolenko O. I.** Monitoring of the productivity and quality of the winter rye grain of the new yield in the Bryansk region throughout 2012–2016 **37**
- Kravchenko N. S., Ionova E. V., Podgorny S. V., Vozzhova N. N.** The characteristics of winter soft wheat collection samples according to their adaptive properties of the trait "mass fraction of protein in kernels" **43**
- Gaponov S. N., Shutareva G. I., Tsetva N. M., Tsetva I. S., Milovanov I. V.** Improvement of the method of rheological assessment of grain quality in the spring wheat breeding **49**

PLANT-BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS

- Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V.** The breeding work on rice which requires little water at FSBSI "ARC "Donskoy" **54**
- Gorbachenko O. F., Gorbachenko F. I., Usatenko T. V., Luchkin N. S., Burlyayeva E. G., Zhitnik N. A., Gorbachenko V. D.** Development of the initial sunflower breeding material resistant to new high virulent races of broomrape and false powdery mildew **59**
- Akinina V. N., Diyachuk T. I., Zhilin S. V., Kalashnikova E. V.** *In vitro* fabric culture methods to develop the initial material for triticale breeding in the Volga region **64**
- Khachumov V. A., Kornienko I. V., Usatov A. V.** Estimation of stability of DNA-containing vegetable samples stored under the accelerated DNA degradation **69**

AGROCHEMISTRY

- Repka D. A., Beltyukov L. P., Kuvshinova E. K., Potapov E. A.** The efficiency of biological products' use for winter wheat varieties in the Rostov region **72**

АЛАБУШЕВ АНДРЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН
10.05.1955–28.01.2020

Алабушев А. В., 1955 года рождения, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, депутат Законодательного собрания Ростовской области.

Алабушев А. В. был известным ученым, одним из ведущих специалистов по разработке и усовершенствованию технологий возделывания зерновых и кормовых культур. Предметом научных исследований Алабушева А. В. являлись также проблемы производства зерна в России, эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Им проведен анализ состояния и перспективы развития зернового хозяйства Российской Федерации, обоснована актуальность и объективные возможности научного обеспечения интенсификации производства зерна. Алабушев А. В. является автором 240 научных работ, из них: 24 книги, 25 рекомендаций и 1 патент на изобретение; автор 21 сорта зерновых и кормовых культур.

Изданные труды посвящены актуальным вопросам производства зерна в России, анализу тенденции его производства, приданию ему стабильности по годам, определению научных приоритетов отрасли растениеводства, теоретическому обоснованию параметров моделей экологически сбалансированного плодородия почв, изучению и разработке адаптивных технологий, обеспечивающих повышение продуктивности севооборотов, теоретическому обоснованию зависимости продуктивности культур от технологических приемов, оптимизации основной обработки почвы в полевых севооборотах, влиянию основной и предпосевной обработок почвы на показатели плодородия и урожайность. Им были сформулированы основные положения адаптивной технологии выращивания сорго на длительную перспективу, что значительно повысило посевные площади этой культуры, на которую возрос спрос в последние годы в связи с изменением климата и повышением его аридности.

Проводимая Алабушевым А. В. научная деятельность характеризовалась глубокими профессиональными знаниями, высоким уровнем научных исследований, свидетельствующими о его постоянном творческом росте.

Научные труды Алабушева А. В., выступления с докладами на международных, всероссийских конференциях, совещаниях всегда пользовались профессиональным успехом.

Результаты исследований включены в системы ведения сельского хозяйства Ростовской области, в рекомендации по освоению адаптивных экологически и экономически обоснованных технологий зерновых культур.

Алабушева А. В. отличала не только научная эрудиция в области земледелия, растениеводства, экономики, но и его активное участие в организации научных исследований в учреждении: он умел определять основные направления исследований, концентрировать усилия коллектива на организации комплексности в решении научных проблем. Под научным руководством Алабушева А. В. создана школа квалифицированных ученых, в настоящее время проводят научные исследования аспиранты по разработке эффективных высокоточных, ресурсосберегающих, экономически обоснованных и экологически безопасных технологий возделывания зерновых и кормовых культур. За время руководства институтом Алабушева А. В. (1999–2019 гг.) сотрудниками учреждения защищено 59 кандидатских и 7 докторских диссертаций.

Алабушев А. В. являлся членом совета по обработке почвы при РАСХН, президентом Ассоциации селекционеров и семеноводов Ростовской области, членом Экспертного совета при Комитете Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и рыбохозяйственному комплексу, членом научно-технического совета при МСХиП Ростовской области, председателем координационного совета по сорго при РАСХН, членом редакционного совета журналов «Кукуруза и сорго», «Таврический вестник аграрной науки», «Селекция и семеноводство», «Масличные культуры», «Успехи современного естествознания», председателем редакционного совета журнала «Зерновое хозяйство России».

В настоящее время в центре создан уникальный генофонд по озимой пшенице, озимому и яровому ячменю, сорго, рису, сое, кукурузе и многолетним травам. Все исследования, проводимые в институте, ведутся на высоком теоретическом и методическом уровне и соответствуют лучшим отечественным и зарубежным аналогам.

Под руководством Алабушева А. В. учреждение стало одним из ведущих в области селекции, семеноводства, технологий возделывания; поднят уровень научных исследований в методическом плане; разработан и выполняется поэтапный план по модернизации материально-технической базы учреждения и опытно-производственных хозяйств.

Трудовая и научная деятельность Алабушева А. В. отмечена: серебряной (2005) и золотой медалями МСХ РФ «За вклад в развитие агропромышленного комплекса России» (2011); благодарностью главы администрации (губернатора) Ростовской области (2005); он награжден Почетной грамотой Россельхозакадемии (2005), Почетной грамотой МСХ РФ (2003), Почетной грамотой Законодательного собрания Ростовской области (2005), дипломом РАСХН за лучшую завершённую научную разработку года (2005), Почетной грамотой МСХиП Ростовской области, медалью «Ветеран труда» (2004), дипломом «Лучший управленец Дона» (2008), Почетной грамотой Российской академии наук; награжден памятным знаком «За вклад в развитие научно-образовательного комплекса» Зерноградского района.

Андрей Васильевич Алабушев скорпостижно ушел из жизни, полный творческих планов, идей и желаний создать новые высокоурожайные сорта сельскохозяйственных культур, усовершенствовать технологии их возделывания и сделать сельскохозяйственное производство стабильной высокорентабельной отраслью, решающей проблему продовольственной безопасности страны.

Светлая память об известном ученом с мировым уровнем на долгие годы останется в сердцах и памяти ученых, общественных деятелей, специалистов различных отраслей и просто многих друзей и коллег!



ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА КРАСА ДОНА В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Алабушев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, директор, ORCID ID: 0000-0001-8675-1021;

А. С. Попов, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

Г. В. Овсянникова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

А. А. Сухарев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347730, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Исследования проводили на черноземных почвах южной зоны Ростовской области в ФГБНУ «АНЦ «Донской». В статье представлены результаты трехлетних исследований (2017–2019 гг.) влияния сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона. Установлена высокая устойчивость сорта к полеганию во всех вариантах опыта. Представлена динамика урожайности сорта Краса Дона в зависимости от срока посева по различным предшественникам. Отмечена положительная реакция сорта на посев в оптимальные сроки (20 и 30 сентября) по паровым предшественникам, где максимум урожайности составил 7,77–8,62 т/га. При посеве в более поздние сроки наблюдалась тенденция к снижению урожайности. Выявлена высокая пластичность сорта Краса Дона к срокам посева по непаровым предшественникам, где он формирует высокую урожайность при посеве в различные сроки. Выявлено, что мягкая озимая пшеница сорта Краса Дона формирует различную урожайность по изучаемым вариантам предшественников и срокам посева за счет количества продуктивных стеблей на единицу площади и за счет продуктивности колоса. В среднем за 2017–2019 гг. по паровым предшественникам и по лучшему непаровому предшественнику – гороху мягкая озимая пшеница сорта Краса Дона формировала зерно 3-го класса, а по предшественнику подсолнечник – 4-го класса качества. Расчет рентабельности производства зерна показал, что наибольший экономический эффект был получен при посеве мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона по предшественнику горох: в зависимости от срока посева рентабельность составила 169,2–194,5%. По предшественнику подсолнечник была получена минимальная рентабельность – 136,1–147,2%. В среднем за годы исследований максимальный условный чистый доход был получен по предшественнику черный пар – 52 508–58 887 руб/га.

Ключевые слова: мягкая озимая пшеница, сорт Краса Дона, предшественник, срок посева, урожайность.

Для цитирования: Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А. Влияние сроков посева по различным предшественникам на урожайность и качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 4–10. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-4-10



THE EFFECT OF SOWING DATES AND FORECROPS ON PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETY “KRASA DONA” IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

A. V. Alabushev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, director, ORCID ID: 0000-0001-8675-1021;

A. S. Popov, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director on science, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

G. V. Ovsyannikova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of grain crop cultivation technology, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

A. A. Sukharev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of grain crop cultivation technology, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878

Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The study was carried out on blackearth (chernozem) soils of the southern part of the Rostov region at the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”. The current paper has presented the results of the three years’ study (2017–2019) of the effect of sowing dates and various forecrops on the productivity and quality of the winter soft wheat variety “Krasa Dona”. There has been established a high resistance of the variety to lodging in all variants of the trial. There has been presented the dynamics of productivity of the variety “Krasa Dona”, depending on the sowing dates and various forecrops. There has been identified a positive reaction of the variety to sowing in a fallow at the optimum dates (September 20 and 30), where the maximum yield was 7.77–8.62 t/ha. When sowing at a later date, the yields tended to be lower. There has been identified a high adaptability of the variety “Krasa Dona” to the sowing dates in a non-fallow, where it forms a high yield when sowing at different dates. It was found out that the winter soft wheat variety “Krasa Dona” formed different yields according to the studied variants of forecrops and sowing dates due to the number of productive stems per unit area and due to the head productivity. On average for 2017–2019 the winter soft wheat variety “Krasa Dona” formed the 3rd class grain, when sown in a fallow or after peas and the 4th class grain, when sown after sunflower.

The calculation of the grain production profitability showed that the greatest economic effect was obtained by sowing the winter soft wheat variety "Krasa Dona" after peas, it was 169.2–194.5% depending on the sowing date. The minimum profitability was 136.1–147.2% after sunflower. On average, over the years of research, the maximum conditional net income 52 508–58 887 rubles/ha was obtained when the variety was sown in a weedfree fallow.

Keywords: winter soft wheat, the variety "Krasa Dona", forecrop, sowing date, productivity.

Введение. Пшеница является важнейшей продовольственной культурой в Российской Федерации, где площадь ее постоянно растет (Фирсова и Раева, 2017). В 2018 г. площадь посевов озимой пшеницы составила 17,6 млн га, а на 18 ноября 2019 г. ее площадь увеличилась до 18,2 млн га (Агроинвестор). Одним из крупнейших регионов возделывания пшеницы является Ростовская область, в которой в 2017 г. высеяно около 2500 тыс. га озимой пшеницы, в 2018 г. ее площадь возросла до 2505,1 тыс. га, а в 2019 г. площадь озимой пшеницы превысила 2600 тыс. га (Официальный портал правительства Ростовской области).

В 2017 г. в Ростовской области валовой сбор зерновых достиг рекордных 12 млн т, в 2018 г. было собрано около 9 млн т, а в 2019 г. урожай превысил 11 млн т (Российская газета). Широкие колебания объемов полученной продукции из года в год указывают на то, что получение стабильных урожаев затруднено как погодными условиями, так и недостаточным соблюдением требований технологии возделывания озимой пшеницы. Научные исследования лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» направлены на совершенствование элементов технологии возделывания для новых сортов озимой пшеницы, что позволит повысить ее продуктивность и сделать урожайность более стабильной.

Цель работы – изучить влияние сроков посева на урожайность и качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона по различным предшественникам.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили с 2017 по 2019 г. в севообороте лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Мягкую озимую пшеницу сорта Краса Дона высевали по предшественникам черный пар, сидеральный пар (горчица), горох на зерно, подсолнечник. Сроки посева – 10 сентября, 20 сентября, 30 сентября, 10 октября.

Исследования осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками, такими как Доспехов (1985), Моисейченко (1996). Общая площадь делянки в опытах – 55 м², учетная – 41,25 м², повторность – четырехкратная. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Содержание в пахотном слое почвы: гумус – 3,2%; pH – 7,0; P₂O₅ – 18,5–20,0; K₂O – 342–360 мг/кг почвы. Рельеф ровный. При описании элементов погоды за норму приняты среднемноголетние показатели за 45 лет (1958–2002 гг., по данным метеостанции «Зерноград»).

Продуктивность растений озимой пшеницы во многом определяется складывающимся гидротермическим режимом в ходе роста и развития растений (Самофалова и др., 2019). Погодно-климатические условия в годы проведения опытов были контрастными, что позволило оценить реакцию мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона на элементы технологии возделывания.

Отличительная особенность 2016–2017 с.-х. г. – неравномерное выпадение осадков по месяцам и сезонам. В мае выпало 59,3 мм (норма – 51,3 мм), из них 15 мая – 39,1 мм, а в остальные дни они были непродуктивными (менее 5 мм) и в 3-й декаде мая осадки отсутствовали. За июнь выпало 88,6 мм осадков (норма – 71,3 мм), из них 25 июня – 47,9 мм. Лив-

невые осадки в мае и июне привели к проявлению полегания по паровым предшественникам в вариантах с посевом 10, 20 и 30 сентября, где устойчивость снизилась до 3–4 баллов. В целом гидротермические условия вегетационного периода благоприятно влияли на рост, развитие зерновых культур и формирование высокой урожайности зерна.

Отличительная особенность 2017–2018 с.-х. г. – проявление засушливых условий в период активной весенней вегетации озимой пшеницы. Возобновление весенней вегетации отмечено 5 апреля 2018 г. За апрель сумма выпавших осадков составила лишь 9,0 мм (норма – 42,7 мм). Среднесуточная температура в мае находилась на уровне 19,2 °С (при норме 16,5 °С), а сумма осадков не превысила 12,7 мм, что ниже нормы (51,3 мм) на 75,3%. В среднем за весенние месяцы среднесуточная температура воздуха составила 11,1 °С (норма – 9,7 °С), а сумма осадков – 65,5 мм (норма – 131 мм). В период активной вегетации минимальная относительная влажность воздуха опускалась до 30% и ниже: в апреле – 2 дня, в мае – 2 дня, в июне – 19 дней.

В 2018–2019 с.-х. г. среднесуточная температура воздуха составила 11,8 °С (норма – 9,6 °С). Осадки выпадали неравномерно по сезонам и месяцам, а их сумма за год составила 527,9 мм (норма – 582,4 мм). В сентябре отмечалось превышение среднесуточной температуры воздуха на 3,3 °С (норма – 16,3 °С), а количество выпавших осадков составило всего 10,9 мм (норма – 42,3 мм). Среднесуточная относительная влажность воздуха за месяц была 48% (норма – 64%), а число засушливых дней – 10. В таких сложившихся неблагоприятных гидротермических условиях отмечалось сильное иссушение почвы по непаровым предшественникам, всходы на большей площади посевов были получены после выпавших в первой декаде октября осадков. Количество осадков за весенние месяцы составило 149,1 мм (норма – 131,0 мм), но выпадали они неравномерно. В июне за месяц выпало всего 10,8 мм, или 15% от среднемноголетней нормы. Среднесуточная относительная влажность воздуха за месяц составила 43% (норма – 65%), 13 дней были засушливыми (относительная влажность воздуха – 40% и ниже).

Все технологические приемы возделывания озимой пшеницы осуществлялись в соответствии с современными рекомендациями (Алабушев и др., 2011; Бондаренко и др., 2013).

Результаты и их обсуждение. В годы проведения исследований сорт мягкой озимой пшеницы Краса Дона формировал высокую урожайность как по паровым, так и непаровым предшественникам (табл. 1).

В 2017 г. урожайность сорта Краса Дона по паровым предшественникам (черный и сидеральный пары) находилась практически на одном уровне, достигая максимума при посеве 10, 20 и 30 сентября. По предшественнику черный пар при посеве 10 сентября урожайность составила 8,28 т/га, а при посеве 20 и 30 сентября – 8,30–8,33 т/га. При посеве в поздний срок (10 октября) урожайность снижалась на 0,40–0,46 т/га и составила 7,87 т/га. По сидеральному пару урожайность при посеве 10, 20 и 30 сентября составила 8,22; 8,26 и 8,33 т/га соответственно, а при посеве в поздний срок (10 октября) – 7,57 т/га, что на 0,65–0,76 т/га ниже.

**1. Урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона
по различным предшественникам и срокам посева, т/га**

1. Productivity of the winter soft wheat variety "Krasa Dona" with various forecrops and sowing dates, t/ha

Срок посева (B)	Урожайность по годам			Среднее
	2017	2018	2019	
Предшественник – черный пар (A)				
10 сентября	8,27	8,78	7,29	8,11
20 сентября	8,30	9,78	7,78	8,62
30 сентября	8,33	9,59	7,59	8,50
10 октября	7,87	8,96	7,23	8,02
Предшественник – сидеральный пар				
10 сентября	8,22	8,28	5,78	7,43
20 сентября	8,26	9,28	5,85	7,80
30 сентября	8,33	9,04	5,93	7,77
10 октября	7,57	8,66	5,95	7,39
Предшественник – горох на зеро				
10 сентября	7,87	7,84	6,55	7,42
20 сентября	8,03	8,22	6,64	7,63
30 сентября	7,79	7,96	6,42	7,39
10 октября	6,76	7,76	6,41	6,98
Предшественник – подсолнечник				
10 сентября	6,00	5,41	6,00	5,80
20 сентября	6,08	5,98	6,17	6,08
30 сентября	5,80	5,89	6,19	5,96
10 октября	5,67	5,78	6,05	5,83
НСР _{0,05}	0,31	0,25	0,24	1,11
Доли влияния факторов	A – 83,9% B – 9,3%	A – 91,7% B – 5,9%	A – 89,6% B – 1,1%	A – 52,7% B – 2,2%

По лучшему непаровому предшественнику горох на зерно, как и по паровым предшественникам, высокая урожайность формировалась при посеве 10, 20 и 30 сентября, однако максимальная урожайность (8,03 т/га) была получена при посеве 20 сентября. При посеве в ранний срок (10 сентября) урожайность незначительно снижалась (на 0,16 т/га) и составила 7,87 т/га. При посеве 30 сентября урожайность снижалась на 0,24 т/га и составила 7,79 т/га. По предшественнику горох в поздний срок посева (10 октября) урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона составила 6,76 т/га, что ниже более ранних сроков посева на 1,00–1,27 т/га.

Подсолнечник является одним из самых жестких предшественников под озимую пшеницу (Некрасов и др., 2018). В сравнении с другими изучаемыми предшественниками урожайность по предшественнику подсолнечник снизилась на 32–37%. При посеве 10 сентября урожайность составила 6,00 т/га, при посеве 20 сентября – 6,08 т/га, а при посеве 30 сентября – 5,80 т/га. При посеве в поздний срок (10 октября) урожайность была минимальной – 5,67 т/га.

В 2018 г. в зависимости от срока посева и предшественника урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона составила 5,41–9,78 т/га. Максимальная урожайность – 9,78 т/га была отмечена по предшественнику черный пар при посеве 20 сентября.

По всем вариантам предшественников сорт имел тенденцию к формированию максимальной урожайности при посеве 20 и 30 сентября. По предшественнику черный пар при посеве 20 и 30 сентября урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона составила 9,78 и 9,59 т/га соответственно. При посеве в ранний срок (10 сентября) и в поздний срок (10 октября) урожайность составила 8,78 и 8,96 т/га соответственно, что на 0,63–1,0 т/га ниже, чем урожайность при посеве 20 и 30 сентября. Следует отметить, что при посе-

ве в ранний срок 10 сентября и в поздний срок 10 октября урожайность была практически одинаковой, так как разница в 0,18 т/га не превышает НСР опыта.

По предшественнику сидеральный пар урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона уступала урожайности, полученной по предшественнику черный пар, на 0,30–0,55 т/га в зависимости от срока посева и составила 8,28–9,28 т/га. При посеве 20 и 30 сентября урожайность сорта Краса Дона составила 9,28 и 9,04 т/га соответственно. При посеве в ранний срок (10 сентября) была получена минимальная урожайность – 8,28 т/га, что на 0,76–1,0 т/га ниже, чем при посеве 20 и 30 сентября. При посеве 10 октября урожайность находилась на уровне 8,66 т/га, что на 0,38–0,62 т/га ниже, чем при посеве 20 и 30 сентября.

По лучшему непаровому предшественнику горох на зерно в зависимости от срока посева урожайность сорта Краса Дона составила 7,76–8,22 т/га, что на 0,44–1,07 т/га ниже, чем по предшественнику сидеральный пар, и на 0,94–1,62 т/га ниже, чем по предшественнику черный пар. При посеве 20 и 30 сентября по предшественнику горох на зерно урожайность составила соответственно 8,22 и 7,96 т/га, что на 0,12–0,38 т/га выше, чем при посеве в ранний срок (10 сентября). При позднем сроке посева (10 октября) получена урожайность 7,76 т/га, что на 0,20–0,46 т/га ниже урожайности, полученной при посеве 20 и 30 сентября.

По предшественнику подсолнечник, как наиболее жесткому по условиям для роста и развития мягкой озимой пшеницы, сорт Краса Дона формировал самую низкую урожайность в опыте – 5,41–5,98 т/га. При посеве 20, 30 сентября и 10 октября полученная урожайность находилась на одном уровне (так как разница не превышала уровень НСР) и составила 5,78–5,98 т/га. При посеве в ранний срок (10 сентября) получена минимальная урожайность – 5,41 т/га, что на

0,37–0,57 т/га ниже, чем при посеве в более поздние сроки. Урожайность, полученная по предшественнику подсолнечник, уступала урожайности, полученной по предшественнику горох на зерно, на 1,98–2,43 т/га; по предшественнику сидеральный пар – на 2,87–3,30 т/га; по предшественнику черный пар – на 3,18–3,81 т/га.

Максимальная урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в 2019 г. была получена при посеве по предшественнику черный пар – 7,23–7,78 т/га. По предшественнику горох на зерно урожайность составила 6,41–6,64 т/га, что в зависимости от срока посева на 0,74–1,17 т/га ниже, чем по предшественнику черный пар. По предшественнику подсолнечник была получена урожайность на уровне 6,00–6,19 т/га, что ниже, чем по предшественнику горох, на 0,23–0,55 т/га. Самая низкая урожайность в отчетном году отмечена по предшественнику сидеральный пар – 5,78–5,95 т/га. Снижение урожайности по данному предшественнику объясняется остаточным запасом влаги на данном предшественнике к моменту посева культуры. Такой запас влаги не способствовал появлению дружных всходов, а лишь спровоцировал прорастание и последующую гибель семян, что привело к уменьшению числа растений на единицу площади и снижению урожайности. Неблагоприятные факторы среды привели к тому, что урожайность по предшественнику сидеральный пар была ниже, чем по предшественнику подсолнечник, на 0,10–0,32 т/га и на 1,28–1,93 т/га ниже, чем по лучшему предшественнику – черному пару.

В среднем за 2017–2019 гг. максимальная урожайность сорта Краса Дона отмечена по предшественнику черный пар (8,02–8,62 т/га), а минимальная урожайность – по предшественнику подсолнечник (5,80–6,08 т/га) в зависимости от срока посева. Урожайность по таким предшественникам, как горох на зерно и сидеральный

пар, занимала промежуточное значение между предшественниками черный пар и подсолнечник и составила 6,98–7,63 и 7,39–7,80 т/га соответственно. Особенность сорта Краса Дона – тенденция к получению максимальной урожайности при посеве 20 и 30 сентября по предшественникам черный и сидеральный пары, а также по предшественнику подсолнечник. При посеве 20 и 30 сентября по предшественнику черный пар урожайность сорта Краса Дона была выше на 0,39–0,60 т/га, чем при посеве в ранний и поздний сроки (10 сентября и 10 октября). По предшественникам сидеральный пар и подсолнечник урожайность, полученная при посеве 20 и 30 сентября, превышала урожайность, полученную при посеве в другие изучаемые сроки, на 0,34–0,41 и 0,13–0,28 т/га соответственно.

По предшественнику горох на зерно тенденция к получению максимальной урожайности при посеве 20 и 30 сентября сохранялась, однако для сорта Краса Дона при посеве по данному предшественнику можно допустить и ранний срок посева (10 сентября), так как в среднем за годы исследований при посеве 10, 20 и 30 сентября урожайность составила 7,39–7,63 т/га, а при посеве 10 октября – 6,98 т/га, что на 0,41–0,64 т/га ниже.

Урожайность сельскохозяйственных культур формируется из составляющих его элементов структуры. Структурный анализ урожайности показал, что в среднем за годы исследований по всем вариантам предшественников максимальное количество продуктивных стеблей мягкая озимая пшеница сорта Краса Дона формировала при посеве 20 и 30 сентября. По предшественнику черный пар число продуктивных колосьев было максимальным – 620–679 шт/м², по предшественнику сидеральный пар число колосьев было на 43–101 шт/м² меньше и составило 554–596 шт/м² (табл. 2).

2. Элементы структуры урожая мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона в зависимости от сроков посева и предшественников (в среднем за 2017–2019 гг.)

2. Yield structure elements of the winter soft wheat variety "Krasa Dona" with various forecrops and sowing dates (on average for 2017–2019)

Срок посева	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Высота растений, см
Предшественник – черный пар				
10 сентября	602	34,4	1,40	83,0
20 сентября	677	31,9	1,30	86,5
30 сентября	679	33,0	1,30	86,9
10 октября	620	33,8	1,33	82,7
Среднее	645	33,3	1,33	84,8
Предшественник – сидеральный пар				
10 сентября	554	34,7	1,41	80,1
20 сентября	576	35,1	1,44	80,5
30 сентября	596	35,3	1,37	81,8
10 октября	577	34,2	1,35	80,8
Среднее	576	34,8	1,39	80,8
Предшественник – горох на зерно				
10 сентября	567	32,7	1,33	81,9
20 сентября	602	31,4	1,30	81,5
30 сентября	579	30,2	1,31	82,4
10 октября	555	29,6	1,30	79,0
Среднее	576	31,0	1,31	81,2
Предшественник – подсолнечник				
10 сентября	478	31,4	1,27	75,7
20 сентября	505	29,3	1,25	75,4
30 сентября	502	28,2	1,23	72,3
10 октября	486	27,6	1,23	71,4
Среднее	493	29,1	1,25	73,7

По предшественникам сидеральный пар и горох на зерно количество продуктивных стеблей на единицу площади было на одном уровне и составило 554–596 и 555–602 шт/м² в зависимости от срока посева, а наименьшее количество продуктивного стебля отмечено по предшественнику подсолнечник – 486–505 шт/м². По предшественнику подсолнечник в зависимости от срока посева также отмечалась наименьшая продуктивность колоса в сравнении с другими предшественниками: количество зерен в колосе составило 27,6–31,4 шт., а их масса не превышала 1,23–1,27 г.

По предшественнику горох в зависимости от срока посева количество зерен в колосе и масса зерна в колосе были выше, чем по предшественнику подсолнечник, и достигали 29,6–32,7 и 1,30–1,33 г соответственно.

В среднем за 2017–2019 гг. по паровым предшественникам количество зерен в колосе и масса зерна с колоса были максимальными. В зависимости от срока посева по предшественнику черный пар количество зерен в колосе составило 31,9–34,4 шт., а масса зерна в 1 колосе – 1,30–1,40 г. По предшественнику сидеральный пар эти показатели составили 34,2–35,3 шт. и 1,35–1,44 г соответственно.

Максимальная высота растений отмечена по предшественнику черный пар – 82,7–86,9 см, причем при посеве 20 и 30 сентября растения достигали 86,5–86,9 см. Этот фактор объясняет снижение устойчивости к полеганию до 4 баллов при посеве 20 и 30 сентября по предшественнику черный пар в среднем за годы исследований. Снижение устойчивости растений к полеганию по данному предшественнику объясняется тем, что в 2017 г. в летний период было отмечено выпадение большого количества осадков ливневого характера, что привело к уменьшению данного показателя до 3–4 баллов. В целом за годы исследований сорт мягкой озимой пшеницы Краса Дона показал высокую устойчивость к полеганию, так как этот показатель по непаровым предшественникам и по предшественнику сидеральный пар находился на уровне 5 баллов.

В среднем за 2017–2019 гг. показатели качества зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона достигали высоких значений по лучшим предшественникам – черному и сидеральному парам. Содержание белка и клейковины в этих вариантах предшественников составило 13,2–14,0 и 26,9–28,9% соответственно (табл. 3).

3. Показатели качества зерна мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона при посеве в разные сроки по различным предшественникам (в среднем за 2017–2019 гг.)
3. Indicators of grain quality of the winter soft wheat variety "Krasa Dona" with various forecrops and sowing dates (on average for 2017–2019)

Срок посева	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Клейковина, %
Предшественник – черный пар				
10 сентября	777	41,9	14,0	27,5
20 сентября	782	43,4	13,8	28,5
30 сентября	787	43,6	13,6	27,6
10 октября	790	43,9	13,6	28,5
Среднее	784	43,2	13,7	28,0
Предшественник – сидеральный пар				
10 сентября	774	44,7	13,2	26,9
20 сентября	786	45,0	13,4	28,1
30 сентября	790	44,7	13,5	27,5
10 октября	791	44,5	13,7	28,9
Среднее	785	44,7	13,4	27,9
Предшественник – горох на зерно				
10 сентября	784	43,9	12,9	26,6
20 сентября	790	44,8	12,6	27,1
30 сентября	790	44,0	13,0	28,2
10 октября	790	44,5	12,9	26,8
Среднее	788	44,3	12,9	27,2
Предшественник – подсолнечник				
10 сентября	779	43,0	11,5	21,1
20 сентября	781	43,5	11,2	22,9
30 сентября	788	43,5	11,2	22,4
10 октября	786	43,7	11,3	21,9
Среднее	783	43,4	11,3	22,1

По предшественнику горох содержание белка и клейковины в зерне было меньше, чем по паровым предшественникам, и составило 12,9 и 27,2%, а самое низкое – по предшественнику подсолнечник, составив 11,3% белка и 22,1% клейковины соответственно. Полученное зерно соответствовало 3-му классу по предшественникам черный пар, сидеральный пар и горох, а по предшественнику подсолнечник – 4-му классу качества.

Такие показатели, как натура зерна и масса 1000 зерен, были сходными по всем предшественникам,

составив в среднем за годы изучения 783–788 г/л и 43,4–44,7 г соответственно.

В среднем за 2017–2019 гг. максимальная производственная рентабельность отмечена при возделывании озимой пшеницы сорта Краса Дона по предшественнику горох – 169,2–194,5%, причем максимальный экономический эффект отмечен при посеве 20 сентября. При посеве 10 сентября рентабельность составила 186,4%, а при посеве 30 сентября – 185,2% (табл. 4).

4. Расчет производственной эффективности возделывания мягкой озимой пшеницы сорта Краса Дона по различным предшественникам и срокам посева (2017–2019 гг.)

4. Calculation of the production efficiency of cultivation of the winter soft wheat variety "Krasa Dona" with various forecrops and sowing dates (2017–2019)

Срок посева	Урожайность, т/га	Затраты, руб/га	Валовой доход, руб/га	Условный чистый доход, руб/га	Себестоимость, руб/т	Рентабельность, %
Предшественник – черный пар						
10 сентября	8,11	32769	86269	53500	4039	163,3
20 сентября	8,62	32769	91656	58887	3802	179,7
30 сентября	8,50	32769	90416	57647	3854	175,9
10 октября	8,02	32769	85277	52508	4086	160,2
Предшественник – сидеральный пар						
10 сентября	7,43	31180	78968	47787	4198	153,3
20 сентября	7,80	31180	82902	51722	3999	165,9
30 сентября	7,77	31180	82583	51403	4015	164,9
10 октября	7,39	31180	78613	47433	4217	152,1
Предшественник – горох						
10 сентября	7,42	27466	78652	51186	3702	186,4
20 сентября	7,63	27466	80878	53412	3600	194,5
30 сентября	7,39	27466	78334	50868	3717	185,2
10 октября	6,98	27466	73953	46486	3937	169,2
Предшественник – подсолнечник						
10 сентября	5,80	24991	59002	34012	4306	136,1
20 сентября	6,08	24991	61781	36791	4113	147,2
30 сентября	5,96	24991	60595	35605	4193	142,5
10 октября	5,83	24991	59308	34317	4284	137,3

По таким предшественникам, как черный пар и сидеральный пар, был получен средний уровень рентабельности на уровне 160,2–179,7 и 152,1–165,9% соответственно. При посеве 20–30 сентября по данным предшественникам уровень рентабельности достигал максимума: 175,9–179,7% по предшественнику черный пар и 164,9–165,9% по предшественнику сидеральный пар.

Минимальная рентабельность получена в варианте с предшественником подсолнечник – 136,1–147,2%, что обусловлено не только меньшей урожайностью, но и пониженным качеством полученной продукции, отрицательно повлиявшим на цену реализации. Наибольший экономический эффект при посеве по предшественнику подсолнечник отмечен при посеве 20 и 30 сентября – 147,2 и 142,5% соответственно.

По показателю условного чистого дохода лучшим предшественником оказался черный пар. В зависимости от срока посева по данному предшественнику было получено 52 508–58 887 руб/га. По предшественнику черный пар полученный доход был выше на 5713–7166 руб/га, чем по предшественнику сидеральный пар; на 2315–6779 руб/га выше, чем по предшественнику горох на зерно; на 18 191–22 097 руб/га выше, чем по предшественнику подсолнечник.

Выводы

1. По паровым предшественникам сорт Краса Дона проявляет тенденцию к формированию максимальной урожайности при посеве с 20 по 30 сентября. По этим предшественникам при посеве в указанные сроки урожайность составила 8,50–8,62 т/га и 7,77–7,80 т/га соответственно. По предшественнику черный пар при посеве в ранний (10 сентября) и поздний (10 октября) сроки урожайность снижалась на 0,39–0,51 т/га,

а по предшественнику сидеральный пар – на 0,48–0,60 т/га. По непаровым предшественникам сорт Краса Дона показывает высокую пластичность к срокам посева и по предшественнику горох формирует максимальную урожайность при посеве 10, 20 и 30 сентября – 7,39–7,63 т/га; при посеве 10 октября продуктивность сорта снижается на 0,41–0,64 т/га в среднем за годы исследований. По предшественнику подсолнечник наблюдается тенденция к получению максимума урожайности при посеве 20 и 30 сентября – 5,96–6,08 т/га. В среднем за 2017–2019 гг. по данному предшественнику сорт практически не снижал продуктивность при посеве в ранний (10 сентября) и поздний (10 октября) сроки, формируя урожайность на уровне 5,80–5,83 т/га.

2. Лучшее по качеству зерно было получено при размещении сорта по предшественнику черный пар. В среднем за 2017–2019 гг. содержание белка в зерне достигало 13,7–14,0%, а клейковины – 27,5–28,5%. Показатели качества по предшественникам сидеральный пар и горох на зерно незначительно уступали предшественнику черный пар – зерно соответствовало по качеству 3-му классу. По предшественнику подсолнечник содержание белка (11,2–11,5%) и клейковины (21,1–22,9%) в зерне было ниже, что соответствует 4-му классу качества.

3. Максимальная производственная рентабельность при возделывании сорта Краса Дона отмечена по предшественнику горох на зерно (169,2–194,5%) в зависимости от срока посева, а минимальная – по предшественнику подсолнечник (136,1–147,2%). В среднем за годы исследований максимальный условный чистый доход был получен по предшественнику черный пар – 52 508–58 887 руб/га.

Библиографические ссылки

1. Агроинвестор [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/32800-v-rossii-zavershaetsya-sev-ozimyykh/full/>.
2. Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В. и др. Возделывание мягкой озимой пшеницы в Ростовской области. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2011. 64 с.
3. Бондаренко С. Г., Горбаченко Ф. И., Горячев В. П. и др. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. II. Ростов н/Д., 2013. 272 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Моисейченко В. Ф., Трифонова В. Ф., Заверюха А. Х., Ещенко В. Е. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.
6. Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Рыбась И. А. и др. Изучение урожайности и элементов ее структуры у сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечник // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 46–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-46-49.
7. Официальный портал правительства Ростовской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.donland.ru/Donland/Pages/View.aspx?pageid=124053&mid=128713&itemId=1269028>.
8. Российская газета [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2017/08/14/reg-ufo/v-rostovskoj-oblasti-sobrali-rekordnyj-urozhaj-zerna.html>.
9. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
10. Фирсова Т. И., Раева С. А. Использование сортовых ресурсов озимой пшеницы в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 43–48.

References

1. Agroinvestor [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/32800-v-rossii-zavershaetsya-sev-ozimyykh/full/>.
2. Alabushev A. V., Yankovskij N. G., Ovsyannikova G. V. i dr. Vozdelyvanie myagkoj ozimoj pshenicy v Rostovskoj oblasti [Soft winter wheat cultivation in the Rostov region]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2011. 64 s.
3. Bondarenko S. G., Gorbachenko F. I., Goryachev V. P. i dr. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zoned farming systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. II. Rostov n/D., 2013. 272 s.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
5. Moisejchenko V. F., Trifonova V. F., Zaveryuha A. H., Eshchenko V. E. Osnovy nauchnyh issledovanij v agronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. M.: Kolos, 1996. 336 s.
6. Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Rybas' I. A. i dr. Izuchenie urozhajnosti i elementov ee struktury u sortov ozimoj myagkoj pshenicy po predshestvenniku podsolnechnik [The study of productivity and its structure elements in winter soft wheat varieties sown after sunflower] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 46–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-46-49.
7. Oficial'nyj portal pravitel'stva Rostovskoj oblasti [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.donland.ru/Donland/Pages/View.aspx?pageid=124053&mid=128713&itemId=1269028>.
8. Rossijskaya gazeta [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://rg.ru/2017/08/14/reg-ufo/v-rostovskoj-oblasti-sobrali-rekordnyj-urozhaj-zerna.html>.
9. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Rol' meteofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoj tverdoj pshenicy [The role of weather factors in the formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
10. Firsova T. I., Raeva S. A. Ispol'zovanie sortovyh resursov ozimoj pshenicy v Rostovskoj oblasti [The use of varietal resources of winter wheat in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 43–48.

Поступила: 18.12.19; принята к публикации: 14.01.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Алабушев А. В. – концептуализация исследования; Попов А. С. – подготовка опыта, подготовка рукописи; Овсянникова Г. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Сухарев А. А. – выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.854.54:631.816

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-11-16

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН

Ю. В. Мамырко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехники агротехнологического отдела, vniimk-agro@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5688-5416;

А. С. Бушнев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. лабораторией агротехники агротехнологического отдела, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехники агротехнологического отдела, ORCID ID: 0000-0002-9037-7965

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,

350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, 17; e-mail: vniimk@vniimk.ru

Исследования проводили в 2012–2017 гг. в зоне неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар). Объект исследований – сорт льна масличного ВНИИМК 620. В вариантах технологий возделывания льна масличного, отличающихся уровнем удобрения и нормой высева семян, в снопах определяли следующие биометрические показатели и элементы структуры урожая: высота растения; длина технической части стебля; количество коробочек на растении; количество растений, коробочек; масса растений и семян с единицы площади; масса 1000 семян. Установлено, что как удобрения, так и норма высева семян способствовали варьированию этих показателей, что послужило изменению продуктивности льна масличного. Выявлено, что урожайность культуры зависит от влагообеспеченности в критический период вегетации. В годы с характером распределения осадков, присущим засушливой зоне увлажнения (по ГТК), на урожайность оказывает влияние влагообеспеченность мая и июня, что соответствует межфазному периоду «елочки» – цветение. В годы с распределением осадков, характерным для влажной и слабо засушливой зон увлажнения (по ГТК), урожайность зависела от ГТК июня, то есть в период, соответствующий бутонизации – цветению льна.

Ключевые слова: лен масличный, урожайность, элементы структуры урожая, норма высева семян, удобрение.

Для цитирования: Мамырко Ю. В., Бушнев А. С. Изменение элементов структуры урожая льна масличного в зависимости от погодных условий, применения удобрений и нормы высева семян // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-11-16



THE CHANGE IN THE YIELD STRUCTURE ELEMENTS OF OILSEED FLAX DEPENDING ON HYDROTHERMAL CONDITIONS, THE USE OF FERTILIZERS, THE SEEDING RATES

Yu. V. Mamyrko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of agrotechnologies of the agrotechnological department, vniimk-agro@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5688-5416;

A. S. Bushnev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory of agrotechnologies of the agrotechnological department, ORCID ID: 0000-0002-9037-7965

FSBSI FSC ARRIOC,

350038, Krasnodar, Filatov's Street, 17; tel.: (861) 254-27-80; e-mail: vniimk@vniimk.ru

The studies were conducted in the years of 2012–2017 in the zone of unstable moisture on leached blackearth (chernozem) in FSBSI FSC ARRIOC (Krasnodar). The object of research is the oilseed flax variety "ARRIOC 620". In the variants of oilseed flax cultivation technology differing in the amount of fertilizer and the seeding rate, there were identified the biometric indicators and such yield structure elements as "plant height", "length of a technical part of a stem", "number of bolls per plant", "number of plants", "number of bolls", "plant and seed weight per area unit", "1000 seed weight". There has been established that both fertilizers and seeding rate contributed to the variation of these indicators, which changed oilseed flax productivity. It has been found that productivity depends on moisture supply during the most important period of vegetation. In years with precipitation distribution characteristic for the arid zone of moistening (according to the STC), the productivity has been greatly affected by the moisture supply in May and June which corresponds to the growth stages "cotyledons – flowering". In years with precipitation distribution characteristic for the humid and slightly arid zone of moistening (according to the STC), the productivity depended on the moisture supply in June, i. e. in the period "bud formation – flowering".

Keywords: oilseed flax, productivity, yield structure elements, seeding rates, fertilizers.

Введение. Пристальное внимание как отечественных, так и зарубежных исследователей уделяется льну масличному *Linum usitatissimum* L. (Бушнев, 2017; Гаврюшин, 2017; Дригидер, 2013). Это ценная техническая культура, представляющая интерес для сельхозтоваропроизводителей, резервы увеличения продуктивности которой зависят от освоения технологии возделывания и улучшения многих факторов, влияющих на растение. Лучшее сочетание нормы высева семян с оптимально подобранной системой удобрений – это ключевой момент в получении максимальной прибыли при возделывании культуры. Почвенно-климатические условия Краснодарского края благоприятны для получения высокого урожая льна,

хотя значительная часть земель, находящихся в сельскохозяйственном обороте, располагается в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения. Здесь можно получать до 2,5 т/га семян, однако на практике в хозяйствах урожайность культуры значительно ниже.

В последнее время в научной литературе уделяется большое внимание изучению элементов технологий как при создании новых сортов, так и при улучшении уже существующих (Долгополова и Пигорев, 2017; Страшная и др., 2015; Устенко, 2011; Шевелуха и др., 1981). В исследованиях по изучению нормы высева семян (Дригидер, 2013) отмечается, что самая высокая урожайность была получена при 8 млн шт/га,

а уменьшение или увеличение нормы высева приводило к значительному снижению урожайности льна масличного. Максимальную урожайность (1,97 т/га) (Гаврюшин, 2017) обеспечила норма высева 10 млн всхожих семян на гектар в сочетании с дозой минеральных удобрений $N_{40}P_{60}K_{90}$ (основное внесение) + N_{20} (подкормка в начале фазы «елочки»).

В земледельческой науке при внедрении новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур необходимо иметь четкое представление о взаимодействии важнейших характеристик продукционного процесса (рост и развитие растений, минеральное питание, норма высева и др.). Однако биологические, хозяйственные и технологические свойства культуры нередко трудноразделимы и часто связаны отрицательной корреляцией между собой (Коваленко и др., 2017). Поэтому на современном этапе в процессе такого анализа очень важно уточнить роль определенных биометрических показателей и элементов структуры урожая льна масличного, таких как количество растений, коробочек на растении, масса растений и их высота, масса семян.

Цель исследования – выявить изменения биометрических показателей и элементов структуры урожая льна масличного в зависимости от гидротермических условий, удобрения и нормы высева семян; выявление неиспользованных резервов повышения продуктивности культуры.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в полевых опытах в 2012–2017 гг. в зоне неустойчивого увлажнения в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (Краснодарский край, г. Краснодар) на черноземе выщелоченном. Объект исследований – сорт льна масличного ВНИИМК 620. Общая площадь делянки – 15 м². В вариантах технологий возделывания льна масличного, отличающихся уровнем удобрения и нормой высева семян, по методике ВНИИМК (Лукомец и др., 2010) в снопах определяли следующие биометрические показатели и элементы структуры урожая: количество растений, высота растения, длина технической части стебля, количество коробочек на растении, количество коробочек, масса растений и семян с единицы площади, масса 1000 семян. В качестве величины, характеризующей степень увлажнения территории за вегетационный период, использовали условный показатель увлажнения – ГТК (гидротермический коэффициент Селянинова) (Селянинов, 1937). Экспериментальные данные, полученные в опыте, оценивали методами дисперсионного и корреляционного анализа в изложении Б. А. Доспехова (1985).

Схемы опытов. Первый опыт (2012–2014 гг.) включал варианты со следующими способами внесения

удобрений: 1) без удобрений – контроль; 2) $N_{60}P_{30}K_{30}$ – перед посевом под предпосевную культивацию; 3) N_{60} – перед посевом под предпосевную культивацию; 4) N_{30} – вразброс в фазе «елочки». Второй опыт (2015–2017 гг.) включал варианты с различной нормой высева семян (млн шт/га): 6, 8 (контроль), 10.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия вегетационного периода льна масличного в годы исследований были контрастными и отражали особенности климата региона. Количество осадков подвержено годовым колебаниям, отличалось от среднеемноголетней нормы. Сумма осадков за апрель – июль в различные годы составила от 213,1 до 355,2 мм (табл. 1).

Среднесуточная температура воздуха во время вегетации льна масличного (апрель – июль) была выше средней многолетней с превышением от 1,3 до 4,3 °С (табл. 2).

В годы проведения исследований рост и развитие растений льна масличного проходили на фоне высоких температур воздуха. Эти значения были выше нормы в апреле на 0,2–5,6 °С; в мае – на 0,7–5,0; в июне и июле – на 1,6–4,3 и 1,6–2,6 °С соответственно.

При оценке условий увлажнения по значению ГТК Г. Т. Селянинов выделил следующие зоны увлажнения: избыточно влажная (ГТК > 1,6); влажная (оптимального увлажнения) (1,6–1,3); слабо засушливая (1,3–1,0); засушливая (1,0–0,7); очень засушливая (0,7–0,4); сухая (ГТК < 0,4) (Страшная и др., 2015). Оценка влагообеспеченности по всем фазам вегетации льна масличного показала, что из 6 лет исследований более благоприятными для роста и развития растений были 2014 и 2016 гг. Выявлено, что за период вегетации льна масличного наименьшие значения ГТК отмечены в 2012, 2013 и 2014 гг. (0,78; 0,82 и 0,93), это соответствовало засушливой зоне увлажнения. В течение следующих трех лет показатели ГТК были характерными для влажной (оптимального увлажнения) (2015 г., 2017 г.) и слабо засушливой (2016 г.) зон увлажнения (табл. 3).

Ограниченная обеспеченность влагой отмечена в июне 2012 г. и мае 2013 г. (ГТК = 0,20 и 0,26 соответственно), а наиболее высокая влагообеспеченность – в мае 2017 г., в июне 2015 и 2016 гг. (ГТК = 2,14; 2,10 и 2,51 соответственно). Данный факт отразился на особенностях формирования продуктивности культуры. В годы изучения доз и способов внесения удобрений при меньшем количестве осадков за вегетационный период была получена урожайность льна выше, чем в годы изучения различных норм высева семян, характерных для влажной и слабо засушливой зон увлажнения (табл. 4, 5). Это связано с характером их распределения по месяцам и эффективностью использования при различных температурных режимах.

1. Количество осадков (мм) в годы проведения исследований

(по данным метеостанции «Круглик», г. Краснодар, 2012–2017 гг.)

1. Precipitation (mm) in the years of study, according to the weather station "Kruglik", Krasnodar (2012–2017)

Год	Месяц				Сумма осадков за вегетационный период	% к среднеемноголетней норме
	IV	V	VI	VII		
Среднеемноголетнее	48,0	57,0	67,0	60,0	232,0	–
2012	40,6	74,3	14,8	83,4	213,1	92
2013	20,4	17,1	85,6	96,1	219,2	94
2014	17,9	44,8	129,4	51,3	243,4	105
2015	67,5	72,2	144,7	70,8	355,2	153
2016	25,6	62,2	176,1	43,4	307,3	132
2017	43,5	116,0	63,4	86,7	309,6	133
В среднем за 2012–2017 гг.	35,9	64,43	102,3	71,9	274,6	118

2. Среднесуточная температура воздуха (°C) в годы проведения исследований (по данным метеостанции «Круглик», г. Краснодар, 2012–2017 гг.)
2. Average daily air temperature (°C) in the years of study, according to the weather station “Kruglik”, Krasnodar (2012–2017)

Год	Месяц				Средняя за апрель – июль	Отклонение от среднееголетней нормы
	IV	V	VI	VII		
Среднееголетняя	10,9	16,8	20,4	23,2	17,8	–
2012	16,5	21,4	24,7	25,8	22,1	+4,3
2013	14,0	21,8	23,5	24,9	21,1	+3,3
2014	13,1	20,1	22,0	25,4	20,2	+2,4
2015	11,1	18,5	23,0	25,2	19,5	+1,7
2016	14,7	17,7	23,4	25,8	20,4	+2,6
2017	12,1	17,5	22,0	24,8	19,1	+1,3
В среднем за 2012–2017 гг.	13,6	19,5	23,1	25,3	20,4	+2,6

3. Оценка влагообеспеченности (ГТК) по месяцам/фазам развития льна масличного
3. Estimation of moisture supply (STC) by months and growth stages of oilseed flax

Год	Месяц/фаза развития льна масличного				В среднем за апрель – июль
	IV	V	VI	VII	
	всходы – «елочки»	«елочки» – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – созревание	
Среднееголетний	1,47	1,09	1,09	0,83	1,06
2012	0,78	1,12	0,20	1,04	0,78
2013	0,55	0,26	1,21	1,25	0,82
2014	0,41	0,72	1,96	0,65	0,93
2015	1,67	1,26	2,10	0,91	1,48
2016	0,55	1,13	2,51	0,54	1,18
2017	1,2	2,14	0,96	1,13	1,36
В среднем за 2012–2017 гг.	0,86	1,11	1,11	0,92	1,09

Применение удобрений как перед посевом под предпосевную культивацию, так и вразброс в фазе «елочки» способствовало увеличению урожайности семян льна масличного. В среднем наибольшая прибавка урожайности (0,11 т/га) получена при внесении $N_{60}P_{30}K_{30}$ перед посевом (табл. 4).

4. Урожайность семян льна масличного в зависимости от удобрений, т/га
4. Productivity of flax oilseeds depending on fertilizers, t/ha

Год	Доза и способ внесения удобрений (2012–2014 гг.)				НСР ₀₅
	контроль, без удобрений	перед посевом		N ₃₀ в фазу «елочки»	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀		
2012	1,81	1,89	1,91	1,82	0,11
2013	1,22	1,29	1,22	1,23	0,17
2014	2,67	2,87	2,86	2,92	0,15
Среднее за 2012–2014 гг.	1,91	2,02	2,00	1,99	–

5. Урожайность льна масличного в зависимости от нормы высева семян, т/га
5. Productivity of oilseed flax, depending on the seeding rate, t/ha

Год	Норма высева семян, млн шт/га (2015–2017 гг.)			HCP ₀₅
	6	8 (контроль)	10	
2015	1,47	1,47	1,51	0,19
2016	2,86	2,72	2,51	0,13
2017	1,10	1,08	1,25	0,08
Среднее за 2015–2017 гг.	1,81	1,76	1,76	–

Урожайность льна масличного варьировала по годам в зависимости от нормы высева семян. Так, в 2015 г., равно как и в среднем за три года, в изучаемых вариантах она была на одном уровне, за исключением в 2016 и 2017 гг., где наибольшая прибавка урожайности (0,13 т/га) получена при нормах высева семян 6 и 10 млн шт/га соответственно (табл. 5).

Это обстоятельство согласуется с исследованиями М. Mingeau и А. Vernede (1977), которые пришли к выводу, что критический период, в течение которого водный дефицит приводит к резкому снижению урожайности семян масличного льна, начинается за 2 недели до бутонизации и заканчивается через 2 недели после цветения, причем максимальный ущерб урожаю причиняет засуха

в период цветения. Следовательно, основной причиной варьирования урожайности являются различия по степени влагообеспеченности (ГТК) по месяцам вегетационного периода. Однако по другим данным (Hussein et al., 1983), критическими являются периоды перед цветением и во время налива семян (Дьяков, 2006). В наших исследованиях отмечено, что критично низкий, равно как и высокий ГТК в межфазный период «елочки» – бутонизация ведет к резкому недобору урожая.

Анализ связи между урожайностью льна масличного и значениями ГТК по фазам развития культуры показал, что на урожайность оказывает влияние влагообеспеченность мая и июня, соответствующая фазам «елочки», бутонизации и цветения (табл. 6).

6. Коэффициент корреляции (r) между урожайностью и значениями ГТК по фазам развития льна масличного

6. Correlation coefficient (r) between productivity and STC values according to the growth stages of oilseed flax

Показатель	Месяц/фаза развития льна масличного				Вегетационный период
	IV	V	VI	VII	
	всходы – «елочки»	«елочки» – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – созревание	
Доза и способ внесения удобрений (2012–2014 гг.)					
Контроль, без удобрений	–0,47	0,44	0,52	–0,99	<u>0,78</u>
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ перед посевом	–0,50	0,41	0,55	–0,99	<u>0,80</u>
N ₆₀ перед посевом	–0,46	0,46	0,51	–0,99	<u>0,77</u>
N ₃₀ в фазе «елочки»	–0,53	0,38	0,57	–0,99	<u>0,82</u>
Норма высева семян, млн шт/га (2015–2017 гг.)					
8 (контроль)	–0,79	–0,77	<u>0,85</u>	–0,99	–0,80
6	–0,81	–0,75	<u>0,83</u>	–0,98	–0,82
10	–0,81	–0,74	<u>0,83</u>	–0,98	–0,82

Примечание: подчеркнутые коэффициенты существенны на 1%-м уровне значимости.

В остальные фазы развития льна наблюдалась отрицательная корреляция. То есть повышенная влагообеспеченность растений в межфазные периоды всходы – «елочки» и цветение – созревание не приводит к повышению урожая.

На фоне таких корреляций продуктивности культуры от гидротермических условий вегетационного периода очень сложно выявить зависимости между урожайностью и биометрическими показателями, элементами структуры урожая. Поэтому нами дана оценка основ-

ным изменениям этих показателей в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания (табл. 7).

Установлено, что применение удобрений способствовало увеличению биометрических показателей и элементов структуры урожая (высота растений, общее количество коробочек, масса растений и семян с единицы площади, масса 1000 семян). Увеличение и уменьшение нормы высева семян не привело к значительному повышению продуктивности культуры по сравнению с контролем.

7. Биометрические показатели и элементы структуры урожая льна масличного при различных элементах технологии

7. Biometric indicators and yield structure elements of oilseed flax with various elements of technology

Вариант	Год	Количество растений, шт/м ²	Высота растения, см	Длина технической части стебля, см	Среднее количество коробочек на растении, шт.	Количество коробочек, шт/м ²	Масса растений, г/м ²	Масса семян, г/м ²	Масса 1000 семян, г
Доза и способ внесения удобрений (2012–2014 гг.)									
Контроль, без удобрений	2012	563	46,3	32,7	6,6	3737	451,2	188,5	8,00
	2013	405	42,1	25,0	6,6	2661	355,1	130,5	8,13
	2014	530	51,4	35,6	8,6	4539	564,2	296,1	8,00
Среднее		499	46,6	31,1	7,3	3646	456,8	205,0	8,04
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ перед посевом	2012	593	48,3	32,0	6,5	3871	487,6	192,6	8,00
	2013	357	43,1	27,4	6,8	2429	371,4	132,5	8,14
	2014	540	52,9	35,0	10,3	5569	661,0	324,9	7,90
Среднее		497	48,1	31,5	8,0	3956	506,7	216,7	8,01

N ₆₀ перед посевом	2012	536	49,3	32,2	6,9	3690	496,4	203,4	7,80
	2013	456	38,9	24,1	6,3	2857	385,1	135,5	7,95
	2014	553	52,1	36,4	9,1	5025	610,5	301,7	7,80
Среднее		515	46,8	30,9	7,5	3857	497,3	213,5	7,85
N ₃₀ в фазе «елочки»	2012	556	49,6	30,4	6,8	3805	483,3	196,0	8,00
	2013	465	42,0	25,1	6,3	2927	367,0	134,6	7,90
	2014	531	51,4	35,2	9,9	5247	622,3	328,1	8,10
Среднее		517	47,7	30,2	7,7	3993	490,9	219,6	8,00
Норма высева семян, млн шт/га (2015–2017 гг.)									
6	2015	608	45,8	39,9	5,1	3123	467,1	163,0	8,00
	2016	488	57,6	35,7	10,7	5235	624,2	298,5	8,15
	2017	498	51,8	37,0	5,3	2659	304,4	113,9	7,90
Среднее		531	51,7	37,5	6,9	3672	465,2	191,0	8,02
8 (контроль)	2015	635	49,2	43,4	5,6	3565	546,1	164,4	8,00
	2016	591	55,9	34,2	8,9	5245	598,9	277,0	8,13
	2017	590	52,0	35,3	5,1	3014	358,8	119,5	7,90
Среднее		605	52,4	37,6	6,5	3941	501,3	187,0	8,01
10	2015	858	44,9	39,6	3,5	3027	461,8	168,8	8,10
	2016	738	60,7	46,8	7,2	5306	639,5	269,0	8,06
	2017	762	54,4	39,0	4,1	3105	453,2	131,6	7,96
Среднее		786	53,3	41,8	4,8	3813	518,2	189,8	8,04

Выводы. В результате проведенных в 2012–2017 гг. исследований выявлено, что урожайность льна масличного ВНИИМК 620 зависит от влагообеспеченности в критический период вегетации культуры (бутонизация – цветение). В годы с погодными условиями, характерными для засушливой зоны увлажнения (2012, 2013, 2014 гг.), на урожайность культуры оказывает влияние влагообеспеченность мая и июня, что соответствует фазам «елочки», бутонизации, цветения. В годы с погодными условиями, характерными

ми для влажной (2015, 2017 гг.) и слабо засушливой (2016 г.) зон увлажнения, урожайность культуры зависит от влагообеспеченности июня, что соответствует фазам бутонизации и цветения. Применение удобрений способствовало увеличению биометрических показателей и элементов структуры урожая, а изменение нормы высева семян как в сторону повышения, так и в сторону снижения от оптимальной (8 млн шт/га) не приводило к положительному изменению продуктивности культуры.

Библиографические ссылки

1. Бушнев А. С., Горбаченко Ф. И., Картамышева Е. В. и др. Продуктивность посева льна масличного при совершенствовании элементов адаптивной технологии // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. Вып. 3(171). 2017. С. 55–64.
2. Гаврюшин И. Ю. Влияние норм высева и доз азотных удобрений на урожайность и качество продукции льна масличного [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://otherreferats.allbest.ru/agriculture/00851307_0.html.
3. Долгополова Н. В., Пигорев И. Я. Корреляционная зависимость урожайности полевых культур от элементов ее структуры // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 6. С. 6–9.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Дриггер В. К. Лен масличный на Ставрополье. Ставрополь: Параграф, 2013. 148 с.
6. Дьяков А. Б. Физиология и экология льна. Краснодар: ФГБНУ ВНИИМК, 2006. 214 с.
7. Коваленко С. А., Грабовец А. И., Кадушкина В. П. Корреляционные взаимосвязи между урожаем и элементами его структуры у сортов яровой твердой пшеницы Донской селекции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5(67), ч. 1. С. 31–33.
8. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Баранов В. Ф. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар, 2010. С. 254–261.
9. Селянинов Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. Л.: Гидрометеоиздат, 1937. С. 5–26.
10. Страшная А. И., Тищенко В. А., Береза О. В., Богомолова Н. А. О возможности использования стандартизованного индекса осадков для выявления засух и в прогнозах количественной оценки урожайности зерновых и зернобобовых культур // Труды Гидрометцентра России. 2015. № 7. С. 81–97.
11. Устенко А. А. Зависимость показателей количественных признаков сортов и гибридов подсолнечника от гидротермического коэффициента // VI Междунар. конференция молодых ученых и специалистов. ВНИИМК, 2011. С. 336–340.
12. Шевелуха В. С., Андреева Н. М. Ростовые и морфофизиологические показатели продуктивности зерновых культур // Биологические основы селекции растений на продуктивность. Таллин, 1981. С. 19–27.
13. Hussein M. M., El-Hariri D. M., El-Zeiny H. A. Response of flax yield to nitrogen and shortage of water // Egypt J. Agron. 1983. Vol. 8, no. 1-2. Pp. 83–92.
14. Mingeau M., Vernede A. Action de la secheresse sur la croissance et la production du lin oleagineux // Inform. tech. CETIOM. 1977. No. 57. Pp. 10–12.

References

1. Bushnev A. C., Gorbachenko F. I., Kartamysheva E. V. i dr. Produktivnost' poseva l'na maslichnogo pri sovershenstvovanii elementov adaptivnoj tekhnologii [The productivity of oilseed flax sowing while improving the elements of adaptive technology] // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' VNIIMK. Vyp. 3(171). 2017. S. 55–64.
2. Gavryushin I. Yu. Vliyanie norm vyseva i doz azotnykh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo produkciy l'na maslichnogo [The effect of seeding rates and doses of nitrogen fertilizers on the yield and quality of oilseed flax production] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: https://otherreferats.allbest.ru/agriculture/00851307_0.html.
3. Dolgoplova N. V., Pigorev I. Ya. Korrelyacionnaya zavisimost' urozhajnosti polevykh kul'tur ot elementov eyo struktury [The correlation dependence of the field crops productivity on the elements of its structure] // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2017. № 6. S. 6–9.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
5. Dridiger V. K. Len maslichnyj na Stavropol'e [Oilseed flax in the Stavropol Territory]. Stavropol', Paragraf, 2013. 148 s.
6. D'yakov A. B. Fiziologiya i ekologiya l'na [Physiology and ecology of flax]. Krasnodar: FGBNU VNIIMK, 2006. 214 s.
7. Kovalenko S. A., Grabovec A. I., Kadushkina V. P. Korrelyacionnye vzaimosvyazi mezhdru urozhaem i elementami ego struktury u sortov yarovoj tvyrdoy pshenicy Donskoj selekcii [Correlation between the productivity and the elements of its structure in spring durum wheat varieties of Don selection] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 5(67), ch. 1. S. 31–33.
8. Lukomec V. M., Tishkov N. M., Baranov V. F. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [The methodology of field agrotechnical experiments with oilseed crops]. Krasnodar, 2010. S. 254–261.
9. Selyaninov G. T. Metodika sel'skohozyajstvennoj harakteristiki klimata [Methodology of agricultural climate characteristics] // Mirovoj agroklimaticheskij spravochnik. L.: Gidrometeoizdat, 1937. S. 5–26.
10. Strashnaya A. I., Tishchenko V. A., Bereza O. V., Bogomolova N. A. O vozmozhnosti ispol'zovaniya standartizirovannogo indeksa osadkov dlya vyavleniya zasuh i v prognozah kolichestvennoj ocenki urozhajnosti zernovykh i zernobobovykh kul'tur [The possibility of using a standardized rainfall index to identify droughts and to forecast a quantitative assessment of grain and leguminous crop productivity] // Trudy Gidrometcentra Rossii. 2015. № 7. S. 81–97.
11. Ustenko A. A. Zavisimost' pokazatelej kolichestvennykh priznakov sortov i gibridov podsolnechnika ot gidrotermicheskogo koeffitsienta [The dependence of the indicators of quantitative traits of sunflower varieties and hybrids on the hydrothermal coefficient] // VI Mezhdunar. konferenciya molodykh uchyonykh i specialistov. VNIIMK, 2011. S. 336–340.
12. Sheveluha V. S., Andreeva N. M. Rostovye i morfofiziologicheskie pokazateli produktivnosti zernovykh kul'tur [Growing and morphophysiological indicators of grain crop productivity] // Biologicheskie osnovy selekcii rastenij na produktivnost'. Tallin, 1981. S. 19–27.
13. Hussein M. M., El-Hariri D. M., El-Zeiny H. A. Response of flax yield to nitrogen and shortage of water // Egyptan J. Agron. 1983. Vol. 8, no. 1-2. Pp. 83–92.
14. Mingeau M., Vernede A. Action de la secheresse sur la croissance et la production du lin oleagineux // Inform. tech. CETIOM. 1977. No. 57. Pp. 10–12.

Поступила: 27.09.19; принята к публикации: 21.10.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Бушнев А. С. – концептуализация исследования; Бушнев А. С., Мамырko Ю. В. – подготовка опыта; Бушнев А. С., Мамырko Ю. В. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Мамырko Ю. В. – анализ данных и их интерпретация; Мамырko Ю. В. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.31:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-17-22

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА КОРМА ПОПУЛЯЦИЙ ЛЮЦЕРНЫ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

С. А. Игнатъев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

А. А. Регидин, младший научный сотрудник лаборатории многолетних трав, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Среди многолетних кормовых бобовых трав особое место занимает люцерна. Эта культура во многих южных регионах страны позволяет получать для внедрения рентабельного животноводства полноценные объемистые корма со средней энергетической питательностью более 10 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества и содержанием сырого протеина 16–17% и выше. Целью исследований было выделение новых сортов люцерны с высокой урожайностью зеленой массы и семян, хорошим качеством корма с высокой адаптивной устойчивостью к различным биотическим и абиотическим стресс-факторам. В конкурсном сортоиспытании люцерны посева 2015 г. по урожайности зеленой массы выделились популяции Син 18/95 (24,6 т/га), Син 28/04 (26,0 т/га) и Син 17/95 (26,4 т/га). Эти же популяции выделялись и по урожайности сухого вещества (6,6–8,1 т/га). Наибольшими показателями по содержанию сухого вещества выделились Син 17/95 и Син 28/04 (27,3%), Син 24/04 (27,6%) и Син 23/04 (27,7%). Лучшими по содержанию сырого протеина были Син 5/04 (20,45%) и А-5 (20,48%). По семенной продуктивности стабильно по годам стандарт превышали синтетические популяции Син 18/95 (средняя урожайность – 0,44 т/га), Син 17/95 (средняя урожайность – 0,45 т/га), Син 8/95 (средняя урожайность – 0,46 т/га). Синтетические популяции Син 28/04, Син 18/95, Син 17/95 и Син 8/95, выделившиеся по комплексу признаков, будут изучаться в дальнейшей селекционной работе с перспективой передачи их на государственное сортоиспытание. Выделившиеся популяции будут вовлечены в селекционный процесс как источники хозяйственно ценных признаков.

Ключевые слова: люцерна, конкурсное сортоиспытание, синтетическая популяция, урожайность, зеленая масса, сухое вещество, семена.

Для цитирования: Игнатъев С. А., Регидин А. А. Оценка продуктивности и качества корма популяций люцерны в конкурсном сортоиспытании // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 17–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-17-22



THE ESTIMATION OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF ALFALFA FEED IN THE COMPETITIVE VARIETY TESTING

S. A. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed production of perennial grasses, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0715-2982;

A. A. Regidin, junior researcher of the laboratory of breeding and seed production of perennial grasses, ORCID: 0000-0002-3246-1501

Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Among perennial fodder legumes, alfalfa occupies a special place. This crop culture in many southern regions of the country makes it possible to yield full value bulky feeds with an average nutritional value of more than 10 MJ of exchange energy per 1 kg of dry matter and 16–17% or more raw protein content for the introduction of cost-effective livestock production. The purpose of the current study was to isolate new alfalfa varieties with a high productivity of green mass and seeds, good quality of feed highly adapted to various biotic and abiotic stress factors. In the competitive variety testing of alfalfa sown in 2015 the populations "Sin 18/95" (24.6 t/ha), "Sin 28/04" (26.0 t/ha) and "Sin 17/95" (26.4 t/ha) were identified according to green mass productivity. The same population were identified according to dry matter productivity (6.6–8.1 t/ha). The highest dry matter percentage were identified in the populations "Sin 17/95" and "Sin 28/04" (27.3%), "Sin 24/04" (27.6%) and "Sin 23/04" (27.7%). The best populations in raw protein content were "Sin 5/04" (20.45%) and "A-5" (20.48%). The synthetic populations "Sin 18/95" (0.44 t/ha of average yield), "Sin 17/95" (0.45 t/ha of average yield), "Sin 8/95" (0.46 t/ha of average yield) exceeded the standard variety in seed productivity throughout the years. The synthetic populations "Sin 28/04", "Sin 18/95", "Sin 17/95" and "Sin 8/95", identified among the others due to many traits are going to be studied in further breeding work with the prospect to be sent to State Variety Testing. The identified populations will be introduced into the breeding process as the sources of economically valuable traits.

Keywords: alfalfa, competitive variety testing, synthetic population, productivity, green mass, dry matter, seeds.

Введение. Среди многолетних кормовых бобовых трав особое место занимает люцерна. Эта культура во многих южных регионах страны позволяет получать для внедрения рентабельного животноводства полноценные объемистые корма со средней энергетической питательностью более 10 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества и содержанием сырого протеина свыше 16–17% (Косолапов и Трофимов, 2013). Этим своим свойством она позволяет экономить в стране значительное количество фуражного зерна и способствует решению проблемы дефицита кормового белка (Ушачев, 2015).

Высоко и агротехническое значение люцерны. Ее возделывание в чистом виде и в составе многолетних кормовых злаковых трав обеспечивает устойчивость растениеводства и земледелия обогащением

почвы биологическим азотом и предохранением почвы от ветровой и водной эрозии (Шпаков, 2007). Как бобовая культура люцерна является важным компонентом биологизации земледелия, заменяет часть минерального азота удобрений биологическим и пополняет почвы свежим органическим веществом с высоким содержанием углерода, макро- и микроэлементов.

Интенсификация развития биологических систем земледелия в значительной степени связана с недостатком материальных и денежных ресурсов, поэтому необходимо увеличение посевных площадей под люцерной и вообще под бобовыми культурами. Увеличение посевных площадей под люцерной улучшит структуру севооборотов и повысит урожайность и содержание белка в получаемой продукции (Благовещенский, 2013; Переправо, 2014).

Создание новых сортов люцерны и их быстрое освоение в значительной степени могут улучшить обеспеченность животных кормами, решить вопросы биологизации земледелия. Сорт, кроме того, определяет особенности технологии возделывания культуры, определяет возможные пределы технологической нагрузки на окружающую среду. Он является также самым дешевым и доступным средством повышения урожайности (Шамсутдинов, 2010).

В лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав ФГБНУ «АНЦ «Донской» последовательно были получены несколько сортов люцерны, которые допущены к использованию и нашли применение в производстве. Они имеют определенные ценные хозяйственно-биологические свойства и признаки, но по-прежнему остается проблемой совмещение в сорте высокой продуктивности зеленой массы, сухого вещества и семян, высокого качества корма, адаптивности к разным изменяющимся погодно-климатическим (Кривошеев и др., 2014; Донцова и Филиппов, 2014; Самофалова и др., 2019) и почвенным условиям.

Целью исследований было выведение новых сортов люцерны с высокой урожайностью зеленой массы и семян, хорошим качеством корма, с высокой адаптивной устойчивостью к различным биотическим и абиотическим стресс-факторам.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в конкурсном сортоиспытании люцерны посева 2015 г. в течение 2016–2018 гг. Объектами исследований являлись 19 синтетических популяций. В качестве стандарта был принят сорт

люцерны Ростовская 90. Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная. Посев производили рядовым способом сеялкой ССФК-7. Норма высева – 5 млн шт/га.

Учет зеленой массы проводили в фазу «начало цветения» взвешиванием в поле. Полный зоотехнический анализ выполнили по методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов (2002).

Почва под посевом конкурсному сортоиспытанию представлена черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым, в 0–20 см слое которого гумуса содержится 3,6%; легкогидролизуемого азота – 110 мг/кг; подвижного фосфора – 18 мг/кг; обменного калия – 320 мг/кг почвы.

Для всех лет периода 2016–2018 гг. был характерен недостаток осадков второй половины вегетации при повышенных на 1,5–2,3 °С среднесуточных температурах воздуха в сравнении со среднегодовыми. Недостаток влаги сказался на урожайности зеленой массы, дружности и продолжительности цветения растений люцерны. Складывавшиеся погодные условия предоставили возможность объективной оценки изучаемых синтетических популяций по хозяйственно ценным признакам в условиях острой нехватки влаги.

Результаты и их обсуждение. Ключевым полезным свойством кормовых культур является урожайность зеленой массы. В конкурсном сортоиспытании люцерны посева 2015 г. урожайность зеленой массы стандарта Ростовская 90 по годам варьировала в пределах 20,7–22,9 т/га, в среднем за 3 года она составляла 21,8 т/га (табл. 1).

1. Урожайность зеленой массы синтетических популяций люцерны и их кормовая ценность (КСИ, 2016–2018 гг.)

1. Productivity of green mass of synthetic alfalfa population and their feed value (CVT, 2016–2018)

Сорт	Урожайность, т/га					Сухое вещество, %	Сырой протеин, %
	годы			средняя	% к стандарту		
	2016	2017	2018				
Ростовская 90, ст.	20,7	21,7	22,9	21,8	100	25,6	19,81
Син 9/04	20,2	21,2	22,1	21,2	97	27,2	19,32
Син Л 6/04	30,3	31,3	20,0	27,2	125	27,2	20,12
Син 3/04	21,9	22,9	21,0	21,9	101	27,0	19,31
Син 7/06	18,2	19,2	17,0	18,1	83	25,3	20,21
Син 2/04	18,4	18,4	12,0	16,3	75	25,4	19,43
Син 24/04	31,7	32,7	23,4	29,3	134	27,6	20,11
Син 23/04	29,9	30,9	21,2	27,3	126	27,7	19,98
Син 26/04	28,1	29,1	27,6	28,3	130	27,1	19,93
Син 25/04	19,3	29,3	16,1	21,6	99	25,5	20,16
Син 6/04	20,0	24,1	24,3	22,8	105	25,5	19,36
Син 28/04	22,8	27,2	28,0	26,0	119	27,3	20,20
Син 27/04	23,1	25,1	21,0	23,1	106	27,0	20,04
Син 14/04	18,2	19,9	31,5	23,2	107	26,4	20,32
Син 5/04	17,9	20,9	24,0	20,9	96	26,5	20,45
А-5	29,7	20,8	23,8	24,8	114	26,8	20,48
А-4	24,8	22,8	22,6	23,4	108	26,7	20,19
Син 18/95	26,2	24,5	23,0	24,6	113	25,4	19,93
Син 17/95	25,3	29,7	24,3	26,4	121	27,3	20,03
Син 8/95	28,9	20,6	24,0	24,5	113	26,4	20,24
НСР ₀₅	1,9	1,8	1,4	3,3	–	–	–
S	–	–	–	–	–	0,8	0,5

Достоверно превысили стандарт по этому показателю 6 синтетических популяций, сформировав урожайность от 26,0 до 29,3 т/га. Син 18/95, Син 28/04 и Син 17/95 стабильно каждый год превышали стандарт Ростовская 90 по этому показателю.

По результатам исследований содержание сухого вещества в изучаемых популяциях варьировало от 25,3 до 27,7%. По данному показателю 14 популяций из 19 достоверно превышали стандарт (25,6%). Наибольшими показателями отличались Син 17/95 и Син 28/04 (27,3%), Син 24/04 (27,6%), Син 23/04 (27,7%).

Показателем питательной ценности люцернового корма является содержание в нем сырого протеина. У стандарта Ростовская 90 этот показатель в среднем составлял 19,81%. Вариативность изучаемых популяций по содержанию сырого протеина была в пределах 19,31–20,48%. Лучшими по данному признаку оказались Син 5/04 и А-5 с показателями 20,45 и 20,48% соответственно.

Показатели урожайности абсолютно сухого вещества популяций изучаемого питомника по годам варьировали от 3,0 до 9,0 т/га (табл. 2).

2. Урожайность сухого вещества синтетических популяций люцерны (КСИ, 2016–2018 гг.) 2. Productivity of dry matter of synthetic alfalfa population (CVT, 2016–2018)

Сорт	Урожайность сухого вещества, т/га				
	годы			среднее	% к стандарту
	2016	2017	2018		
Ростовская 90, ст.	5,3	5,6	5,9	5,6	100
Син 9/04	5,5	5,8	6,0	5,8	103
Син Л 6/04	8,2	8,5	5,4	7,4	133
Син 3/04	5,9	6,2	5,7	5,9	106
Син 7/06	4,6	4,9	4,3	4,6	82
Син 2/04	4,7	4,7	3,0	4,1	74
Син 24/04	8,7	9,0	6,5	8,1	145
Син 23/04	8,3	8,6	5,9	7,6	136
Син 26/04	7,6	7,9	7,5	7,7	137
Син 25/04	4,9	7,5	4,1	5,5	99
Син 6/04	5,1	6,1	6,2	5,8	104
Син 28/04	6,2	7,4	7,6	7,1	127
Син 27/04	6,2	6,8	5,7	6,2	112
Син 14/04	4,8	5,3	8,3	6,1	110
Син 5/04	4,7	5,5	6,4	5,5	100
А-5	8,0	5,6	6,4	6,6	119
А-4	6,6	6,1	6,0	6,2	112
Син 18/95	6,7	6,2	5,8	6,2	112
Син 17/95	6,9	8,1	6,6	7,2	130
Син 8/95	7,6	5,4	6,3	6,5	116
НСР ₀₅	0,4	0,6	0,4	0,4	–

При средней урожайности стандарта Ростовская 90 5,6 т/га 7 изучаемых популяций с урожайностью 6,6–8,1 т/га достоверно превышали стандарт. Синтетические популяции Син 24/04, Син 26/04, Син 28/04 и Син 17/95 во все годы существенно превосходили стандартный сорт по урожайности абсолютно сухого вещества.

Корреляционная связь между урожайностью зеленой массы и содержанием сухого вещества была средней положительной ($r = 0,49 \pm 0,2$). Это говорит о том, что популяции с высокой урожайностью зеленой массы имели также более высокое содержание сухого вещества (рис. 1).

Коэффициент корреляции урожайности зеленой массы и содержания сырого протеина был средним положительным ($r = 0,50 \pm 0,2$). Положительная взаимосвязь данных признаков в изучаемых популяциях является ценным свойством в селекции кормовых культур (рис. 2).

Для синтетических популяций, выделившихся по продуктивности кормовой массы, был произведен расчет сбора кормовых единиц и сырого протеина с 1 га, а также содержания обменной энергии (табл. 3).

Одним из показателей питательности корма является сбор кормовых единиц с 1 га. При сборе стандарта Ростовская 90 в 4422 к. е. выделившиеся популяции значительно превосходили его, обеспечив сбор 6120–7055 к. е. По сбору сырого протеина вариативность показателей изучаемых популяций была в пределах 1290–1669 кг/га при сборе стандарта 1030 кг/га. Единицей измерения энергии в корме является содержание в 1 кг абсолютно сухого вещества обменной энергии. У стандарта Ростовская 90 содержание обменной энергии было равно 10,1 Мдж/кг АСВ, тогда как у выделившихся популяций показатели колебались от 9,9 до 10,3 Мдж/кг АСВ. Самым большим содержанием обменной энергии отличилась популяция Син Л 6/04 (10,3 Мдж/кг АСВ).

3. Сбор питательных веществ выделившихся по продуктивности сортов люцерны (КСИ, 2016–2018 гг.)
3. Yield of nutrients in the highly productive alfalfa varieties (CVT, 2016–2018)

Сорт	Сбор		Содержание обменной энергии в 1 кг АСВ
	кормовых единиц	сырого протеина, кг/га	
Ростовская 90, ст.	4422	1030	10,1
Син Л 6/04	6290	1489	10,3
Син 24/04	7055	1669	10,1
Син 23/04	6460	1518	10,2
Син 26/04	6476	1515	9,9
Син 28/04	6035	1434	9,9
А-5	5355	1290	9,9
Син 17/95	6120	1442	10,2

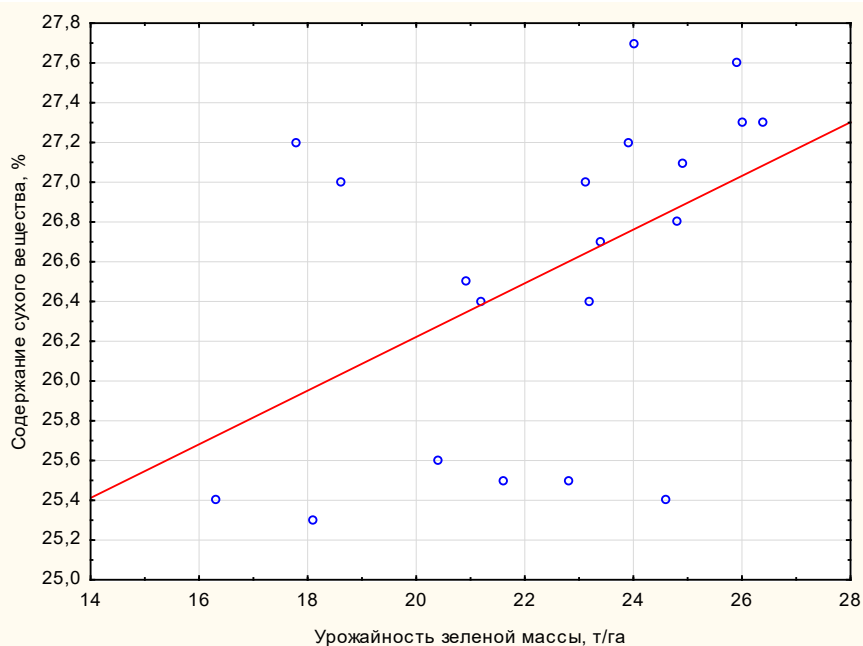


Рис. 1. Корреляционная связь между урожайностью зеленой массы и содержанием сухого вещества (2016–2018 гг.)

Fig. 1. Correlation between green mass productivity and dry matter content (2016–2018)

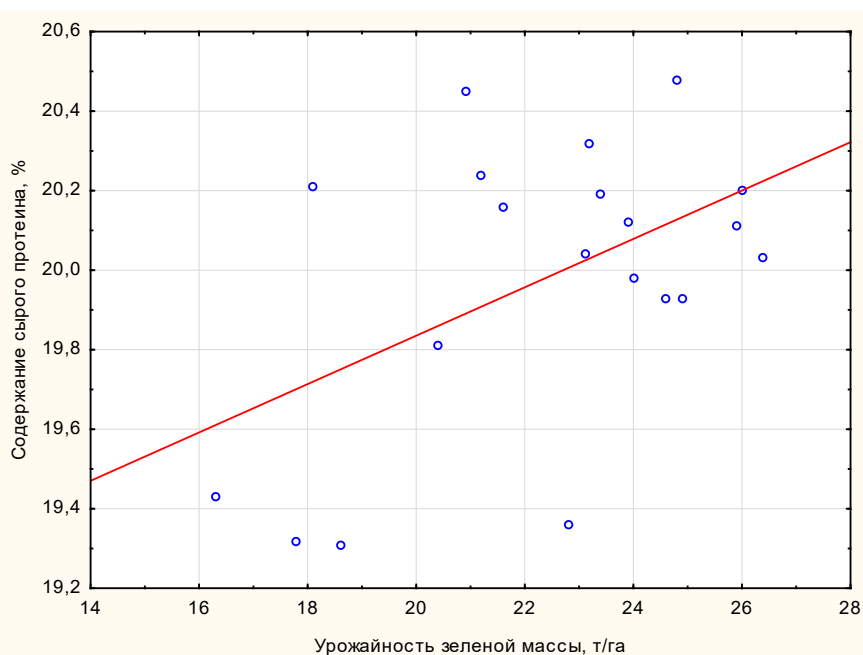


Рис. 2. Корреляционная связь между урожайностью зеленой массы и содержанием сырого протеина (2016–2018 гг.)

Fig. 2. Correlation between green mass productivity and raw protein content (2016–2018)

Ценность сорта обуславливает и семенная продуктивность. В среднем за 3 года достоверно больше, чем у стандарта (0,36 т/га), урожайность семян формировали Син 7/06, Син 24/04, Син 28/04 (с пока-

зателями 0,41 т/га), Син 18/95 (0,44 т/га), Син 17/95 (0,45 т/га), Син 14/04 и Син 8/95 (0,46 т/га), Син Л 6/04 и Син 25/04 (0,48 т/га), Син 6/04 (0,49 т/га), Син 9/04 (0,51 т/га) (табл. 4).

4. Урожайность семян синтетических популяций люцерны (КСИ, 2016–2018 гг.)

4. Productivity of seeds of synthetic alfalfa population (CVT, 2016–2018)

Сорт	Урожайность, т/га				
	годы			средняя	% к стандарту
	2016	2017	2018		
Ростовская 90, ст.	0,19	0,50	0,38	0,36	100
Син 9/04	0,18	0,81	0,54	0,51	143
Син Л 6/04	0,18	0,70	0,55	0,48	134
Син 3/04	0,20	0,53	0,45	0,39	110
Син 7/06	0,19	0,71	0,34	0,41	116
Син 2/04	0,19	0,62	0,23	0,35	98
Син 24/04	0,20	0,64	0,40	0,41	116
Син 23/04	0,22	0,30	0,47	0,33	93
Син 26/04	0,23	0,38	0,56	0,39	110
Син 25/04	0,19	0,73	0,52	0,48	135
Син 6/04	0,18	0,75	0,54	0,49	137
Син 28/04	0,18	0,50	0,54	0,41	114
Син 27/04	0,18	0,30	0,55	0,34	97
Син 14/04	0,18	0,66	0,54	0,46	129
Син 5/04	0,19	0,60	0,38	0,39	109
А-5	0,22	0,63	0,26	0,37	104
А-4	0,22	0,58	0,29	0,36	102
Син 18/95	0,23	0,67	0,43	0,44	124
Син 17/95	0,23	0,62	0,49	0,45	125
Син 8/95	0,23	0,68	0,48	0,46	130
НСП ₀₅	0,02	0,04	0,03	0,03	

Однако не все выделившиеся популяции обеспечивали стабильное по годам превышение стандартного сорта. При семенной продуктивности стандарта Ростовская 90 0,19 т/га (2016 г.), 0,50 т/га (2017 г.) и 0,38 т/га (2018 г.) только Син 18/95 (0,23; 0,67 и 0,43 т/га соответственно), Син 17/95 (0,23; 0,62 и 0,49 т/га) и Син 8/95 (0,23; 0,68 и 0,48 т/га) каждый год исследований формировали урожайность семян достоверно большую, чем у стандарта. В среднем за три года наибольшую урожайность семян сформировали Син 9/04 (0,51 т/га), Син Л 6/04 (0,48 т/га), Син 25/04 (0,48 т/га), Син 6/04 (0,49 т/га), Син 14/04 (0,46 т/га), Син 18/95 (0,44 т/га), Син 17/95 (0,45 т/га), Син 8/95 (0,46 т/га).

Выводы. В конкурсном сортоиспытании по урожайности зеленой массы выделились популяции Син 18/95 (24,6 т/га), Син 28/04 (26,0 т/га) и Син 17/95 (26,4 т/га). Наибольшими показателями по содержанию сухого вещества выделились Син 17/95 и Син 28/04 (27,3%), Син 24/04 (27,6%) и Син 23/04 (27,7%). Лучшими по содержанию сырого протеина были Син 5/04

(20,45%) и А-5 (20,48%). По урожайности сухого вещества выделились Син Л 6/04 (7,4 т/га), Син 24/04 (8,1 т/га), Син 23/04 (7,6 т/га), Син 26/04 (7,7 т/га), Син 28/04 (7,1 т/га), А-5 (6,6 т/га), Син 17/95 (7,2 т/га). По семенной продуктивности стабильно по годам стандарт превышали синтетические популяции Син 18/95 (средняя урожайность – 0,44 т/га), Син 17/95 (средняя урожайность – 0,45 т/га), Син 8/95 (средняя урожайность – 0,46 т/га). По сбору кормовых единиц, сырого протеина и содержанию обменной энергии выделились Син Л 6/04, Син 24/04, Син 23/04, Син 26/04, Син 28/04, Син 17/95 со сбором кормовых единиц 6120–7055 к. е.; сырого протеина – 1290–1669 кг/га; с содержанием обменной энергии – 9,9–10,3 МДж. Синтетические популяции Син 28/04, Син 18/95, Син 17/95 и Син 8/95, выделившиеся по комплексу признаков, будут изучаться в дальнейшей селекционной работе с перспективой передачи их на государственное сортоиспытание. Выделившиеся популяции будут вовлечены в селекционный процесс как источники хозяйственно ценных признаков.

Библиографические ссылки

1. Благовещенский Г. В. Инновационный потенциал бобового разнообразия травостоев // Кормопроизводство. 2013. № 12. С. 8–9.
2. Донцова А. А., Филиппов Е. Г. Создание новых сортов ячменя, адаптированных к усилению аридности климата // Зерновое хозяйство России. 2014. № 6(36). С. 43–49.
3. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2. С. 59–63.
4. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Буин Н. П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 44–50.

5. Переправо Н. И. Современное состояние и основные направления развития травосеяния и семеноводства кормовых трав в России // Адаптивное кормопроизводство. 2014. № 1. С. 12–21.
6. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23.
7. Ушачев И. Г. Импортзамещение в АПК России: проблемы и перспективы: монография. М.: Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, 2015. 447 с.
8. Шамсутдинов З. Ш. Достижения и стратегия развития селекции кормовых культур // Кормопроизводство. 2010. № 8. С. 25–27.
9. Шпаков А. С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях // Кормопроизводство. 2007. № 5. С. 8–11.

References

1. Blagoveshchenskij G. V. Innovacionnyj potencial bobovogo raznoobraziya travostoev [The innovative potential of the legume diversity of grass stands] // Kormoproizvodstvo. 2013. № 12. С. 8–9.
2. Doncova A. A., Filippov E. G. Sozdanie novyh sortov yachmenya, adaptirovannyh k usileniyu aridnosti klimata [The development of new barley varieties, adapted to increasing climate aridity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 6(36). С. 43–49.
3. Kosolapov V. M., Trofimov I. A. Znachenie kormoproizvodstva v sel'skom hozyajstve [The importance of feed production in agriculture] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2013. № 2. С. 59–63.
4. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Buin N. P. Izmenenie klimaticheskikh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti v period vegetacii kukuruzy [Climate change in the southern zone of the Rostov region during the growing period of maize] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). С. 44–50.
5. Perepravo N. I. Sovremennoe sostoyanie i osnovnye napravleniya razvitiya travoseyaniya i seменоводства кормовых трав в России [Current status and main directions of development of forage grass sowing and seed production in Russia] // Адаптивное кормопроизводство. 2014. № 1. С. 12–21.
6. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Rol' meteofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoy tverdoj pshenicy [The role of meteorological factors in the formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). С. 18–23.
7. Ushachev I. G. Importozameshchenie v APK Rossii: problemy i perspektivy: monografiya [Import substitution in the agricultural sector of Russia: problems and prospects]. М.: Vserossijskij NII ekonomiki sel'skogo hozyajstva, 2015. 447 s.
8. Shamsutdinov Z. Sh. Dostizheniya i strategiya razvitiya selekcii kormovykh kul'tur [Achievements and development strategy for feed crops breeding] // Kormoproizvodstvo. 2010. № 8. С. 25–27.
9. Shpakov A. S. Osnovnye napravleniya razvitiya i nauchnoe obespechenie polevogo kormoproizvodstva v sovremennykh usloviyakh [The main directions of development and scientific support of field feed production in present conditions] // Kormoproizvodstvo. 2007. № 5. С. 8–11.

Поступила: 18.12.19; принята к публикации: 27.12.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Игнатьев С. А., Регидин А. А. – концептуализация исследования; Игнатьев С. А., Регидин А. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.11:632.112

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-23-27

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СУХОЙ МАССЫ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных научных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

В. Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

В. А. Лиховидова, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Рассмотрены вопросы влияния различных условий выращивания (недостаточное и оптимальное увлажнение) на размеры площади листьев растений озимой пшеницы, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза и сухую массу растений. В качестве объекта исследований были взяты образцы озимой мягкой пшеницы (12 генотипов) селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Изучение образцов проводили с использованием следующих методик: В. В. Маймистов (1988 г.) – испытание сортов на засухоустойчивость в условиях модельной засухи «засушник»; А. А. Ничипорович (1955 г.) – определение площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза; Б. А. Ягодин (1987 г.) – определение сухого вещества растений. Математическую обработку данных производили по методу Б. А. Доспехова с применением программы Statistica 10. Целью исследований являлось установление генотипов озимой мягкой пшеницы с высокой устойчивостью листового аппарата растений к неблагоприятным факторам среды. По результатам проведенных исследований выявлены образцы озимой мягкой пшеницы Юбилей Дона, Зодиак и 586/13, которые в условиях недостаточной влагообеспеченности за период вегетации (колошение – восковая спелость зерна) имели максимальные значения следующих показателей: площади листьев (202,0; 193,3 и 174,5 см²), фотосинтетического потенциала (0,528; 0,559 и 0,560 млн м²/дн.) и сухой массы листьев растений (1315,0; 1329,0 и 1280,4 г). По величине чистой продуктивности фотосинтеза в условиях опыта (недостаточная влагообеспеченность) наиболее высокие значения данного показателя отмечены у образцов озимой мягкой пшеницы 1074/11 (20,16 г/м² в сутки), Универ (19,43 г/м² в сутки) и Амбар (19,33 г/м² в сутки).

Ключевые слова: озимая пшеница, площадь листьев, сухая масса растений, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.

Для цитирования: Ионова Е. В., Газе В. Л., Лиховидова В. А. Фотосинтетическая деятельность и динамика накопления сухой массы растений озимой мягкой пшеницы в зависимости от условий выращивания // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 23–27. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-23-27



PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND DYNAMICS OF DRY MASS OF PLANTS ACCUMULATION OF WINTER SOFT WHEAT, DEPENDING ON GROWING CONDITIONS

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the Center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

V. L. Gaze, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

V. A. Likhovidova, junior researcher of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has considered the effect of various growing conditions (insufficient and optimal moisture) on the leaf area of winter wheat plants, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity and dry mass of plants. The objects of the study were the winter soft wheat samples (12 genotypes) developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The study of the samples was carried out by the V. V. Maimistov method (1988), namely a testing of varieties for drought tolerance in the conditions of model drought "zasushnik"; by the A. Nichiporovich method (1955), namely a determination of leaf area, photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis; by the B. A. Yagodin method (1987), namely a determination of dry matter of plants. Mathematical data processing was carried out according to the B. A. Dospekhov method using the program Statistica 10. The purpose of the study was to establish the winter soft wheat genotypes with high resistance of the leaf system of plants to unfavorable environmental factors. According to the study results, there have been identified the winter soft wheat samples "Yubiley Dona", "Zodiak" and "586/13" which, under conditions of insufficient moisture supply during the growing season ("head formation – waxy ripeness of kernels"), had the maximum values of the following indicators: leaf area (202.0 cm², 193.3 cm² and 174.5 cm²), photosynthetic potential (0.528 million m²/day, 0.559 million m²/day and 0.560 million m²/day) and dry mass of plant leaves (1315.0 g, 1329.0 g and 1280.4 g). Due to the net productivity of photosynthesis (under insufficient moisture supply), the highest values of this indicator were identified in the winter soft wheat samples "1074/11" (20.16 g/m² per day), "Univer" (19.43 g/m² per day) and "Ambar" (19.33 g/m² per day).

Keywords: winter wheat, leaf area, dry mass of plants, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis.

Введение. Основа положения современной теории фотосинтетической продуктивности состоит в том, что урожай растений в первую очередь зависит от суммарной фотосинтетической продукции, качество которой определяется не только интенсивностью фотосинтеза, но и размерами листьев и длительностью их

работы. Величина хозяйственно полезной части урожая зависит от характера распределения ассимилянтов в растении, которая различается в зависимости от условий выращивания (Подлесных, 2016).

Фотосинтез – основная функция и главный процесс питания растений как автотрофных организмов.

Поэтому их максимальная продуктивность достигается в том случае, если формируется оптимальный по размерам и по продолжительности активной деятельности фотосинтетический аппарат, обеспечиваются благоприятные условия направленности его развития на разных этапах органогенеза и максимально используются продукты фотосинтеза на формирование ценных признаков с наименьшими потерями на процессах метаболизма (Кошкин и др., 2005).

От фотосинтеза зависит жизнедеятельность растения, и наоборот, все процессы метаболизма, роста и развития предопределяют структуру фотосинтетического аппарата и его деятельность. Следовательно, основное внимание необходимо уделять таким признакам и свойствам растений, которые оказывают наибольшее влияние на фотосинтетическую активность, то есть на размер ассимилирующей поверхности и период, в течение которого условия благоприятны для фотосинтеза (Громова и Костылев, 2018).

Интенсивность фотосинтетической деятельности посева определяется рядом внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на агробиоценоз как систему. Внешние (экзогенные) факторы – это факторы, не входящие в состав агробиоценоза, но оказывающие решающее влияние на его образование и развитие (солнечная радиация, температура, влажность воздуха и почвы, ее плодородие и др.). Внутренние (эндогенные) факторы присущи самому агробиоценозу. Их можно разделить на две группы: биологические свойства растений, включающие комплекс особенностей на клеточном уровне (структура и содержание хлоропластов, устьичный аппарат, проводящая система листьев и т. д.) и на организменном (число листьев, соотношение надземной и подземной частей и архитектура растений) (Дубинина, 2017).

Целью исследований являлось установление генотипов озимой мягкой пшеницы с высокой устойчивостью листового аппарата растений к неблагоприятным факторам среды.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях модельной засухи

«засушник», где растения озимой пшеницы выращивали при оптимальном увлажнении 70% ПВ (контроль) и недостаточном увлажнении 30% ПВ и ниже (опыт), методом В. В. Маймистова (1984). Объектом исследований служили 12 образцов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Растения отбирали в фазы колошения, цветения, молочной и восковой спелости зерна. Определение площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза проводили по методике А. А. Ничипоровича (1955), определение сухого вещества растений озимой мягкой пшеницы – по методике под редакцией Б. П. Ягодина (1987). Математическую обработку данных производили по методу Б. А. Доспехова с применением программы Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Основную часть ассимиляционной поверхности посевов составляют листовые пластины растений, в которых осуществляется процесс фотосинтеза. Он может протекать и в других зеленых частях растений – осях, стеблях и т. п., но вклад этих органов в общий фотосинтез несколько меньше. Динамика площади листьев подчиняется определенной закономерности: с момента появления всходов площадь листьев начинает медленно увеличиваться, а затем темпы нарастают и к окончанию роста растений в высоту площадь листьев достигает максимальной величины за весь период вегетации (Громова и Костылев, 2018).

В наших исследованиях общая площадь листьев растений озимой пшеницы достигала своего максимума в фазу колошения как в условиях недостаточного, так и оптимального увлажнения.

Наибольшую площадь листовой поверхности в условиях модельной засухи (опыт) в фазу колошения сформировали сорта Зодиак и Юбилей Дона – 84,9 и 81,6 см² соответственно (табл. 1).

Максимальная площадь листьев, наблюдающаяся у растений озимой пшеницы в эту фазу, держится в посеве очень короткое время.

1. Изменение площади листьев главного побега озимой пшеницы при различной водообеспеченности **1. Change in leaf area of the main shoot of winter wheat plants with different water availability**

Образец	Площадь листьев в фазы вегетации, см ²					
	Фаза колошения		Фаза цветения		Фаза молочной спелости	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Донская степь	72,0	83,1	55,0	61,0	28,6	37,9
Юбилей Дона	81,6	87,7	76,8	80,8	43,6	55,2
1005/14	71,6	78,8	48,1	56,3	39,1	45,1
1074/14	65,3	74,3	43,5	52,4	35,7	41,9
Универ	59,6	66,8	33,6	44,8	29,7	40,7
Зодиак	84,9	90,7	65,9	72,8	42,5	48,0
Аскет	63,4	70,6	59,7	64,2	28,8	33,8
586/13	73,3	80,0	59,5	65,0	41,7	45,7
595/13	70,7	78,4	58,0	64,0	32,8	40,8
791/13	71,5	78,8	57,9	62,7	31,0	36,9
Нива Дона	68,0	73,5	32,8	40,3	24,6	39,9
Амбар	52,3	69,0	38,4	47,5	24,4	41,2
Стандартное отклонение	8,9	7,3	13,4	11,7	6,8	5,6

Начиная с фазы цветения, в опыте и в контроле происходило значительное уменьшение площади листьев, связанное с прекращением роста растений, пожелтением и постепенным отмиранием нижних стеблевых листьев. Это объясняется началом процесса реутилизации накопленных в них питательных веществ и естественным отмиранием листового аппарата. К фазе молочной спелости зерна (в условиях засухи) площадь листьев значительно уменьшилась, но максимальные ее значения зафиксированы у сортов Юбилей Дона (43,6 см²), Зодиак (42,5 см²) и у линии 586/13 (41,7 см²).

На растениях озимой пшеницы в фазу восковой спелости зерна как в опыте, так и в контроле зеленые листья отсутствовали. Таким образом, максимальные значения площади листьев в фазы колошения, цветения и молочной спелости зерна отмечены у сортов Юбилей Дона и Зодиак.

На образование сухого вещества большое влияние оказывает солнечная энергия. У озимой пшеницы тесной зависимости не отмечено, но известно, что определенной урожайности зерна отвечает определенный уровень общего сухого вещества биомассы (Маслова, 2018).

Большое значение в накоплении абсолютно сухого вещества имеет площадь листьев, которая определяет величину суточных приростов сухого вещества и в конечном счете урожайности.

С динамикой увеличения площади листовой поверхности тесно связаны показатели накопления сухого вещества по фазам вегетации.

К фазе колошения растения озимой пшеницы интенсивно формировали свою надземную массу. В эту фазу наибольшие значения сухой массы листьев в условиях недостаточной влагообеспеченности отмечены у сортов Юбилей Дона (391,1 г) и Зодиак (394,0 г) (табл. 2).

2. Изменение сухой массы листьев растений озимой пшеницы при различной водообеспеченности 2. Change in dry mass of leaves of winter wheat plants with different water availability

Образец	Сухая масса листьев в фазы вегетации, г							
	Фаза колошения		Фаза цветения		Фаза молочной спелости		Фаза восковой спелости	
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Донская степь	377,4	394,8	344,2	369,9	298,3	316,3	142,7	159,7
Юбилей Дона	391,1	406,0	382,8	394,5	349,6	357,1	191,5	211,5
1005/14	382,1	397,2	342,4	359,0	326,5	337,3	129,4	147,4
1074/14	375,5	395,0	339,2	359,3	309,4	328,3	109,8	122,8
Универ	297,5	370,4	262,5	333,2	201,6	317,1	100,4	122,8
Зодиак	394,0	408,0	373,0	387,8	341,8	353,5	220,2	238,2
Аскет	332,4	381,4	319,1	360,6	288,4	298,8	157,0	177,0
586/13	384,9	389,2	357,9	362,9	337,6	343,1	200,0	219,0
595/13	368,4	388,7	336,6	356,3	303,0	328,1	171,6	188,6
791/13	377,9	387,7	335,8	353,6	299,5	314,2	122,8	136,8
Нива Дона	373,6	382,1	255,6	321,8	228,3	253,5	104,9	126,9
Амбар	284,7	362,8	239,8	332,0	200,5	329,5	104,6	150,6
Стандартное отклонение	36,5	13,2	46,6	21,4	52,4	27,6	41,4	39,8

Наименьшее снижение сухой массы листьев растений среди изучаемых образцов от фазы колошения к фазе восковой спелости отмечено у образцов Юбилей Дона (на 152,4 г), Зодиак (на 173,8 г) и Аскет (на 175,4 г).

Для комплексной и правильной оценки фотосинтетической продуктивности листового аппарата растений озимой мягкой пшеницы используется показатель, который объединяет площадь листовой поверхности растений и продолжительность работы листового аппарата, – это фотосинтетический фотопотенциал (ФП), позволяющий судить о мощности ассимилирующей поверхности листьев растений в отдельные межфазные периоды и в целом за весь период вегетации (Кошкин и др., 2005).

При анализе фотосинтетического потенциала по фазам развития отмечены наилучшие его значения в условиях засухи: в фазу колошения – у линий 586/13 (0,310 млн м²/дн.), 595/13 (0,308 млн м²/дн.) и сорта Зодиак (0,303 млн м²/дн.) (табл. 3); в фазу цветения – 586/13 (0,158 млн м²/дн.), Зодиак (0,163 млн м²/дн.), Юбилей Дона (0,161 млн м²/дн.) и 595/13 (0,132 млн м²/дн.).

В фазу молочной спелости выделились образцы Юбилей Дона (0,095 млн м²/дн.), Зодиак (0,093 млн м²/дн.), 586/13 (0,092 млн м²/дн.), 595/13 (0,089 млн м²/дн.) и Аскет (0,087 млн м²/дн.).

Фотопотенциал растений озимой пшеницы в опыте был в пределах от 0,388 млн м²/дн. (1074/14) до 0,560 млн м²/дн. (586/13), а в контроле – от 0,501 млн м²/дн. (Аскет) до 0,738 млн м²/дн. (595/13).

Одним из главных факторов, определяющих площадь листьев и фотопотенциал посевов, является влагообеспеченность. Основной причиной изменчивости изучаемых показателей был именно водный режим растений (Некрасов и Ионова, 2018).

Наряду с размерами листовой поверхности и величинами фотосинтетических потенциалов общая фотосинтетическая продуктивность посева определяется и интенсивностью работы ассимиляционного аппарата. Кроме определенной интенсивности фотосинтеза, для оценки производительности работы фотосинтетического аппарата в полевых условиях широко используется величина чистой продуктивности фотосинтеза, получаемая путем деления величины общего урожая сухой массы на величину фотосинтетического потенциала и показывающая, сколько граммов сухого вещества накапливается за сутки в расчете на 1 м² листьев. Чистая продуктивность фотосинтеза находится в определенной отрицательной связи с развитием листовой поверхности. Условия водоснабжения оказывают большое влияние на интенсивность и чистую продуктивность фотосинтеза.

3. Изменение фотосинтетического потенциала растений в условиях различной водообеспеченности

3. Change in photosynthetic potential of winter wheat plants with different water availability

Образец	Фотосинтетический потенциал растений в фазы вегетации, млн м²/дн.						Общий фотосинтетический потенциал за период вегетации	
	колошение		цветение		молочная спелость			
	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Донская степь	0,225	0,316	0,117	0,170	0,081	0,124	0,423	0,610
Юбилей Дона	0,272	0,353	0,161	0,257	0,095	0,120	0,528	0,730
1005/14	0,258	0,373	0,095	0,179	0,083	0,108	0,436	0,660
1074/14	0,215	0,416	0,095	0,185	0,078	0,118	0,388	0,719
Универ	0,227	0,353	0,100	0,145	0,077	0,124	0,404	0,622
Зодиак	0,303	0,325	0,163	0,171	0,093	0,097	0,559	0,593
Аскет	0,241	0,354	0,131	0,159	0,087	0,132	0,459	0,501
586/13	0,31	0,332	0,158	0,153	0,092	0,111	0,560	0,596
595/13	0,308	0,347	0,132	0,259	0,089	0,132	0,529	0,738
791/13	0,256	0,353	0,088	0,219	0,088	0,124	0,412	0,696
Нива Дона	0,271	0,325	0,095	0,144	0,071	0,114	0,437	0,583
Амбар	0,212	0,327	0,123	0,173	0,071	0,120	0,406	0,620
Стандартное отклонение	0,04	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,06	0,07

Величина чистой продуктивности фотосинтеза растений озимой мягкой пшеницы при оптимальных условиях выращивания варьировала от 15,16 г/м²

в сутки (Зодиак) до 23,72 г/м² в сутки (Аскет), а в условиях засухи – от 13,08 г/м² в сутки (586/13) до 20,16 г/м² в сутки (1074/14) (рис. 1).

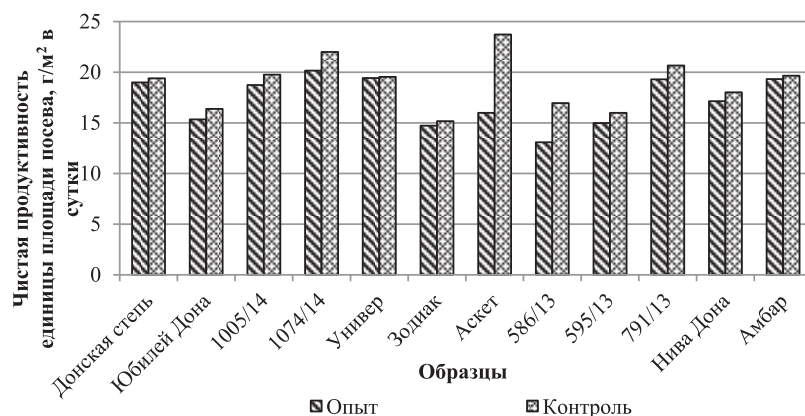


Рис. 1. Чистая продуктивность фотосинтеза при различной водообеспеченности

Fig. 1. Net productivity of photosynthesis with different water availability

Наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза растений за период вегетации (колошение – молочная спелость) в условиях недостаточного увлажнения установлена у образцов 1074/11 (20,16 г/м² в сутки), Универ (19,43 г/м² в сутки), Амбар (19,33 г/м² в сутки) и 791/13 (19,29 г/м² в сутки). При оптимальных условиях выращивания максимальная величина данного показателя отмечена у образцов Аскет (23,72 г/м² в сутки), 1074/14 (22,0 г/м² в сутки), 791/13 (20,66 г/м² в сутки).

Таким образом, определяющими факторами величин площади листьев, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза и сухой массы растений являются влагообеспеченность и устойчивость изучаемых генотипов к почвенной засухе.

Влагообеспеченность посевов озимой пшеницы оказала непосредственное влияние на величину этих показателей.

При оптимальном увлажнении площадь листьев, фотопотенциал, чистая продуктивность фотосинтеза и сухая масса растений увеличивались, а при недостаточном увлажнении значения снижались у засухоустойчивых образцов, таких как Юбилей Дона, Зодиак, Аскет и 586/13. Интенсивность снижения этих значений была меньшей, так как эти генотипы являются высоко засухоустойчивыми.

Статистическая обработка полученных результатов показала достаточно высокую корреляционную связь между изучаемыми показателями.

Высокая корреляционная связь отмечена между площадью листьев и сухой массой листьев рас-

тений в фазы колошение ($r = 0,86 \pm 0,08$), цветение ($r = 0,87 \pm 0,07$), молочная спелость зерна ($r = 0,85 \pm 0,08$).

Установлена средняя корреляционная связь фотосинтетического потенциала с площадью листьев в фазы колошения и цветения ($r = 0,69 \pm 0,29$), а также слабая – в фазу молочной спелости зерна ($r = 0,13 \pm 0,08$).

Между величиной чистой продуктивности фотосинтеза и сухой массой листьев растений наблюдается обратная корреляционная зависимость $r = -0,37 \pm 0,26$. Это объясняется тем, что в фотосинтезе у озимой мягкой пшеницы участвуют и другие ассимилирующие органы (стебель с влагалищами и колос), продукцию которых относят к фотосинтетической деятельности листьев, что для такой культуры, как пшеница, сильно искажает результаты.

Чистая продуктивность фотосинтеза находится в отрицательной связи с развитием листовой поверхности. Корреляционная связь чистой продуктивности с площадью листьев составляет $r = -0,43 \pm 0,24$, с фотосинтетическим потенциалом – $r = -0,93 \pm 0,04$.

Выводы. В результате проведенных исследований отмечены сорта Юбилей Дона, Зодиак и линия 586/13, которые за период вегетации (колошение – восковая спелость зерна) имели максимальные значения площади листьев (202,0; 193,3 и 174,5 см² соответственно), сухой массы листьев (1315,0; 1329,0 и 1270,4 г соответственно), фотосинтетического потенциала (1,056; 1,092 и 1,080 млн м²/дн. соответственно). По величине чистой продуктивности фотосинтеза в условиях опыта выделились образцы 1074/11 (20,16 г/м² в сутки); Универ (19,43 г/м² в сутки) и Амбар (19,33 г/м² в сутки).

Библиографические ссылки

1. Громова С. Н., Костылев П. И. Роль флагового листа и остей в формировании продуктивности озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 32–34.
2. Дубинина О. А. Устойчивость озимой пшеницы к основным стрессовым факторам окружающей среды и погодных условий // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1. С. 23–26.
3. Кошкин Е. И., Гатаулина Г. Г., Дьяков А. Б. и др. Частная физиология полевых культур. М.: Колос, 2005. 344 с.
4. Маслова Г. Я., Абреев М. Р. Влияние погодных условий на динамику накопления сухого вещества в зерне сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области // Кибер Ленинка. 2018. С. 57–60.
5. Некрасов Е. И., Ионова Е. В. Результаты изучения изменения массы 1000 зерен сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 52–55.
6. Подлесных Н. В. Фотосинтетическая деятельность посевов разных видов озимой пшеницы в условиях лесостепи Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 2(49). С. 19–29.

References

1. Gromova S. N., Kostylev P. I. Rol' flagovogo lista i ostep v formirovanii produktivnosti ozimoy pshenicy [The role of the flag leaf and awns in the formation of winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 32–34.
2. Dubinina O. A. Ustojchivost' ozimoy pshenicy k osnovnym stressovym faktoram okruzhayushchej sredy i pogodnyh uslovij [Winter wheat resistance to the main environmental stress factors and weather conditions] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 1. S. 23–26.
3. Koshkin E. I., Gataulina G. G., D'yakov A. B. i dr. CHastnaya fiziologiya polevyh kul'tur [Private physiology of field crops]. M.: Kolos, 2005. 344 s.
4. Maslova G. Ya., Abreev M. R. Vliyanie pogodnyh uslovij na dinamiku nakopleniya suhogo veshchestva v zerne sortov ozimoy pshenicy v usloviyah lesostepi Samarskoj oblasti [The effect of weather conditions on the dynamics of dry matter accumulation in the grain of winter wheat varieties in the forest-steppe of the Samara region] // Kiber Leninka. 2018. S. 57–60.
5. Nekrasov E. I., Ionova E. V. Rezul'taty izucheniya izmeneniya massy 1000 zeren sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah provokacionnogo fona "zasushnik" [The study results of the change in "1000 grains weight" of winter soft wheat varieties in the conditions of the provocative background "zasushnik"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 52–55.
6. Podlesnyh N. V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov raznyh vidov ozimoy pshenicy v usloviyah lesostepi Central'nogo Chernozem'ya [Photosynthetic activity of different types of winter wheat sown in the forest-steppe of the Central Chernozem] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 2(49). S. 19–29.

Поступила: 13.01.20; принята к публикации: 28.01.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Ионова Е. В. – концептуализация исследований; Газе В. Л. – анализ данных и их интерпретация; Лиховидова В. А. – выполнение лабораторных опытов, сбор данных и подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ХЛЕБОПЕКАРНОЕ КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМЫХ ТРИТИКАЛЕ, ПШЕНИЦЫ И РЖИ

Т. А. Горянина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, профессор Российской академии естествознания, tatyanaag@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6851-5938;

А. М. Медведев², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, ORCID ID: 0000-0001-7049-3104

¹Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова, 446253, Самарская обл., п. г. т. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41;

²Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»,

143026, Московская обл., Одинцовский район, р. п. Новоивановское, ул. Агрохимиков, 6; e-mail: mosniish@yandex.ru

Технологические и хлебопекарные свойства зерна тритикале определяли в лаборатории технолого-аналитического сервиса Самарского НИИСХ по стандартным, принятым в науке методикам. Исследованиями установлено, что по содержанию белка в зерне сорта тритикале превосходят озимую пшеницу на 0,7–1,2; рожь – на 3,0–4,4 абсолютных процента. В среднем за 5 лет содержание ВАК (водорастворимые антипитательные компоненты арабиноза и ксилоза) в сортах тритикале составило 1,01–1,37 мг · S. По годам отмеченный показатель в зависимости от погодных условий варьировал в пределах нормы – от 0,90–1,13 мг · S в 2016 г. до 1,01–1,59 мг · S в 2018 г. Выявлено, что сорта тритикале оказались лучше, чем сорта ржи и пшеницы, по содержанию клетчатки на 25,8%, а по количеству золы превосходили рожь на 0,37–0,39% и пшеницу на 0,28–0,48%. Показатель «число падения» (ЧП) новых сортов тритикале Арктур (179 с) и Спика (241 с) находился на одинаковом уровне с сортами озимой ржи (188–239 с). По признакам пористость (3,0–4,2 балла), вкус (4,0–4,5 балла) и эластичность хлеба (3–4 балла) сорта тритикале приближались к уровню пшеницы (соответственно 4,0; 4,4; 4,0 балла) и ржи (3,9–4,1; 4,5; 3,8–3,9 балла). Показатель объема хлеба из муки тритикале в целом был ниже, чем из муки пшеницы. Однако объем хлеба из муки зерна сорта Арктур и линии 97-67 Т6 П 20 в размере 424–427 см³ состоял на уровне сорта озимой ржи Антарес (426 см³). Исследованиями определено, что по количеству жира в зерне (1,60–1,90%) сорта озимой тритикале находятся на одном уровне с сортами озимой ржи (1,76%) и на 1,7–2,0 абсолютных процента превышают рожь по содержанию в зерне крахмала. В зерне озимой пшеницы, в отличие от зерна тритикале, формируется значительно больше крахмала (62,15%), чем жира (1,67%). Выявлено, что по содержанию сырого протеина в зерне сорта озимой тритикале в среднем имеют превосходство над сортом пшеницы Малахит на 0,7–1,2 и над сортами ржи – на 3,0–4,4%. При этом районированные в Самарской области сорта озимой пшеницы содержат в зерне 65–70% крахмала, 13–14% сырого протеина и 1,5–1,8% жира; озимой ржи – 60–65, 11–13 и 1,7–2,0% соответственно; озимой тритикале – 60–69, 14–16 и 1,6–2,0%. Новые сорта озимой тритикале, в сравнении со стандартным сортом Кроха (4,0 т/га), выделяются более высокой урожайностью со сбором зерна до 5 т/га.

Ключевые слова: тритикале, рожь, пшеница, сорт, хлеб, качество, белок, число падения.

Для цитирования: Горянина Т. А., Медведев А. М. Хлебопекарное качество зерна озимых тритикале, пшеницы и ржи // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 28–32. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-28-32



BAKING GRAIN QUALITY OF WINTER TRITICALE, WINTER WHEAT AND WINTER RYE

T. A. Goryanina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, professor of the Russian Academy of Natural Sciences, tatyanaag@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6851-5938;

A. M. Medvedev², Doctor of Agricultural Sciences, professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, ORCID ID: 0000-0001-7049-3104

¹Samarsky Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov, 446253, Samara region, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41;

²Federal Research Center "Nemchinovka",

143026, Moscow region, Odintsovsky district, v. of Novoivanovskoe, Agrokhimik Str., 6; e-mail: mosniish@yandex.ru

The technological and baking properties of triticale were determined in the laboratory of the technological and analytical service of the Samarsky Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov according to standard methods accepted in science. The study has established that protein percentage in the triticale varieties exceeds winter wheat varieties on 0.7–1.2, and rye on 3.0–4.4 absolute percent. On average over 5 years, the WAC content (water-soluble anti-nutritional components of arabinose and xylose) in the triticale varieties was 1.01–1.37 mg · S. Over the years, the indicator, due to the weather conditions, varied within the norm, from 0.90–1, 13 mg · S in 2016 to 1.01–1.59 mg · S in 2018. It was identified that the triticale varieties turned out to be better than rye and wheat varieties according to fiber content on 25.8%, and according to the amount of ash they exceeded the rye varieties on 0.37–0.39% and the wheat varieties on 0.28–0.48%. The "falling number" (FN) of the new triticale varieties "Arktur" (179 c) and "Spika" (241 c) were at the same level as the winter rye varieties (188–239 c). According to the traits "porosity" (3.0–4.2 points), "taste" (4.0–4.5 points) and "bread elasticity" (3–4 points), the triticale varieties were almost at the level of wheat (respectively 4.0; 4.4; 4.0) and at the level of rye (3.9–4.1; 4.5; 3.8–3.9 points). The volume of bread obtained from triticale flour as a whole was lower than that from wheat flour. However, the volume of bread (424–427 cm³) obtained from flour made from the grain of the variety "Arktur" and the line "97-67 T6 P 20" was at the level of the winter rye variety "Antares" (426 cm³). The study has determined that the winter triticale varieties are at the same level as the winter rye varieties (1.76%) in terms of oil amount in kernels (1.60–1.90%) and exceed rye in terms of starch content in kernels on 1.7–2.0 absolute percent. In winter wheat kernels, unlike triticale, there is formed much more starch (62.15%) than oil (1.67%). There has been identified that, on average, raw protein percentage in the winter triticale varieties exceeds the wheat variety "Malakhit" on 0.7–1.2, and the rye varieties on 3.0–4.4%. At the same time, the winter wheat varieties zoned in the Samara Region contain 65–70% of starch, 13–14% of raw protein, and 1.5–1.8% of oil in kernels; the winter rye varieties contain 60–65%, 11–13%, 1.7–2.0% respectively; the winter triticale varieties contain 60–69%, 14–16% and 1.6–2.0% respectively. The new winter triticale varieties are distinguished with higher grain yields (up to 5 t/ha) in comparison with the standard variety "Krokha" (4.0 t/ha).

Keywords: triticale, rye, wheat, variety, read, quality, protein, falling number.

Введение. Доля зерна в общих затратах на производство муки составляет 90–95%. Поэтому важно обеспечить максимальный выход готовой продукции и хорошее качество при минимальных затратах. Это возможно при условии использования современных методов, технологий и высокоэффективного научного оборудования (Егоров, 2012).

К основным продовольственным озимым культурам в Самарской области относятся пшеница и рожь. Однако зерно традиционных культур не обладает достаточной пищевой ценностью и не сбалансировано по основным питательным веществам. Социально-экономическая обстановка в стране требует увеличения производства высококачественного зерна. Озимая тритикале может ускорить решение этой сложной проблемы при качестве зерна, приближающемся к традиционным культурам, поэтому попытка использования зерна тритикале на хлеб считается важным научным направлением (Dyachuk et al., 2018).

Цель экспериментов – выявить технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов тритикале, пшеницы и ржи. В связи с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Определить технологические свойства зерна тритикале, пшеницы и ржи.
2. Выяснить перспективы использования муки из зерна тритикале для выпечки хлеба в чистом виде.
3. Установить возможность получения хлеба из тритикале, по качеству и вкусу мало уступающего традиционной продукции.

Материалы и методы исследований. Озимые культуры возделывали в 2014–2018 гг. на полях Самарского НИИ сельского хозяйства, расположенных в черноземной степи Заволжья, с использованием сортов и линий местной селекции. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднесиловый. В опыте изучали сорта озимой тритикале Кроха, Капелла, Слика, Арктур, перспективную линию 97-67 Т6 П 20; сорта озимой ржи Антарес, Безенчукская 87, Безенчукская 110; сорт озимой пшеницы Малахит. Качество зерна определяли по стандартным, принятым в научном сообществе, методикам. В исследованиях использовали ГОСТ Р 50436-92 (ИСО 950-79) (Зерновые. Отбор проб зерна), ГОСТ ISO 520-2014 (Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен), ГОСТ 34142-2017 (Мука тритикалевая. Технические условия). Пробную выпечку хлеба из муки тритикале проводили безопарным методом с интенсивным замесом теста с добавлением 2 мл 49%-й молочной кислоты по методике Всероссийского НИИ зерна.

Ржаной хлеб выпекали опарным способом на трехфазовой закваске, пшеничный хлеб – по стандартной технологии. Дисперсионный анализ осуществляли по методике Б. А. Доспехова (1985). Климатические условия 2014 с.-х. г. в целом оказались на уровне среднесреднегодных значений. Урожайность и качество зерна озимых культур были выше среднесреднегодных данных. В 2015 г. наблюдались атмосферная и почвенная засухи. Выявлено, что при дефиците влаги сбор зерна и его качество оказались значительно ниже среднесреднегодных показателей. В 2016 г. также отмечен недостаток влаги в летний период (63,9 мм при среднесреднегодной норме 91,6 мм), однако сбор зерна озимых культур оценен как повышенный, хотя качество зерна отнесено к среднему уровню. В мае и июне 2017 г. отмечена пониженная температура воздуха – на 1,4–3,1 °С ниже среднесреднегодных данных. Повышенный температурный режим наблюдали также в марте и августе (+1,5...+2,5 °С от нормы). В этих условиях получена достаточно высокая урожайность зерна озимых культур с удовлетворительным качеством. В 2018 г. гидротермический коэффициент за период май – июнь составил 0,21 (засуха сильной интенсивности), что отрицательно отразилось на урожайности озимых культур. Сбор зерна оказался близким к уровню среднесреднегодных показателей при качестве зерна озимых пшеницы, ржи и тритикале, соответствующем средним многолетним значениям.

Результаты и их обсуждение. Исследованиями 2014–2018 гг. определено, что на неудобренном фоне с использованием черного пара урожайность сортов тритикале составила 4,0–4,8 т/га, что на 0,5 т/га выше, чем у сорта озимой пшеницы Малахит, и на 0,1–0,8 т/га ниже, чем у сортов озимой ржи (табл. 1). Зерно тритикале в указанные годы сформировалось достаточно крупным: масса 1000 зерен (36,7–44,5 г) оказалась выше, чем у озимой ржи (26,4–28,8 г) и озимой пшеницы (39,4 г).

Зерно озимых культур отличалось повышенным содержанием крахмала и жира. В целом крахмал имеет важное значение в получении высококачественного хлеба (Горянина, 2011). Крахмал тритикале по величине относительной вязкости близок к пшеничному (Корякина и др., 2012). Нашими исследованиями установлено, что по содержанию жира в зерне (1,60–1,99%) сорта тритикале находятся на одном уровне с сортами ржи (1,76%) и на 1,7–2,0% превышают рожь по качеству крахмала. В зерне пшеницы, в отличие от зерна тритикале, формируется больше крахмала (62,1%), но меньше жира (1,67%).

1. Урожайность и качество зерна сортов озимых культур (2014–2018 гг.) 1. Productivity and quality of winter crop varieties (2014–2018)

Сорт	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Число падения, с	Белок, %	Крахмал, %	Жир, %	5-алкил-резорцинолы, мг/100 г	Пентозаны, мг · S	Клетчатка, %	Зола, %
Кроха, ст.	4,0	36,7	99	14,8	60,9	1,99	55,9	1,37	3,40	1,73
Капелла	4,1	43,7	82	14,7	61,1	1,60	52,7	1,18	3,73	1,76
Слика	4,6	42,7	241	14,8	60,3	1,79	54,8	1,01	3,35	1,86
Арктур	4,7	41,3	179	15,2	59,5	1,92	53,2	1,11	4,09	1,80
97-67 Т6 П 20	4,8	44,5	143	15,0	60,3	1,63	52,5	1,26	3,64	1,66
Антарес	4,9	28,8	239	12,2	59,3	1,95	83,3	2,55	2,55	1,47
Безенчукская 87	4,9	27,9	188	12,2	59,4	1,54	71,4	2,26	2,69	1,39
Безенчукская 110	4,8	26,4	216	10,3	57,3	1,80	72,9	2,55	2,81	1,29
Малахит	3,5	39,4	271	14,0	62,1	1,67	43,0	1,02	2,70	1,38
НСР ₀₅	–	3,83	87,1	1,64	–	–	9,44	0,32	0,84	0,23
P*	1,59*	26,9*	5,89*	2,48*	0,95	0,87	31,19*	35,44*	3,03*	7,00*

Содержание белка в зерне является одним из основных показателей, с которым тесно связана питательная ценность хлеба, его технологические и мукомольно-хлебопекарные свойства (Кравченко и др., 2018). По данным Аленина и др. (2017), качество белка в зерне тритикале находится на уровне 14,0–17,7%, что на 1,1–5,6% выше, чем у ржи, и на 1,2–4,4% выше, чем у пшеницы. Сорта тритикале по содержанию белка превосходили пшеницу на 0,7–1,2% и рожь – на 3,0–4,4%.

В некоторых источниках указывается, что в оболочках эндосперма пшеницы, ржи и тритикале находится много пентозанов, полисахаридов и клетчатки (Егоров, 2002). При выпечке хлеба водорастворимые пентозаны имеют положительное значение, улучшая качество мякиша, выполняя роль клейковинных белков (Гончаренко, 2017). Нами определено, что содержание водорастворимых арабинозы и ксилозы (БАК) в сортах тритикале составляет 1,01–1,37 тр · S. Но в разрезе лет в зависимости от климатических условий указанный показатель варьирует от 0,90 до 1,13 тр · S в 2016 г. и от 1,01 до 1,59 тр · S в 2018 г. (норма – 1,5–2,0). В среднем к низкопентозановым можно отнести новые сорта Слика, Арктур и Капелла (1,01–1,18 тр · S). Содержание пентозанов в зерне ржи колебалось от 2,07 до 2,60 тр · S в 2016 г. и от 2,51 до 2,79 тр · S в 2017 г., в зерне – от 0,86 до 1,16 тр · S.

Клетчатка необходима человеку как фактор, нормализующий пищеварение. По содержанию указанного элемента в зерне сорта тритикале на 25,8% превосходят сорта ржи и пшеницы. По количеству в зерне золы сорта тритикале на 0,37–0,39% превышают сорта ржи и на 0,28–0,48% пшеницу Малахит.

Для оценки потенциала зерна злаковых культур наиболее актуально изучение компонентного состава и физико-химических свойств некрахмальных полисахаридов и вторичных метаболитов, в частности алкилированных производных резорцина (алкилрезорцина). 5-алкил-резорцинолы – эссенциальные нутриенты зерна фенольной природы (алкилированные производные резорцина). Содержание таких соединений в зерне ржи колеблется в пределах от 132 до 717 мг/кг. К генотипам с высоким содержанием относятся сорта, у которых в зерне свыше 500 мг/кг 5-алкил-резорцинолов. Алкилированные производные резорцина проявляют антибактериальное действие, подавляют развитие патогенных бактерий, таких как *Mycobacterium smegmatis*, *Mycobacterium tuberculosis* (Конярев, 1974;

Козубек и Таймэн, 1999). Доказаны антибактериальная активность 5-алкил-резорцинолов и их действие на некоторые виды патогенных грибов. В качестве медицинских препаратов они применяются для профилактики и лечения ожирения и злокачественных новообразований.

При низких концентрациях 5-алкил-резорцинолов (до 20 мг/кг) наблюдается активный рост дрожжей, они увеличивают высоту подъема дрожжевого теста. Однако высокие концентрации резорцинолов угнетают рост дрожжевых клеток (Быченкова и др., 2005).

Увеличение количества колоний дрожжей прямо пропорционально повышению концентрации 5-алкил-резорцинолов ($r = 0,834$). Более высокие концентрации этих веществ оказывают угнетающее действие на хлебопекарные дрожжи, вплоть до их гибели (Козубек, 1999).

Исследованиями выявлено существенное варьирование содержания в зерне озимых культур 5-алкил-резорцинолов. В сортах тритикале отмеченный показатель колеблется от 42,7 до 49,3 мг/100 г зерна в 2014 г. и от 51,9 до 65,3 мг/100 г в 2015 г. В зерне пшеницы количество 5-алкил-резорцинолов оказалось значительно меньше (31,6–46,5 мг/100 г) по сравнению с зерном тритикале. Наиболее высокое содержание указанных фенольных соединений липидов выявлено в зерне ржи (73,1–104,5 мг/100 г), что, по мнению А. А. Гончаренко (2017), отрицательно влияет на качество зерна и хлеба из тритикале.

В исследованиях хлебопекарных качеств зерна в 2005–2009 гг. (Горянина, 2011) показатель «число падения» у стандартного сорта тритикале Кроха (99 с) был ниже, чем у пшеницы (180,5 с) и ржи (124,5 с). У новых сортов озимой тритикале показатель ЧП (179–241 с) и активность амилалитических ферментов оказались значительно ниже, чем у старого сорта-типа культуры. Наибольшая величина ЧП в 2014–2018 гг. выявлена у пшеницы Малахит (271 с). Сорта озимой тритикале Арктур (179 с) и Слика (241 с) по отмеченному признаку находились на одном уровне с сортами ржи (188–239 с).

Наименьшее число падения выявлено у сортов Кроха (99 с) и Капелла (82 с). Из-за повышенной активности амилалитических ферментов хлеб из зерна указанных сортов выглядел расплывчатым, мякиш был незластичным, заминающимся, липким, пористость – неравномерная и грубая. У сортов Кроха и Капелла объем хлеба низкий, вкус неоптимальный (табл. 2).

2. Хлебопекарные качества зерна озимых культур (2014–2018 гг.)

2. Baking properties of winter crop varieties (2014–2018)

Сорт	Пористость, балл	Вкус, балл	Эластичность, балл	Объем хлеба, см ³
Кроха, ст.	3,2	4,2	3,3	401
Капелла	3	4	3	376
Слика	3,3	4,2	3,3	405
Арктур	4,2	4,5	4	427
97-67 Т6 П 20	3,8	4,4	3,9	424
Антарес	4	4,5	3,9	426
Безенчукская 87	3,9	4,5	3,8	477
Безенчукская 110	4	4,5	3,9	443
Малахит	3,9	4,4	4	674
НСР ₀₅ Р*	0,74 3,02*	– 1,62	0,82 2,35*	88,74 8,03

Определено, что тесто из муки сорта тритикале Спика плохо поднимается, активность амилазотических ферментов в муке и объем хлеба пониженные. Готовый хлеб обладает слабо выраженным ароматом, бледной коркой, он быстро черствеет. Хлебопекарной оценкой установлено, что показатели пористость хлеба (3–4,2 балла), его вкус (4–4,5 балла) и эластичность (3–4 балла) сортов тритикале близки к пшеничным (4,0; 4,4; 4,0 балла соответственно) и ржаным (3,9–4,0; 4,5; 3,8–3,9 балла соответственно). Объем хлеба из муки тритикале оказался ниже пшеничного, однако у нового сорта Арктур и линии 97-67 Т6 П 20 (объем хлеба – 424–427 см³) органолептические показатели приближались к уровню озимой ржи Антарес (426 см³). По сравнению с исследованиями 2005–2009 гг. (Горянина, 2011) хлеб из муки зерна новых сортов тритикале оказывается вкуснее и более высоким в объеме. Результаты опытов установлено, что сорта тритикале Кроха и Капелла являются более кормовыми, чем хлебными (Горянина, 2017).

В 2017 г. Самарский НИИСХ совместно с Московским НИИСХ «Немчиновка» передали на госу-

дарственное испытание высокопродуктивный, короткостебельный сорт озимой тритикале Арктур для использования зерна на продовольственные цели. Сорт выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции F₃ Гермес х Авангард с многократным улучшением в последующих поколениях. Урожайность зерна сорта Арктур в конкурсном испытании Самарского НИИСХ составила 5,6 т/га, что на 1,0 т/га выше, чем у стандарта Кроха. Содержание сырого протеина равнялось 13,8% (у стандарта – 12,8%); число падения составило 184 с (у стандарта – 94 с); объемный выход хлеба – 438 см³ (у стандарта – 308 см³).

Выводы. По качеству зерна и муки современные сорта тритикале приближаются к сортам озимой ржи и пшеницы. Органолептические показатели хлеба сортов тритикале оказались на одном уровне с пшеничными и ржаными. По хлебопекарным свойствам выделяются новый сорт Арктур и линия 97-67 Т6 П 20. Применение тритикале в хлебопекарном производстве позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности.

Библиографические ссылки

1. Аленин П. Г., Кухарев О. Н., Кшникаткин С. А. Ресурсосберегающие адаптивные приемы и технологии возделывания зерновых культур // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2(38). С. 6–14. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.
2. Быченкова В. В., Иванов Е. Л., Кузнецова Л. И., Афанасьева О. В. Влияние 5-алкилрезорцинов на развитие и активность дрожжевых клеток // Хранение и переработка сельхозсырья. 2005. № 7. С. 39–40.
3. Гончаренко А. А. Современные возможности улучшения качества зерна озимой ржи методами селекции // Селекция и насиниство. 2011. Вып. 100. С. 24–36.
4. Горянина Т. А. Сорта озимой тритикале на зернофураж в Среднем Поволжье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5(67). С. 42–44.
5. Горянина Т. А. Технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов тритикале в сравнении с озимой пшеницей и озимой рожью // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 30–32.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Дьячук Т. И., Кибкало И. А., Поминов А. В. и др. Перспективные линии в селекции тритикале для условий Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 39–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-39-43.
8. Козубек А., Тайман И. Н. Р. Резорциновые липиды, природные не изопреноидные фенольные амфифилы и их биологическая активность // Chem. Reviews. 1999. № 99. С. 1–26.
9. Конарев В. Г. Каталог образцов ржи из мировой коллекции ВИР с характеристикой содержания белка и незаменимых аминокислот. Л.: ВИР, 1974. Вып. 137. 116 с.
10. Корякина С. Я., Кузнецова Е. А., Черепнина Л. В. Технология хлеба из цельного зерна тритикале: монография. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2012. 177 с.
11. Кравченко Н. С., Лиховидова В. А., Скрипка О. В. Качество зерна и засухоустойчивость сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 52–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-52-56-1.

References

1. Alenin P. G., Kuharev O. N., Kshnikatkin S. A. Resursosberegayushchie adaptivnye priyomy i tekhnologii vozdelvaniya zernovykh kul'tur [Resource-saving adaptive methods and technologies for grain crops cultivation] // Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skhozaystvennoy akademii. 2017. № 2(38). S. 6–14. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.
2. Bychenkova V. V., Ivanov E. L., Kuznecova L. I., Afanas'eva O. V. Vliyaniye 5-alkilrezorcinolov na razvitiye i aktivnost' drozhzhevykh kletok [The effect of 5-alkylresorcinol on the development and activity of yeast cells] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2005. № 7. S. 39–40.
3. Goncharenko A. A. Sovremennyye vozmozhnosti uluchsheniya kachestva zerna ozimoy rzhii metodami selektsii [Modern opportunities to improve the quality of winter rye grain by breeding methods] // Selekcija i nasinnictvo. 2011. Vyp. 100. S. 24–36.
4. Goryanina T. A. Sorta ozimoy tritikale na zernofurazh v Srednem Povolzh'e [Winter triticale varieties for grain fodder in the Middle Povolzhie] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 5(67). S. 42–44.
5. Goryanina T. A. Tekhnologicheskie i hlebopekarnyye svoystva zerna sortov tritikale v sravnenii s ozimoy pshenicej i ozimoy rozh'yu [Technological and baking properties of triticale grains in comparison with winter wheat and winter rye] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 12. S. 30–32.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
7. D'yachuk T. I., Kibkalo I. A., Pominov A. V. I dr. Perspektivnyye linii v selekcii tritikale dlya uslovij Povolzh'ya [Promising lines in the triticale breeding for the conditions of Povolzhie] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 39–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-39-43.
8. Kozubek A., Tajmen I. N. P. Rezorcinovye lipidy, prirodnye ne izoprenoidnye fenol'nye amfifily i ih biologicheskaya aktivnost' [Resorcinol lipids, natural non-isoprenoid phenolic amphiphiles and their biological activity] // Shem. Reviews. 1999. № 99. S. 1–26.

9. Konarev V. G. Katalog obrazcov rzhi iz mirovoj kolekcii VIR s harakteristikoj sodержaniya belka i nezamenimyh aminokislot [The catalog of rye samples from the world collection of VIR with the characteristic of protein and essential amino acids content]. L.: VIR, 1974. Vyp. 137. 116 s.

10. Koryachkina S. Ya., Kuznecova E. A., Cherepnina L. V. Tekhnologiya hleba iz cel'nogo zerna tritikale: monografiya [Technology of whole grain triticale bread]. Orel: FGBOU VPO "Gosuniversitet UNPK", 2012. 177 s.

11. Kravchenko N. S., Lihovidova V. A., Skripka O. V. Kachestvo zerna i zasuhoustojchivost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Grain quality and drought tolerance of winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 52–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-52-561.

Поступила: 22.02.19; принята к публикации: 09.07.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Медведев А. М. – концептуализация исследований, подготовка рукописи; Горянина Т. А. – анализ данных и их интерпретация, выполнение лабораторных опытов, сбор данных и подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.34:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36

ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ КОЛЛЕКЦИИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

К. Н. Хабибуллин, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

М. В. Скулова, агроном, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Представлены результаты исследований по оценке адаптивности продуктивности растений 131 коллекционного образца гороха посевного в условиях южной зоны Ростовской области, проводимой по методике, предложенной В. В. Хангильдиным (1984). Большинство методик по агроэкологическим оценкам имеют существенные недостатки. Во-первых, сложность проведения расчетов. Во-вторых, влияние показателей других образцов на конечный показатель гомеостатичности по выбранному образцу, что имеет существенное значение в работе с большим количеством образцов, а это как раз относится к коллекции, которая имеет ежегодно обновляющийся и бракующийся материал, поэтому в случае изменения состава коллекционного питомника нет необходимости перерасчета параметров гомеостатичности по методике, предложенной В. В. Хангильдиным. Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью погодных условий, что позволило объективно оценить образцы в разных условиях вегетации. На основании проведенных исследований в 2017–2019 гг. выделены следующие образцы с высокой массой семян с растения: Татьяна (Россия), Дамир (Дания), 19/91 С (Португалия), Мутант 561 (Россия), Кудесник (Белоруссия). Показатели стрессоустойчивости и гомеостатичности по продуктивности у данных сортов были на уровне среднего по коллекции. Наибольшая гомеостатичность данного показателя была у образцов 193/73 (Украина), 6995x6575 (Россия) при массе семян с растения на уровне среднего по коллекции. Результаты исследований на гомеостатичность показателя продуктивности образцов коллекции гороха будут использованы как исходный материал в дальнейшей селекционной работе.

Ключевые слова: горох, коллекция, продуктивность, гомеостатичность, вариация, стрессоустойчивость.

Для цитирования: Хабибуллин К. Н., Ашиев А. Р., Скулова М. В. Оценка адаптивности продуктивности растений коллекции гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 33–36. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-33-36



THE ESTIMATION OF THE ADAPTABILITY OF COLLECTION PEA PLANTS PRODUCTIVITY

K. N. Khabibullin, postgraduate, junior researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

A. R. Ashiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

M. V. Skulova, agronomist, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703

Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3

The current paper has presented the study results of the estimation of the adaptability of plant productivity of 131 collection pea samples in the southern zone of the Rostov region, carried out according to the method proposed by V. V. Khangildin (1984). The most agroecological methodologies of estimation have significant drawbacks. Firstly, these are calculations, which are difficult to be done. Secondly, it is the effect of the indicators of other samples on the final index of homeostaticity for the selected sample. The fact is essential when working with a large number of samples, i. e. collection, which has defective and annually updated material and if the composition of the collection changes, it is not necessary to recalculate homeostatic parameters according to the method proposed by V. V. Khangildin. Meteorological conditions during the years of research were characterized with unstable weather conditions, which made it possible to objectively evaluate samples under different vegetation conditions. According to the 2017–2019 studies there were identified the samples "Tatyana" (Russia), "Damir" (Denmark), "19/91 C" (Portugal), "Mutant 561" (Russia), "Kudesnik" (Belarus) with a large "seed weight per plant". The indicators of stress resistance and homeostaticity of these varieties' productivity were average for the collection. The greatest homeostaticity of this indicator was identified in the samples "193/73" (Ukraine), "6995x6575" (Russia) with the average "seed weight per plant" for the collection. The study results of the homeostaticity of the collection pea plants productivity will be used as initial material in further breeding work.

Keywords: peas, collection, productivity, homeostaticity, variation, stress resistance.

Введение. С интенсификацией животноводства возник острый дефицит белка в кормах, что стало причиной неудовлетворительного состояния данной отрасли (Жученко, 2009).

Основным решением этой проблемы является возделывание высокобелковых культур. Высоким содержанием белка отличаются зернобобовые культуры, одним из представителей которых является горох, имеющий наибольшее распространение в Ростовской области. Посевные площади гороха в области в 2018 г. были 134,7 тыс. га, что составляет 9,4% от всей пло-

щади, занимаемой под данной культурой в России (ЕМИСС государственная статистика).

За годы интенсивной селекции гороха селекционерами нашей страны и за рубежом созданы формы и сорта с уникальными признаками: усатым листом, детерминантным типом стебля, неосыпаемостью семян и другими хозяйственно ценными признаками (Давлетов, 2008).

Большинство новых сортов гороха имеют высокую продуктивность. Реализация сдерживается из-за их низкой гомеостатичности и адаптивности к биоти-

ческим и абиотическим факторам среды (Лаханов, 1999). Адаптивные сорта обеспечивают стабильную продуктивность в разных условиях возделывания. В то же время об адаптивных свойствах сорта можно судить не только по экологической пластичности урожайности (Рыбась и Гуреева, 2014; Вождова и Кравченко, 2014), но и по гомеостатичности качества зерна (Кравченко и Ионова, 2015).

Одной из основных задач, стоящих перед селекционерами данной культуры, является создание оптимального генотипа растений, способного стабильно реализовывать свой потенциал и при этом реагировать на изменение условий возделывания (Жученко, 2012).

В связи с этим возникает потребность в разносторонней оценке селекционного материала, в том числе и по адаптивным качествам урожайности в конкретных математических выражениях (Игнатьев, 2019).

Для определения показателя гомеостатичности в наших исследованиях использована методика, предложенная В. В. Хангильдиным (1984). Большинство методик по агроэкологическим оценкам имеют существенные недостатки. Во-первых, сложность проведения расчетов. Во-вторых, влияние показателей других образцов на конечный показатель гомеостатичности по выбранному образцу, что имеет существенное значение в работе с большим количеством образцов, а это как раз относится к коллекции, которая имеет ежегодно обновляющийся и бракующийся материал, поэтому в случае изменения состава коллекционного питомника нет необходимости перерасчета параметров гомеостатичности по методике, предложенной В. В. Хангильдиным.

Целью наших исследований являлось изучение семенной продуктивности коллекционных образцов гороха различного эколого-географического происхождения; определение их гомеостатичности, генетической гибкости, селекционной ценности и выделение перспективного исходного материала для дальнейшого использования в селекционном процессе.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Условия возделывания характеризуются умеренно жарким климатом недостаточного увлажнения со среднегодовой годовой температурой воздуха 8,9 °С, суммой температуры воздуха свыше 10–3304 °С; сумма осадков за год – 474–500 мм, из них в теплое время года – 290–300 мм (2013).

Изучение коллекции гороха проводили в 2017–2019 гг. в соответствии с методическими указаниями ВИР им. Н. И. Вавилова (1975), методикой государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур и методикой полевого опыта (1985).

Предшественник – озимый ячмень. Посев коллекционных образцов проводили в третьей декаде марта сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га и с шириной междурядий 15 см. Делянки – семирядковые. Площадь делянки – 5 м². Повторность – однократная. Учетная площадка – 0,25 м². Уборку проводили прямым комбайнированием селекционным комбайном Wintersteiger Classic.

Объектами исследований служили 131 образец гороха посевного из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова отечественной и зарубежной селекции.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2012). При определении гомеостатичности (H_{om}) продуктивности образцов гороха учитывали и следующие параметры: стрессоустойчивость ($x_{lim} - x_{opt}$), генетическую гибкость ($(x_{opt} + x_{lim})/2$), коэффициент вариации (V_c , %), селекционную ценность ($S_c = x(x_{lim}/x_{opt})$).

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что

позволило объективно оценить образцы на гомеостатичность.

Погодно-климатические условия 2017 г. оказались благоприятными для вегетации гороха. Гидротермический режим апреля характеризовался избыточным увлажнением (ГТК = 2,68), большим количеством осадков – 57,3 мм (превышение среднегогодового на 34,2%) на фоне средних температур 10,1 °С (91,6% от среднего многолетнего).

Май (ГТК = 1,20) был достаточно влажным, средняя температура воздуха составляла 15,9 °С, что на 0,5 °С ниже, или 96,4% от среднегогодовой. Осадки мая (69,7 мм) составили 135,9% от нормы.

Температура воздуха в июне незначительно превышала (на 0,3 °С, или на 1,4%) среднегогодовой показатель (20,5 °С). Выпавшие осадки (88,6 мм) сформировали гидротермический режим с достаточным увлажнением.

В 2018 г. погодно-климатические условия для вегетации гороха складывались крайне неблагоприятно, характеризовались как остродефицитные. Метеоусловия марта для проведения посева гороха в оптимальные календарные сроки сложились неблагоприятно из-за низких температур и осадков, вследствие чего посев гороха был смещен на первую декаду апреля.

Апрель характеризовался малым количеством осадков (9 мм, что значительно ниже среднегогодового показателя – 42,7 мм), что привело к затягиванию появления всходов гороха. Температура воздуха в мае значительно превышала (на 2,7 °С) среднегогодовой показатель (16,5 °С). Выпавшие осадки в количестве 12,7 мм (при среднегогодовой норме 51,3 мм) сформировали гидротермический режим с недостаточным увлажнением.

В июне температура воздуха составила 23,9 °С, превысив среднегогодовой показатель на 3,4 °С. Количество осадков, выпавших в июне, составило 4,2 мм, что значительно ниже среднегогодового показателя (71,3 мм).

Весна 2019 г. характеризовалась теплой влажной погодой в марте и мае и с небольшим недобором осадков в апреле. Условия для посева ярового гороха были вполне благоприятными, так как почва была увлажненная, осадки выпали с превышением среднегогодовой нормы. За весну выпало 149,1 мм осадков, что больше средней многолетней нормы на 18,1 мм, в том числе в марте – 58 мм (при среднегогодовой норме 37,0 мм), в апреле – 27,2 мм (при среднегогодовой 51,3 мм) и в мае – 63,9 мм (при среднегогодовой 51,3 мм). Среднесуточная температура воздуха за весну составила 12,1 °С, в том числе в марте – 5,0 °С, апреле – 11,3 °С, мае – 20,0 °С. Лето было сухое и жаркое. Вследствие этого недобор по количеству выпавших осадков составил 95,8 мм (при норме 174,2 мм). В июне количество осадков составило 10,8 мм (при норме 71,3 мм), температурный режим был выше среднегогодовых данных на 2,2 °С. Максимальная температура воздуха была 37,9 °С, на поверхности почвы – 65 °С.

Результаты и их обсуждение. Для селекции на продуктивность представляют интерес образцы, имеющие высокую массу семян с одного растения. Из 131 образца коллекции гороха за период 2017–2019 гг. достоверное превышение по признаку «масса семян с одного растения» было выявлено у 21 образца, обладающих рядом положительных хозяйственно ценных признаков. Анализ оценки продуктивности у данных коллекционных образцов показал, что масса семян с растения в среднем за годы исследований составила 4,64 г (табл. 1) с диапазоном от 3,71 г (Аксакийский усатый 5, Россия) до 5,24 г (Татьяна, Россия).

1. Параметры адаптивности коллекционных образцов гороха по массе семян с растения (2017–2019 гг.)
1. Parameters of adaptability of collection pea samples according to "seed weight per plant" (2017–2019)

Сорт, линия	Масса семян с одного растения, г				Стрессо-устойчи-вость	Генети-ческая гибкость	Коеф. вариации, V_c , %	Селек-ционная ценность	Гомео-статич-ность
	годы			В среднем					
	2017	2018	2019						
Аксацкий усатый 5, ст.	6,20	2,78	2,15	3,71	–4,05	4,17	58,74	1,29	1,56
Нја 51824 (Финляндия)	8,80	2,70	1,58	4,36	–7,22	5,19	89,12	0,78	0,68
157/73 (Украина)	6,90	3,65	2,65	4,40	–4,25	4,78	50,50	1,69	2,05
Льговский 288 (Россия)	8,20	2,20	2,81	4,40	–6,00	5,20	74,99	1,18	0,98
Полет (Беларусь)	8,08	4,00	1,23	4,44	–6,85	4,65	77,67	0,68	0,83
Триумф (Россия)	8,90	2,35	2,09	4,45	–6,81	5,49	86,78	1,04	0,75
193/73 (Украина)	6,59	4,20	2,58	4,46	–4,01	4,59	45,26	1,74	2,46
6995x6575 (Россия)	6,89	3,63	3,18	4,57	–3,71	5,03	44,33	2,11	2,78
Явир (Сербия)	7,70	4,06	1,95	4,57	–5,75	4,82	63,65	1,16	1,25
Дамир 3 (Дания)	7,81	3,07	2,86	4,58	–4,95	5,33	61,12	1,68	1,51
Л.147/2000 (Россия)	10,10	2,60	1,08	4,59	–9,02	5,59	92,34	0,49	0,48
Ватан (Россия)	8,40	2,43	3,07	4,63	–5,97	5,41	70,74	1,34	1,10
Аванс (Россия)	9,60	2,03	2,49	4,71	–7,57	5,82	90,17	1,00	0,69
Аз-97-775 (Россия)	8,80	2,64	2,85	4,76	–6,16	5,72	73,42	1,43	1,05
Демос (Россия)	7,70	1,97	4,81	4,83	–5,73	4,83	59,36	1,23	1,42
6995x7014 (Россия)	9,10	2,13	3,34	4,86	–6,97	5,62	76,68	1,14	0,91
Кудесник (Беларусь)	8,10	4,10	2,41	4,87	–5,69	5,26	60,00	1,45	1,43
Мутант 561 (Россия)	9,10	2,90	2,70	4,90	–6,40	5,90	74,26	1,45	1,03
19/91 С (Португалия)	10,1	2,80	1,87	4,92	–8,23	5,99	91,55	0,91	0,65
Дамир (Дания)	10,4	3,00	2,25	5,22	–8,15	6,32	86,35	1,13	0,74
Татьяна (Россия)	10,2	1,65	3,87	5,24	–8,55	5,92	84,67	0,85	0,72
Среднее	8,46	2,90	2,56	4,64	–	–	–	–	–
Ст. откл.	1,23	0,77	0,85	0,33	–	–	–	–	–

По показателю «масса семян с одного растения» выделены следующие образцы: Татьяна (Россия) – 5,24 г, $V_c = 84,7\%$; Дамир (Дания) – 5,22 г, $V_c = 86,4\%$; 19/91 С (Португалия) – 4,92 г, $V_c = 91,55\%$; Мутант 561 (Россия) – 4,90 г, $V_c = 74,3\%$; Кудесник (Белоруссия) – 4,87 г, $V_c = 60,0\%$.

Высокую селекционную ценность показали образцы 6995x6575 (Россия) – 2,11 и 193/73 (Украина) – 1,74, на что указывает высокий показатель стрессоустойчивости (–3,71 и –4,01) и низкий коэффициент вариации ($V_c = 44,3\%$ и $V_c = 45,3\%$ соответственно).

Генетическая гибкость отражает среднюю продуктивность в контрастных условиях выращивания. Чем выше степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды, тем выше этот показатель. В наших исследованиях максимальные значения генетической гибкости имели образцы Мутант 561 (Россия) – 5,90; Татьяна (Россия) – 5,92; 19/91С (Португалия) – 5,99; Дамир (Дания) – 6,32.

В результате исследований наибольшие значения гомеостатичности по продуктивности семян с расте-

ния отмечены у образцов 6995x6575 (Россия) – 2,78 и 193/73 (Украина) – 2,46 при массе семян с растения на уровне среднего по коллекции.

Выводы. Изучение коллекции гороха посевного в условиях южной зоны Ростовской области выявило разнообразие реакции продуктивности растений коллекционных образцов на погоднo-климатические условия вегетации, выраженной в показателях адаптивности продуктивности.

В 2017–2019 гг. исследований были выделены образцы с высокой массой семян с растения, а именно Татьяна (Россия) и Дамир (Дания), и наибольшей гомеостатичностью показателя массы семян с растения – 6995x6575 (Россия) и 193/73 (Украина). Показатели гомеостаза и устойчивости к стрессу у данных сортов были на уровне среднего по коллекции. Результаты исследований на гомеостатичность показателя продуктивности образцов коллекции гороха будут использованы как исходный материал в дальнейшей селекционной работе.

Библиографические ссылки

1. Вожжова Н. Н., Кравченко Н. С. Экологическая пластичность сортов озимой мягкой пшеницы по показателю «общая хлебопекарная оценка» // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 22–26.
2. Давлетов Ф. А. Селекция неосыпающихся сортов гороха в условиях Южного Урала. Уфа: Гилем, 2008. 236 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
4. ЕМИСС государственная статистика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru>.
5. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. Т. III. Особенности реализации стратегии адаптивной интенсификации растениеводства в условиях России. М.: Агрорус, 2009. 960 с.
6. Жученко А. А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации. М., 2012. 584 с.
7. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. I. Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. 248 с.

8. Игнат'ев С. А., Регидин А. А. Оценка параметров адаптивности коллекционных образцов эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 53–58. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58>.
9. Кравченко Н. С., Ионова Е. В. Степень адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы в условиях провокационного фона («засушник») // Зерновое хозяйство России. 2015. № 5(41). С. 7–10.
10. Лаханов А. П. Роль физиологии растений в изучении и повышении биологического потенциала зернобобовых и крупяных культур // Биологический и экономический потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации: мат. Междунар. науч. конференции, приуроченной к 35-летию ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. Орел, 1999. С. 33–39.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.
12. Рыбась И. А., Гуреева А. В. Оценка сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 18–22.
13. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. 1984. № 1. С. 67–76.

References

1. Vozhzhova N. N., Kravchenko N. S. Ekologicheskaya plastichnost' sortov ozimoy myagkoj pshenicy po pokazatelyu "obshchaya hlebopekarnaya ocenka" [Ecological plasticity of winter soft wheat varieties according to the trait "general baking estimation"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 22–26.
2. Davletov F. A. Selekcija neosypayushchihsya sortov goroha v usloviyah Yuzhnogo Urala [Breeding of non-shed pea varieties in the conditions of the Southern Urals]. Ufa: Gilem, 2008. 236 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.
4. EMISS gosudarstvennaya statistika [EMISS State Statistics] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.fedstat.ru>.
5. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy): teoriya i praktika [Adaptive crop production (ecological and genetic basis)]. T. III. Osobennosti realizacii strategii adaptivnoj intensivizacii rastenievodstva v usloviyah Rossii. M.: Agrorus, 2009. 960 s.
6. Zhuchenko A. A. Mobilizaciya geneticheskix resursov cvetkovyx rastenij na osnove ih identifikacii i sistematizacii [Mobilization of the genetic resources of flowering plants based on their identification and systematization]. M., 2012. 584 s.
7. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zoned agricultural systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. I. Rostov n/D.: Donskoj izdatel'skij dom, 2013. 248 s.
8. Ignat'ev S. A., Regidin A. A. Ocenka parametrov adaptivnosti kollekcionnyh obrazcov esparceta [Estimation of adaptability parameters of sainfoin collection samples] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 53–58. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-63-3-53-58>.
9. Kravchenko N. S., Ionova E. V. Stepen' adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah provokacionnogo fona ("zasushnik") [The degree of adaptability of winter soft wheat varieties in the conditions of a provocative background ("zasushnik")] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 5(41). S. 7–10.
10. Lahanov A. P. Rol' fiziologii rastenij v izuchenii i povyshenii biologicheskogo potentsiala zernobobovyh i krupyanyh kul'tur [The role of plant physiology in the study and increase the biological potential of legumes and groats] // Biologicheskij i ekonomicheskij potentsial zernobobovyh, krupyanyh kul'tur i puti ego realizacii: mat. Mezhdunar. nauch. konferencii, priurochennoj k 35-letiyu VNII zernobobovyh i krupyanyh kul'tur. Orel, 1999. S. 33–39.
11. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methods of the State Variety Testing of agricultural crops]. M. 1985. Vyp. 1. 269 s.
12. Rybas' I. A., Gureeva A. V. Ocenka sortov ozimoy myagkoj pshenicy po urozhajnosti i parametram adaptivnosti [Estimation of winter soft wheat varieties according to productivity and adaptability] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 18–22.
13. Hangil'din V. V., Biryukov S. V. Problema gomeostaza v genetiko-selekcionnyh issledovaniyah [The problem of homeostasis in genetic breeding studies] // Genetiko-citologicheskie aspekty v selekcii s.-h. rastenij. 1984. № 1. S. 67–76.

Поступила: 11.12.19; принята к публикации: 27.12.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Хабибуллин К. Н., Ашиев А. Р., Скулова М. В. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Хабибуллин К. Н., Ашиев А. Р. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.14(470.333)

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-37-42

МОНИТОРИНГ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ НОВОГО УРОЖАЯ ПО БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ В ДИНАМИКЕ ЗА 2012–2016 ГГ.

Ф. И. Клименков, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, fedorklim@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0002-2556-7287;

С. М. Градсков, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, ORCID ID: 0000-0002-1199-1626;

О. А. Щуклина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, ORCID ID: 0000-0002-3775-6077;

Н. Л. Кузнецова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, ORCID ID: 0000-0002-8377-6482;

И. Н. Клименкова, младший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, ORCID ID: 0000-0001-9370-4442;

О. И. Ермоленко, младший научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, ORCID ID: 0000-0002-7166-8820

ФГБУН Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН,
127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; e-mail: info@gbsad.ru

Реализуя положения Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ежегодно проводит мониторинг по валовому сбору и оценке товарных и потребительских качественных свойствах партий зерна урожая текущего года. В научной работе проведена оценка валового сбора и урожайности партий озимой ржи, охарактеризовано соотношение объемов произведенного зерна продовольственных и непродовольственных (фуражных) кондиций, приведена информация о партиях зерна по классам и показателям качества, что, в свою очередь, позволяет оперативно формировать партии зерновых балансов, в том числе для принятия взвешенного решения по объемам экспорта или импорта зерна, закладке зерна в интервенционный государственный фонд, рациональному использованию зерновых ресурсов как внутри Брянской области, так и страны в целом. Достоверный зерновой баланс возможно строить на основе результатов проведенных работ по мониторингу качества зерна нового урожая в объеме исследований композитных проб, отобранных от не менее 50% полученного валового сбора.

Ключевые слова: мониторинг, зерно, рожь, посевная площадь, урожайность, показатели качества.

Для цитирования: Клименков Ф. И., Градсков С. М., Щуклина О. А., Кузнецова Н. Л., Клименкова И. Н., Ермоленко О. И. Мониторинг урожайности и качества зерна озимой ржи нового урожая по Брянской области в динамике за 2012–2016 гг. // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 37–42. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-37-42



MONITORING OF THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF THE WINTER RYE GRAIN OF THE NEW YIELD IN THE BRYANSK REGION THROUGHOUT 2012–2016

F. I. Klimentov, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the department for remote/interspecific hybridization, fedorklim@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0002-2556-7287;

S. M. Gradskov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department for remote/interspecific hybridization, ORCID ID: 0000-0002-1199-1626;

O. A. Shchuklina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department for remote/interspecific hybridization, ORCID ID: 0000-0002-3775-6077;

N. L. Kuznetsova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department for remote/interspecific hybridization, ORCID ID: 0000-0002-8377-6482;

I. N. Klimentkova, junior researcher of the department for remote/interspecific hybridization, ORCID ID: 0000-0001-9370-4442;

O. I. Ermolenko, junior researcher of the department for remote/interspecific hybridization, ORCID ID: 0000-0002-7166-8820

FSBIS the Main Botanical garden named after N. V. Tsitsin of RAS,
127276, Moscow, Botanicheskaya Str., 4; e-mail: info@gbsad.ru

Implementing the provisions of the State Program for the Development of Agriculture and the regulation of agricultural products, raw materials and food markets, the Ministry of Agriculture of the Russian Federation annually monitors the gross collection and evaluation of commodity and consumer quality of grain harvested in the current year. In the current paper there has been carried out an estimation of the gross yield and productivity of winter rye; there has been characterized a ratio of the volumes of the produced food grain and non-food (feed) grain. There has been given an information on grain according to their classes and quality indicators, which allows quickly generating batches of grain balances, in order to make a balanced decision on the volume of grain export or import, on introducing grain into the state intervention fund, on a rational use of grain resources, both inside Bryansk region, and the country as a whole. It is possible to build a reliable grain balance on the basis of the monitoring results of the grain quality of the new yield in the scope of studies of composite samples taken from at least 50% of the gross yield.

Keywords: monitoring, grain, rye, sown area, productivity, quality indicators.

Введение. Индикатором эффективности агро-промышленного комплекса России и рационального использования агроландшафтного климатического потенциала являются устойчивость и стабильность урожаев зерновых культур.

Разработка и усовершенствование прикладных технологий адаптивно-ландшафтного земледелия во многом зависят от изменяющихся климатических факторов. Владение данными о постоянно изменяемом и возобновляемом биоклиматическом потенциале регионов и оценкой степени их использования зерновыми культурами является стратегией размещения производственных сил в агропромышленном комплексе (Гордеев и др., 2007; Зоиде и др., 2010).

Озимые зерновые культуры обладают значительным преимуществом перед яровыми по потенциалу продуктивности. Благоприятное сочетание и использование почвенно-климатических ресурсов в Брянской области позволяют возделывать сорта озимых зерновых культур, в том числе и в зоне радиоактивного загрязнения (Белоус и др., 2010; Бельченко и др., 2015; Белоус, 2012).

В России пшеница и рожь – основные зерновые культуры. Озимая рожь – зерновая культура, обладающая высоким потенциалом урожайности. Среди зерновых культур озимая рожь предъявляет самые низкие требования к плодородию почвы, внесению удобрений, гербицидов и пестицидов. Она отличается большей устойчивостью к кислым почвам и не только слабо реагирует на увеличение кислотности среды, но и успешно вегетирует в широком диапазоне pH, то есть позволяет получать относительно дешевую и экологически чистую продукцию для производства хлеба и кормов. Благодаря высокой зимостойкости, засухоустойчивости и более низким требованиям к интенсивности возделывания рожь считается культурой низкого экономического риска. Озимую рожь можно отнести к стратегическим культурам, влияющим на формирование продовольственной безопасности страны (Белоус и др., 2018).

Высокая адаптивная способность позволяет стабильно давать хорошие урожаи зерна на почвах с низким уровнем плодородия. Значимость в севообороте и в сырьевом конвейере характеризует озимую рожь как культуру низкого экономического риска (Пономарева и др., 2015).

Рожь по праву можно считать вторым хлебом, так как она имеет ряд преимуществ по сравнению с другими культурами. Сегодня возрастает потребление населением хлеба из чистой ржаной муки или ее смеси с пшеничной. По общей питательной ценности ржаной хлеб имеет меньшую калорийность при сравнении с пшеничным, однако обладает более высоким содержанием минеральных веществ и клетчатки. Ржаная мука содержит значительное количество кальция, фосфора, железа и витамина B1 (Шаболкина и Анисимкина, 2017).

В связи с этим информация о качестве зерна ржи, его валовом сборе, урожайности, классности остается актуальной задачей не только для сельхозпроизводителей, но и для всех заинтересованных лиц на рынке зерна региона и страны в целом.

Целью работы является получение полных и достоверных данных о качестве зерна ржи нового урожая, произведенного в Брянском регионе Российской Федерации за 2012–2016 гг.

Материалы и методы исследований. Климат Брянского региона по метеорологическим показателям умеренно континентальный – с умеренно холодной зимой и теплым летом. Средняя годовая температура колеблется от +5,9 °C в южных до +4,5 °C в северных районах. Самый теплый месяц – июль

(+18...+19 °C), соответственно, самый холодный – январь (–7,2...–9,0 °C). В среднем за год выпадает от 550 до 600 мм осадков, наибольшее количество их на севере региона (Дятьковский и Брянский районы), наименьшее – в пределах узкой полосы Почеп – Климово – Новозыбков. Наибольшее количество осадков выпадает в июле (от 80 до 100 мм), наименьшее – в декабре, январе, феврале (по 25–35 мм в месяц в среднем). Период со среднесуточной положительной температурой воздуха длится в среднем от 210 до 245 дней. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 130–145 дней. Среднемесячная температура наиболее теплого месяца (июль) – +17...+18 °C, холодного (январь) – –8...–10 °C.

Агрометеорологические условия Брянского региона в течение всей вегетации озимых сельскохозяйственных культур складываются преимущественно удовлетворительные, что позволяет получать стабильные и высокие урожаи зерна, в том числе с высокими показателями качества.

В области наибольшее распространение имеют дерново-подзолистые и серые лесные почвы с умеренной кислотностью и уровнем минерального питания.

В целом почвенно-климатические условия Брянского региона благоприятны для ведения сельского хозяйства и особенно, в силу своей неприхотливости к таковому, для возделывания ржи в частности.

Оценку качества зерна ржи проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов ИСО.

Экспертную оценку по классам зерна проводили согласно ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия». Качественные показатели определяли по методам испытаний согласно ГОСТ 10840-64 «Зерно. Методы определения натуры», ГОСТ 13586.4-83 «Зерно. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями», ГОСТ 13586.5-2015 «Зерно. Метод определения влажности», ГОСТ 13586.6-93 «Зерно. Методы определения зараженности вредителями», ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-82) «Зерновые культуры. Определение числа падения», ГОСТ 30483-97 «Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси».

Результаты и их обсуждение. По оперативным данным Департамента сельского хозяйства Брянской области, посевная площадь в 2012 г., занятая зерновыми культурами, составляла 317,2 тыс. га, из них озимая рожь – 71,822 тыс. га.

Средняя урожайность зерновых культур в 2012 г. составила 2,31 т/га, что выше уровня прошлого года на 0,12 т/га. Урожайность озимой ржи составляла в среднем 1,74 т/га.

По данным лаборатории экспертизы зерна и семян ФГБУ «Брянская межобластная ветеринарная лаборатория», было обследовано 51,380 тыс. т зерна озимой ржи урожая 2012 г., что составило 50,0% от общего валового сбора культуры. Выявлено продовольственного зерна озимой ржи всего 39,9 тыс. т, из них I класса – 1,52 тыс. т; II класса – 19,53 тыс. т; III класса – 18,04 тыс. т. 12,29 тыс. т отнесено к IV классу.

Качество зерна озимой ржи I класса характеризуется следующими показателями: число падения – 230–232 с; натура – 698–705 г/л; влажность – 13,8–14,2%; содержание сорной примеси – 2,0–2,6%; содержание зерновой примеси – 3,0–3,4%; зараженность вредителями – не обнаружено. II класса: число падения – 180–182 с; натура – 690–700 г/л; влажность – 14,9–15,4%; содержание сорной приме-

си – 2,5–2,9%; содержание зерновой примеси – 3,6–4,2%; зараженность вредителями – не обнаружено. III класса: число падения – 130–143 с; натура – 680–688 г/л; влажность – 14,4–15,2%; содержание сорной примеси – 1,8–2,2%; содержание зерновой примеси – 4,0–4,2%; зараженность вредителями – не обнаружено. IV класса: число падения – 70–96 с; натура – 540–

660 г/л; влажность – 12,5–13,8%; содержание сорной примеси – 1,0–4,2%; содержание зерновой примеси – 3,3–6,0%; зараженность вредителями – не обнаружено. В обследованных пробах выявлено содержание вредной примеси в пределах 0,04–0,06%; испорченных, фузариозных зерен и зерен с розовой окраской не выявлено в зерне I–III класса (табл. 1).

1. Результаты мониторинга качества зерна озимой ржи нового урожая по Брянской области в 2012 г. 1. Monitoring results of the winter rye grain quality of the new yield in the Bryansk region in 2012

Класс	Количество партий, шт.	Масса партии, тыс. т	Число падения, с	Натура, г/л	Влажность, %	Сорная примесь, %			Фузариозные зерна, %	Зерна с розовой окраской, %	Зерновая примесь, %
						всего	испорченные, %	вредная примесь, %			
I	3	1,52	232	701	14,0	2,3	0,0	0,04	0,0	0,0	3,2
II	56	19,53	181	695	15,2	2,7	0,0	0,06	0,0	0,0	3,9
III	16	18,04	137	684	14,8	2,0	0,0	0,05	0,0	0,0	4,2
IV	14	12,29	78	635	14,5	2,2	0,2	0,05	0,0	0,3	4,0

Посевная площадь 2013 г., занятая зерновыми культурами в Брянской области, составляет 347,8 тыс. га, из них озимая рожь – 69,82 тыс. га. По сравнению с 2012 г. посевная площадь под зерновыми культурами увеличилась на 23,8 тыс. га. Средняя урожайность зерна в 2013 г. составила 1,10 т/га, что ниже уровня прошлого года на 0,33 т. Урожайность озимой ржи составляет в среднем 1,98 т/га.

Валовой сбор озимой ржи составил 77,27 тыс. т зерна. Обследовано 33,65 тыс. т, или 43,5% от ва-

лового сбора ржи. По результатам исследований по качеству ржи I класса выявлено 0,06 тыс. т, или 0,18% от обследованного зерна; II класса – 26,01 тыс. т, или 77,3%; III класса – 6,62 тыс. т, или 19,6%. Таким образом, продовольственной озимой ржи выявлено 32,69 тыс. т, или 97,1% от обследованного зерна. Объем непродовольственной ржи составил 0,96 тыс. т, или 2,9% от обследованного зерна (табл. 2).

2. Результаты мониторинга качества зерна озимой ржи нового урожая по Брянской области в 2013 г. 2. Monitoring results of the winter rye grain quality of the new yield in the Bryansk region in 2013

Класс	Количество партий, шт.	Масса партии, тыс. т	Число падения, с	Натура, г/л	Влажность, %	Сорная примесь, %			Фузариозные зерна, %	Зерна с розовой окраской, %	Зерновая примесь, %
						всего	испорченные, %	вредная примесь, %			
I	26	0,06	211	678	14,9	1,0	0,0	0,05	0,0	0,0	3,1
II	189	26,01	164	685	15,0	2,0	0,0	0,03	0,0	0,0	3,7
III	73	6,62	135	662	14,3	2,0	0,0	0,03	0,0	0,5	3,8
IV	13	0,96	76	613	15,6	1,9	0,0	0,03	0,0	0,6	3,8

Качественные показатели I класса имели следующие значения: число падения – 201–220 с; натура – 670–686 г/л; влажность – 14,4–15,6%; содержание сорной примеси – 0,5–1,5%; содержание зерновой примеси – 2,6–3,6%; зараженность вредителями – не обнаружено. II класса: число падения – 160–168 с; натура – 680–690 г/л; влажность – 14,6–15,4%; содержание сорной примеси – 1,8–2,2%; содержание зерновой примеси – 2,8–4,2%; зараженность вредителями – не обнаружено. III класса: число падения – 130–140 с; натура – 656–668 г/л; влажность – 14,0–13,6%; содержание сорной примеси – 1,3–1,6%; содержание зерновой примеси – 3,6–4,0%; зараженность вредителями – не обнаружено. IV класса: число падения – 70–96 с; натура – 600–628 г/л; влажность – 15,5–15,8%; содержание сорной примеси – 1,5–3,0%; содержание

зерновой примеси – 3,3–4,3%; зараженность вредителями – не обнаружено. В обследованных пробах выявлено содержание вредной примеси в пределах 0,03–0,05%; испорченных, фузариозных зерен и зерен с розовой окраской не обнаружено.

Посевная площадь 2014 г., занятая зерновыми культурами в Брянской области, составляет 328,0 тыс. га, из них озимая рожь – 55,30 тыс. га. По сравнению с 2013 г. посевная площадь под зерновыми культурами уменьшилась на 19 тыс. га.

Средняя урожайность зерна в 2014 г. составила 2,84 т/га, что выше уровня прошлого года на 0,5 т/га. Урожайность ржи составляет в среднем 2,56 т/га.

Валовой сбор озимой ржи составил 108,24 тыс. т зерна. Обследовано 54,12 тыс. т, или 50,0% от валового сбора. По результатам исследований по каче-

ству ржи I класса выявлено 17,00 тыс. т, или 31,41% от обследованного зерна; II класса – 31,01 тыс. т, или 57,30%; III класса – 5,10 тыс. т, или 9,42%. Таким образом, продовольственной ржи выявлено 53,11 тыс. т, или 98,13% от обследованного зерна. Объем непродовольственной ржи составил 1,01 тыс. т, или 1,87% от обследованного зерна (табл. 3).

Качество зерна озимой ржи I класса характеризовалось следующими показателями: число падения – 221–236 с; натура – 720–760 г/л; влажность – 11,4–12,8%; содержание сорной примеси – 1,0–2,0%; содержание зерновой примеси – 2,0–3,0%; зараженность вредителями – не обнаружено. Показатели качества II класса: число падения – 156–196 с; натура – 710–742 г/л; влажность – 11,6–12,4%; содержание

сорной примеси – 1,5–1,9%; содержание зерновой примеси – 2,5–3,2%; зараженность вредителями – не обнаружено. Для III класса: число падения – 115–130 с; натура – 686–711 г/л; влажность – 13,0–13,2%; содержание сорной примеси – 2,3–3,1%; содержание зерновой примеси – 3,6–4,0%; зараженность вредителями – не обнаружено. Для IV класса: число падения – 70–82 с; натура – 660–740 г/л; влажность – 13,5–13,9%; содержание сорной примеси – 4,0–4,8%; содержание зерновой примеси – 4,3–5,3%; зараженность вредителями – не обнаружено. В обследованных пробах выявлено содержание вредной примеси в пределах 0,03–0,05%; зерен с розовой окраской – 0,3–0,7%; испорченных и фузариозных зерен не обнаружено.

3. Результаты мониторинга качества зерна озимой ржи нового урожая по Брянской области в 2014 г. 3. Monitoring results of the winter rye grain quality of the new yield in the Bryansk region in 2014

Класс	Количество партий, шт.	Масса партии, тыс. т	Число падения, с	Натура, г/л	Влажность, %	Сорная примесь, %			Фузариозные зерна, %	Зерна с розовой окраской, %	Зерновая примесь, %
						всего	испорченные, %	вредная примесь, %			
I	32	17,00	228	739	12,2	1,5	0,0	0,03	0,0	0,5	2,5
II	57	31,01	170	728	12,0	1,7	0,0	0,03	0,0	0,3	2,7
III	11	5,10	122	695	13,1	2,7	0,0	0,04	0,0	0,7	3,8
IV	3	1,01	76	700	13,7	4,4	0,0	0,05	0,0	0,5	4,8

Посевная площадь озимой ржи в 2015 г. составила 43,5 тыс. га, или 13,5%. Уборочная площадь зерновых культур (с кукурузой) во всех категориях хозяйств в 2015 г. составила 322,2 тыс. га (в 2014 г. – 328,0 тыс. га). Урожайность ржи находилась в среднем в пределах 2,75 т/га.

Валовой сбор озимой ржи составил 80,43 тыс. т зерна. Обследовано 40,49 тыс. т, или 50,34% от ва-

лового сбора. По результатам исследований продовольственной ржи I класса выявлено 4,45 тыс. т, или 11,0% от обследованного зерна; II класса – 31,54 тыс. т, или 77,9%; III класса – 1,00 тыс. т, или 2,47%. Таким образом, всего продовольственной ржи выявлено 36,99 тыс. т, или 91,36% от обследованного зерна. Непродовольственной ржи выявлено 3,50 тыс. т, или 8,64% от обследованного зерна (табл. 4).

4. Результаты мониторинга качества зерна озимой ржи нового урожая по Брянской области в 2015 г. 4. Monitoring results of the winter rye grain quality of the new yield in the Bryansk region in 2015

Класс	Количество партий, шт.	Масса партии, тыс. т	Число падения, с	Натура, г/л	Влажность, %	Сорная примесь, %			Фузариозные зерна, %	Зерна с розовой окраской, %	Зерновая примесь, %
						всего	испорченные, %	вредная примесь, %			
I	12	4,45	210	726	11,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
II	83	31,54	168	696	12,5	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
III	5	1,00	115	650	13,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8
IV	10	3,50	83	591	13,4	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7

Партии зерна озимой ржи I класса характеризуются следующими показателями: число падения – 201–220 с; натура – 700–744 г/л; влажность – 11,4–12,6%; содержание сорной примеси – 0,5–1,4%; содержание зерновой примеси – 2,0–3,6%; зараженность вредителями – не обнаружено. II класса: число падения – 140–196 с; натура – 680–729 г/л; влажность – 11,6–13,2%; содержание сорной примеси – 0,8–2,0%; содержание зерновой примеси – 1,8–4,1%; зараженность вредителями – не

обнаружено. III класса: число падения – 98–130 с; натура – 646–654 г/л; влажность – 13,0–13,6%; содержание сорной примеси – 1,3–1,6%; содержание зерновой примеси – 3,6–3,9%; зараженность вредителями – не обнаружено. IV класса: число падения – 70–96 с; натура – 540–660 г/л; влажность – 12,5–13,8%; содержание сорной примеси – 1,0–4,2%; содержание зерновой примеси – 3,3–6,0%; зараженность вредителями – не обнаружено. В обследованных пробах не выявлено со-

держания вредной примеси, а также испорченных и фузариозных зерен и зерен с розовой окраской.

Посевные площади зерновых в 2016 г. составили 30,96 тыс. га. Доля ржи в структуре площадей зерновых культур составила 10,9%. Урожайность ржи достигла в среднем 3,11 т/га.

Валовой сбор зерна ржи в 2016 г. составил 99,79 тыс. т зерна. Обследовано 51,09 тыс. т, или 51,2% от

валового сбора. По результатам исследований выявлено: продовольственной ржи II класса – 22,22 тыс. т, или 43,49% от обследованного зерна; III класса – 17,66 тыс. т, или 34,56%. Таким образом, всего продовольственной ржи испытано 39,88 тыс. т, или 78,06% от обследованного зерна. Непродовольственной ржи выявлено 11,21 тыс. т, или 15,19% от обследованного зерна (табл. 5).

5. Результаты мониторинга качества зерна озимой ржи нового урожая по Брянской области в 2016 г. 5. Monitoring results of the winter rye grain quality of the new yield in the Bryansk region in 2016

Класс	Количество партий, шт.	Масса партии, тыс. т	Число падения, с	Натура, г/л	Влажность, %	Сорная примесь, %			Фузариозные зерна, %	Зерна с розовой окраской, %	Зерновая примесь, %
						всего	испорченные, %	вредная примесь, %			
I	0	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–
II	15	22,22	175	695	12,8	0,9	0,1	0,00	0,0	0,5	2,5
III	12	17,66	120	659	12,7	1,3	0,1	0,03	0,1	0,4	2,9
IV	8	11,21	71	600	13,7	2,5	0,2	0,03	0,1	0,9	4,9

Партий зерна I класса в 2016 г. не выявлено. Качественные показатели для II класса составили: число падения – 165–196 с; натура – 683–705 г/л; влажность – 11,5–13,4%; содержание сорной примеси – 0,4–1,3%; содержание зерновой примеси – 0,9–3,7%; зараженность вредителями – не обнаружено. Для III класса: число падения – 98–138 с; натура – 647–675 г/л; влажность – 12,4–13,0%; содержание сорной примеси – 1,1–1,7%; содержание зерновой примеси – 1,5–3,6%; зараженность вредителями – не обнаружено. Для IV класса: число падения – 64–78 с; натура – 593–606 г/л; влажность – 13,5–14,0%; содержание сорной примеси – 1,3–3,7%; содержание зерновой примеси – 3,9–5,9%; зараженность вредителями – не обнаружено. В обследованных пробах содержание вредной примеси выявлено в незначительных показателях – 0,01–0,04%, а также испорченных – 0,1–0,2% и фузариозных зерен – 0,1%.

Динамика, которая наблюдается при осуществлении мониторинга качества зерна нового урожая и валового сбора по озимой ржи, показывает стабильно высокие объемы производства по зерну, которые, в свою очередь, имеют тенденцию на повышение по годам исследований, а также стабильность качественных показателей производимого зерна, относимого в большей мере к II–III классу по качественным характеристикам.

По урожайности зерна озимой ржи складывается аналогичная тенденция на увеличение, и по годам исследований это ярко выражено: если в 2012 г. урожайность составила около 1,7 т/га, то уже в 2016 г. этот показатель был на уровне 3,1 т/га.

Выводы. Производителям зерна в условиях Брянского региона РФ, используя территориально-климатический потенциал, возможно получать по-

тенциальную урожайность озимых зерновых культур на уровне 7,5–8,5 т/га зерна (при КПД ФАР на 2%). Важным резервом в увеличении урожайности и стабильности производства зерна озимой ржи является использование новых перспективных сортов, устойчивых к различным стрессам, обладающих улучшенными характеристиками качества и обеспечивающих высокорентабельное возделывание культуры.

Полученные данные о качестве зерна нового урожая, сопоставляемые с динамикой качественных показателей зерна за прошедшие четыре года, позволяют утверждать, что с высокой долей вероятности большинство сельхозпроизводителей сегодня ориентируются на результат показателей качества, востребованных крупнейшими странами – импортерами российского зерна.

Ежегодный мониторинг качества зерна нового урожая выявляет наглядную картину по увеличению посевных площадей под зерновым клином в условиях Брянской области, увеличению валового сбора, повышению урожайности с 1 га, введению в оборот новых площадей сельскохозяйственного назначения, в том числе за счет рекультивации земель, попавших под категорию радиационных и в свое время выведенных из земель сельскохозяйственного назначения, что, в свою очередь, оказывает существенное влияние на повышение продовольственной безопасности в целом.

При благоприятных погодных условиях вегетационного периода в условиях Брянской области возможно выращивание озимой ржи с отличными биохимическими и технологическими показателями, относящимися в большей степени к зерну I и II класса.

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№19-119012390082-6).

Библиографические ссылки

1. Белоус И. Н. Совершенствование технологий возделывания озимой ржи на радиоактивно загрязненных почвах // Зерновое хозяйство России. 2012. № 1(19). С. 48–53.
2. Белоус И. Н., Харкевич Л. П., Шаповалов В. Ф., Маляк Т. П. Влияние систем удобрения озимой ржи на урожайность и технологические качества зерна // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 3–8. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-57-3-3-8>.
3. Белоус Н. М., Ториков В. Е., Шпилев Н. С. и др. Озимые зерновые культуры: биология и технологии возделывания: монография. Брянск, 2010. 138 с.
4. Бельченко С. А., Белоус И. Н., Наумова М. П. Развитие АПК Брянской области // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2. С. 32–36.

5. Гордеев А. В. Биоклиматический потенциал России: методы мониторинга в условиях изменяющегося климата. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 512 с.
6. Зоиде Е. К., Овчаренко Л. И., Чуб О. В. Методология оценки межгодовой динамики биоклиматического потенциала на территории Российской Федерации в условиях изменения климата // Метеорология и гидрология. 2010. № 1. С. 96–110.
7. Пономарева М. Л., Пономарев С. Н., Маннапова Г. С. Создание новых сортов озимой ржи для среднего Поволжья (на примере сорта Тантана) // Зерновое хозяйство России. 2015. № 3(39). С. 33–41.
8. Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В. Хлебопекарные достоинства озимой ржи // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 32–35.

References

1. Belous I. N. Sovershenstvovanie tekhnologij vozdel'nyaniya ozimoy rzhi na radioaktivno zagryaznennykh pochvah [Improvement of the winter rye cultivation technology on radioactively contaminated soils] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2012. № 1(19). S. 48–53.
2. Belous I. N., Harkevich L. P., Shapovalov V. F., Malyavko T. P. Vliyanie sistem udobreniya ozimoy rzhi na urozhajnost' i tekhnologicheskie kachestva zerna [The effect of winter rye fertilizer systems on productivity and technological quality of grain] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 3–8. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-57-3-3-8>.
3. Belous N. M., Torikov V. E., Shpilyov N. S. i dr. Ozimye zernovye kul'tury: biologiya i tekhnologii vozdel'nyaniya: monografiya [Winter crops: biology and cultivation technologies]. Bryansk, 2010. 138 s.
4. Bel'chenko S. A., Belous I. N., Naumova M. P. Razvitiye APK Bryanskoj oblasti [Development of AIC in the Bryansk region] // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2015. № 2. S. 32–36.
5. Gordeev A. V. Bioklimaticheskij potencial Rossii: metody monitoringa v usloviyah izmenyayushchegosya klimata [Bioclimatic potential of Russia: monitoring methods in the context of climate change]. M.: Tovariшchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2007. 512 s.
6. Zoide E. K., Ovcharenko L. I., Chub O. V. Metodologiya ocenki mezhhododovoj dinamiki bioklimaticheskogo potenciala na territorii Rossijskoj Federacii v usloviyah izmeneniya klimata [Methodology for assessing interannual dynamics of bioclimatic potential in the Russian Federation in the context of climate change] // Meteorologiya i gidrologiya. 2010. № 1. S. 96–110.
7. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S. Sozdanie novykh sortov ozimoy rzhi dlya srednego Povolzh'ya (na primere sorta Tantana) [Development of new winter rye varieties for the Middle Povolzhie (by the example of the variety "Tantana")] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 3(39). S. 33–41.
8. Shabolkina E. N., Anisimkina N. V. Hlebopekarnye dostoinstva ozimoy rzhi [Baking advantages of winter rye] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 32–35.

Поступила: 22.10.19; принята к публикации: 17.01.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Клименков Ф. И. – концептуализация исследований, подготовка рукописи; Щуклина О. А., Градсков С. М. – концептуализация исследования, критический анализ текста; Кузнецова Н. Л. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Клименкова И. Н., Ермоленко О. И. – анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.11:002.237

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-43-48

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО АДАПТИВНЫМ СВОЙСТВАМ ПРИЗНАКА «МАССОВАЯ ДОЛЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ»

Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, руководитель центра фундаментальных исследований, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

С. В. Подгорный, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

Н. Н. Вожжова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории маркерной селекции, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлены результаты изучения образцов озимой мягкой пшеницы по адаптивным свойствам признака «массовая доля белка». Целью исследований являлось выявление генотипов озимой мягкой пшеницы с высокой урожайностью, массовой долей белка, обладающих адаптивными свойствами к условиям выращивания. Объектом исследований были сорта озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Содержание белка определяли на инфракрасном анализаторе SpektraStar 2200. В среднем за годы исследований содержание белка в зерне варьировало от 12,7% (Webster) до 14,8% (Л 19578). Определено, что к 1-му классу относился образец Л 19578 (14,8%), 22 образца соответствовали 2-му классу качества и 8 образцов – 3-му классу по массовой доле белка в зерне. Выяснено, что на формирование белка условия года оказывают определяющее влияние (90,7%). Фактор «сорт» влияет на проявление признака на 6,4%. Взаимодействие между факторами достоверно и составляет 2,9%. Установлены генотипы, отзывчивые на улучшение условий выращивания, у которых b_1 достоверно выше 1: Vinnichanka ($b_1 = 2,82$), Slavna ($b_1 = 1,88$), Zlatka ($b_1 = 1,87$) и др. Выявлены генотипы, у которых отрицательные значения b_1 : Ермак ($b_1 = -0,70$), Л 19578 ($b_1 = -1,41$), № 42 CIMMYT ($b_1 = -1,99$) и др., что свидетельствует об их высокой пластичности к условиям выращивания. Определена группа сортов, у которых значения b_1 достоверно не отклоняются от 1: Shestopalivka ($b_1 = 0,54$), Чорнява ($b_1 = 0,73$), KS 96 WGRC 37 ($b_1 = 1,38$) и др., это свидетельствует о том, что изменение признака у этих сортов будет в точности следовать за изменением условий среды. Установлено, что наиболее стабильными на изменения условий среды являлись сорта Ермак ($C_v = 1,1\%$; $Hom = 11\ 637,6$), Shestopalivka ($C_v = 1,4\%$; $Hom = 2580,2$), MV 15-09 ($C_v = 1,7\%$; $Hom = 1784,9$) и др., о чем свидетельствует сочетание наименьших значений коэффициента вариации и высокой гомеостатичности. Расчет взаимосвязей показал высокую корреляционную связь C_v и S^2_1 ($r = 0,91$), C_v и b_1 ($r = 0,55$), C_v и Hom ($r = -0,56$), что с высокой долей достоверности позволяет использовать C_v для предварительной оценки сортов на гомеостатичность, экологическую пластичность и стабильность.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, генотип, массовая доля белка, экологическая пластичность, стабильность, гомеостатичность, коэффициент вариации.

Для цитирования: Кравченко Н. С., Ионова Е. В., Подгорный С. В., Вожжова Н. Н. Характеристика коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы по адаптивным свойствам признака «массовая доля белка в зерне» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 43–48. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-43-48



THE CHARACTERISTICS OF WINTER SOFT WHEAT COLLECTION SAMPLES ACCORDING TO THEIR ADAPTIVE PROPERTIES OF THE TRAIT “MASS FRACTION OF PROTEIN IN KERNELS”

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of biochemical assessment of breeding material and grain quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, head of the center of fundamental researches, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

S. V. Podgorny, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of the breeding and seed production of winter soft wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

N. N. Vozhzhova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of marker breeding, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000

Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results of winter soft wheat samples according to the adaptive properties of the trait “mass fraction of protein in kernels”. The purpose of the research was to identify the winter soft wheat genotypes with high productivity, mass fraction of protein and adaptive properties to growing conditions. The objects of research were winter soft wheat varieties of various ecological and geographical origin. The field trials were carried out in 2016–2018 on the fields of the department for winter wheat breeding and seed production of the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”. Protein percentage in kernels was determined by a “SpektraStar 2200” infrared analyzer. On average, over the years of research, the protein percentage in the grain ranged from 12.7% (“Webster”) to 14.8% (“L 19578”). It was determined that the sample “L 19578” (14.8%) belonged to the

1st class, 22 wheat samples corresponded to the 2nd class and 8 samples corresponded to the 3rd class according to the "mass fraction of protein in kernels". It was found that the weather conditions of the year had a decisive effect on protein formation (90.7%). The factor "variety" affects the manifestation of the trait by 6.4%. The interaction between the factors is significantly 2.9%. There have been identified the genotypes responsive to the improvement of growing conditions, in which b_i is significantly more than 1, i. e. "Vinnichanka" ($b_i = 2.82$), "Slavna" ($b_i = 1.88$), "Zlatka" ($b_i = 1.87$) and others. There have been identified the genotypes with negative b_i values "Ermak" ($b_i = -0.70$), "L 19578" ($b_i = -1.41$), "No. 42 CIMMYT" ($b_i = -1.99$) and others, which indicates their high adaptability to growing conditions. There has been determined a group of varieties for which the b_i values did not significantly deviate from 1, they are "Shestopalivka" ($b_i = 0.54$), "Chornyava" ($b_i = 0.73$), "KS 96 WGRC 37" ($b_i = 1.38$), etc. This shows that a change of the trait of these varieties will exactly follow a change in environmental conditions. There has been established that the most stable varieties of environmental conditions were the varieties "Ermak" ($C_v = 1.1\%$; $Hom = 11\ 637.6$), "Shestopalivka" ($C_v = 1.4\%$; $Hom = 2580.2$), "MV 15-09" ($C_v = 1.7\%$; $Hom = 1784.9$) and others, as evidenced by the combination of the lowest values of the coefficient of variation and high homeostaticity. The calculation of the interaction showed a high correlation between C_v and S^2_i ($r = 0.91$), with b_i ($r = 0.55$) and with Hom ($r = -0.56$), which significantly allows using C_v for preliminary estimation of varieties on homeostatic, ecological adaptability and stability.

Keywords: winter soft wheat, variety, genotype, mass fraction of protein, ecological adaptability, stability, homeostaticity, coefficient of variation.

Введение. Создание сортов озимой пшеницы интенсивного типа с положительным комплексом хозяйственно-биологических признаков и свойств, а также с высоким содержанием белка в зерне – одна из основных задач селекционной науки и генетики (Скрипка, 2015). Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных авторов установлено, что содержание белка в зерне – это наследуемый признак, который имеет полигенную природу, но, несмотря на это, содержание белка в зерне подвержено большой изменчивости в зависимости от почвенно-климатических условий, продолжительности вегетационного периода, минерального питания, предшественников и других факторов (Самофалова, 2006).

Проблема содержания белка в зерне пшеницы как селекционного признака осложнена отрицательной взаимосвязью с урожайностью зерна, что делает трудным селекцию по этим двум признакам одновременно.

Прогресс селекции предполагает достижение максимальной выраженности таких основных признаков, как урожайность, качество и адаптивность. Их совмещение в одном генотипе возможно в результате планомерной работы, важную роль в которой играют обобщение, статистическая обработка, анализ полученных данных (Белан и др., 2008).

Целью исследований являлось выявление генотипов озимой мягкой пшеницы с высокой урожайностью и массовой долей белка, обладающих адаптивными свойствами к условиям выращивания.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований были 290 образцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Для расчетов параметров адаптивности образцов по признаку «массовая доля белка» были отобраны 30 сортов, которые выделились по двум и более хозяйственно ценным признакам. В качестве стандарта использовали сорт Ермак. Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» по предшественнику черный пар. Почва опытного поля – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый мощный. Для него характерна высокая карбонатность (от 2,5 до 4,0% CaCO_3 в пахотном слое мощного горизонта (до 140 см)). Содержание гумуса – 3,6–4,0%; подвижного фосфора – 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы.

Климат зоны характеризуется полусухим жарким летом и умеренно мягкой зимой. Сумма положительных температур за период вегетации в среднем составляет 3450 °С, среднегодовая температура – +9,7 °С; среднегодовое количество осадков – 588,8 мм, в том числе за вегетацию озимой пшеницы – 268,2 мм.

В 2016 г. количество осадков за вегетационный период было на уровне среднеевропейских значений и составило 274,2 мм. Среднесуточная температура воздуха за период вегетации была 20,4 °С, что на 1,9 °С выше среднеевропейских значений.

Условия вегетации 2017 г. характеризовались более увлажненными условиями с количеством осадков 292,8 мм, что превысило среднеевропейские показатели на 24,6 мм. Среднесуточная температура воздуха составила 19,6 °С.

В 2018 г. погодные условия были более жесткими по увлажнению и температурному режиму. Количество осадков составило 102,4 мм, что ниже среднеевропейских значений на 165,8 мм, а среднесуточная температура воздуха была на 2,7 °С выше среднеевропейской (21,2 °С). Содержание белка определяли на инфракрасном анализаторе SpektraStar 2200 в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2014). Показатели экологической пластичности (b_i – коэффициент регрессии) и стабильности (S^2_i – среднее квадратическое отклонение фактических показателей массовой доли белка от теоретически ожидаемых) определяли по методикам S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966) методической версии В. А. Зыкина (2011). Показатель гомеостатичности (Hom) вычисляли по В. В. Хангильдину (1978).

Результаты и их обсуждение. В среднем за годы исследований содержание белка в зерне в зависимости от сортовых особенностей варьировало от 12,7% (Webster) до 14,8% (Л 19578). Согласно требованиям ГОСТ 9353-2016, к I классу качества относятся сорта с содержанием белка не менее 14,5%; к II – не менее 13,5%; к III – не менее 12,0%.

Проведенными исследованиями установлено, что к I классу относился образец Л 19578 (14,8%), 22 образца соответствовали II классу качества и 8 образцов – III классу по массовой доле белка в зерне (табл. 1).

Взаимодействия и взаимосвязи генотипа и среды разнообразны и сложны по характеру и степени проявления. Генотипы могут различаться между собой специфическими фенотипическими особенностями. Для установления факта наличия взаимодействия «генотип – среда» для совокупности изучаемых сортов был проведен дисперсионный анализ.

Полученные результаты двухфакторного дисперсионного анализа свидетельствуют, что дисперсия взаимодействия «генотип – среда (год)» достоверно превышает значение дисперсии (ошибки). Это доказывает то, что генотипы по-разному реагируют на изменение климатических условий (табл. 2).

1. Массовая доля белка в зерне сортов озимой мягкой пшеницы коллекционного питомника (2016–2018 гг.)
1. Mass fraction of protein in kernels of the winter soft wheat collection varieties (2016–2018)

Сорт	Происхождение	Массовая доля белка в зерне, %				Класс качества по ГОСТ 9353-2016
		годы			среднее, $\bar{x}_i$	
		2016	2017	2018		
Ермак, ст.	Россия	13,34	13,54	13,63	13,5	II
Л 19578	Россия	14,20	15,37	14,70	14,8	I
Vinnichanka	Украина	15,10	13,46	14,03	14,2	II
Shestopalivka	Украина	13,78	13,40	13,58	13,6	II
Slavna	Украина	14,14	14,19	13,29	13,9	II
Чорнява	Украина	13,76	13,18	13,50	13,5	II
Симонида	Сербия	13,60	13,35	13,39	13,4	III
Zlatka	Сербия	13,96	14,70	13,04	13,9	II
NS 405/00	Сербия	14,49	13,42	13,36	13,8	II
№ 42 CIMMYT	США	13,61	14,09	14,45	14,0	II
KS 96 WGRC 37	США	13,92	14,40	13,25	13,9	II
Warwik	Канада	14,39	14,39	12,21	13,7	II
Webster	Канада	13,24	12,64	12,13	12,7	III
Wisdom	Канада	14,50	13,18	12,38	13,4	III
Zhong Ping 1597	Китай	14,15	13,97	14,95	14,4	II
Fuimai 5	Китай	14,52	12,24	12,99	13,3	III
Ling Xing	Китай	12,84	13,74	13,69	13,4	III
Актеп	Германия	14,37	14,55	13,72	14,2	II
Этана	Германия	14,56	14,60	13,81	14,3	II
Cubus	Германия	14,06	13,28	13,69	13,7	II
MV 15-09	Венгрия	13,87	13,42	13,54	13,6	II
GK Cipo	Венгрия	13,96	13,33	13,82	13,7	II
GK HoLLo	Венгрия	13,48	14,23	12,78	13,5	II
№ 71 CIMMIT	Румыния	13,78	14,06	13,19	13,7	II
Фиделиус	Австрия	14,48	13,05	13,17	13,6	II
Тацитус	Австрия	13,66	13,86	13,73	13,8	II
CO 911	Франция	13,69	14,18	13,42	13,8	II
Сейлор	Франция	13,01	14,09	14,71	13,9	II
Бомбус	Франция	13,93	12,23	12,68	12,9	III
Дагмар	Франция	13,07	12,65	13,42	13,0	III
EistanzueLo Benteveo	Уругвай	13,58	12,74	13,81	13,4	III
Среднее	—	14,20	15,37	14,70	14,8	—

2. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа сортов озимой мягкой пшеницы по массовой доле белка в зерне

2. Results of two-way analysis of variance of the winter soft wheat varieties according to “mass fraction of protein in kernels”

Источник варьирования	Степени свободы df	Средний квадрат, MS	$F_{\text{факт}}$	$F_{\text{теор}}$
Сорт (фактор А)	30	9,143	3,79	1,59
Условия (фактор В)	2	128,925	53,48	3,10
Взаимодействие факторов АВ	60	2,424	1,70	1,46
Повторения в условиях	3	0,007	0,00	2,71
Случ. откл. (ошибки)	90	2,411	–	–

Значения $F_{\text{факт}}$ факторов «сорт» и «условия» превышают значения $F_{\text{теор}}$, что свидетельствует о достоверности полученных значений в опыте.

При изучении факторов, воздействующих на содержание белка в зерне озимой мягкой пшеницы,

было установлено их неравномерное влияние. Условия года являются определяющим фактором при формировании белка в зерне (90,7%). Фактор «сорт» влияет на проявление признака на 6,4%. Взаимодействие между факторами достоверно ($F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$), доля

его влияния составляет 2,9%, что позволяет провести расчет параметров экологической пластичности.

Ценная характеристика сортов в условиях почвенно-климатических зон с неустойчивыми погодными условиями – их отзывчивость на комплекс факторов, выражаемая коэффициентом регрессии (b_i). Расчет b_i позволяет отобрать генотипы по общей их реакции на лимитированные факторы среды. Генотипы, отзывчивые на улучшение условий, в сравнении с менее отзывчивыми, будут формировать более высокое качество зерна в хороших условиях, а в плохих могут оказаться и низкачественными.

При оценке пластичности по коэффициенту регрессии (b_i), учитывается, что если полученные значения b_i достоверно выше 1, то это свидетельствует об отзывчивости сортов на улучшение условий выращивания. Такие сорта следует относить к интенсивному типу, однако в неблагоприятные по погодным условиям годы они могут резко снижать содержание белка. Согласно проведенным исследованиям выделены генотипы со значениями $b_i > 1$: Vinnichanka ($b_i = 2,82$), Slavna ($b_i = 1,88$), Zlatka ($b_i = 1,87$), NS 405/00 ($b_i = 2,81$), Warwik ($b_i = 4,87$), Webster ($b_i = 2,63$), Wisdom ($b_i = 5,09$), Fuimai 5 ($b_i = 4,00$), Фиделиус ($b_i = 3,30$) и Бомбус ($b_i = 3,23$) (табл. 3).

3. Адаптивные свойства сортов озимой пшеницы по массовой доле белка (2016–2018 гг.) 3. Adaptive properties of the winter soft wheat varieties according to "mass fraction of protein in kernels" (2016–2018)

Сорт	Среднее, $\bar{x}_i$	Параметры адаптивности			
		C_v , %	Ном	b_i	S^2_i
Ермак, ст.	13,5	1,1	11637,6	-0,70	0,17
Л 19578	14,8	4,0	274,3	-1,41	1,21
Vinnichanka	14,2	5,9	137,4	2,82	3,49
Shestopalivka	13,6	1,4	2580,2	0,54	0,15
Slavna	13,9	3,6	418,9	1,88	1,45
Чорнява	13,5	2,2	1095,8	0,73	0,31
Симонида	13,4	1,0	5439,9	0,53	0,11
Zlatka	13,9	6,0	137,4	1,87	2,29
NS 405/00	13,8	4,6	259,9	2,81	2,91
№ 42 CIMMYT	14,0	3,0	534,8	-1,99	1,41
KS 96 WGRC 37	13,9	4,2	282,2	1,38	1,17
Warwik	13,7	9,2	68,6	4,87	9,47
Webster	12,7	4,4	306,4	2,63	2,45
Wisdom	13,4	8,0	82,4	5,09	9,19
Zhong Ping 1597	14,4	3,6	369,9	-1,74	1,34
Fuimai 5	13,3	8,8	70,8	4,00	6,95
Ling Xing	13,4	3,8	412,8	-2,13	1,71
Актер	14,2	3,1	522,1	1,40	0,90
Этана	14,3	3,1	537,3	1,66	1,13
Cubus	13,7	2,9	616,8	1,03	0,59
MV 15-09	13,6	1,7	1784,9	0,86	0,31
GK Cipo	13,7	2,4	899,9	0,47	0,28
GK HoLLO	13,5	5,4	177,7	1,39	1,57
№ 71 CIMMIT	13,7	3,3	482,9	1,26	0,82
Фиделиус	13,6	5,8	165,4	3,30	4,14
Тацитус	13,8	0,7	9265,4	-0,21	0,03
CO 911	13,8	2,8	640,4	0,48	0,36
Сейлор	13,9	6,2	129,0	-4,07	5,87
Бомбус	12,9	6,8	125,3	3,23	4,33
EistanzueLo Benteveo	13,0	3,0	632,8	-0,68	0,42
Дагмар	13,4	4,2	310,2	-0,31	0,66

Примечание: C_v – коэффициент вариации; Ном – гомеостатичность; b_i – коэффициент регрессии; S^2_i – дисперсия стабильности.

Если b_i меньше 1, то это свидетельствует о том, что сорта показывают лучшие результаты в неблагоприятных условиях среды. В этом случае изменения условий выращивания не вызывают адекватного изменения признака у изучаемого сорта. В результате проведенных расчетов выявлены генотипы, у которых b_i ниже 1. Это сорта с отрицательными значениями коэффициента регрессии: Ермак ($b_i = -0,70$), Л 19578 ($b_i = -1,41$), № 42 CIMMYT ($b_i = -1,99$), Zhong Ping 1597 ($b_i = -1,74$), Ling Xing ($b_i = -2,13$), Тацитус ($b_i = -0,21$), Сейлор ($b_i = -4,07$), Eistanzuelo Benteveo ($b_i = -0,68$) и Дагмар ($b_i = -0,31$). Генотипы с отрицательной регрессией на условия среды являются пластичными, так как высоко адаптированы в лимитированной среде и слабо адаптированы в безлимитных средах (Белякин, 2005).

Если значения b_i не имеют достоверного отклонения от 1, то изменение признака у этих сортов будет в точности следовать за изменением условий среды. К этой группе относили сорта Shestopalivka ($b_i = 0,54$), Чорнява ($b_i = 0,73$), Симонида ($b_i = 0,53$), KS 96 WGRC 37 ($b_i = 1,38$), Актер ($b_i = 1,40$), Этана ($b_i = 1,66$), Cubus ($b_i = 1,03$), MV 15-09 ($b_i = 0,86$), GK Cipo ($b_i = 0,47$), GK HoLLo ($b_i = 1,49$), № 71 CIMMIT ($b_i = 1,26$) и CO 911 ($b_i = 0,48$).

Показатель S^2_i – дисперсия отклонения от линии регрессии – свидетельствует, что чем меньше значения, тем более стабилен признак во времени и в пространстве. В результате проведенных исследований выделены сорта, стабильные по признаку «массовая доля белка в зерне»: Ермак ($S^2_i = 0,17$), Shestopalivka ($S^2_i = 0,15$), Чорнява ($S^2_i = 0,31$), Симонида ($S^2_i = 0,11$), MV 15-09 ($S^2_i = 0,31$), GK Cipo ($S^2_i = 0,28$), Тацитус ($S^2_i = 0,03$) и CO 911 ($S^2_i = 0,36$).

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды, является гомеостатичность,

которая является критерием способности генотипов поддерживать низкую вариабельность признаков. Таким образом, гомеостатичность (Hom) и коэффициент вариации (C_v) характеризуют устойчивость признака в изменяющихся условиях среды.

В наших исследованиях наиболее стабильными на изменения условий среды являлись сорта Ермак ($C_v = 1,1\%$; Hom = 11 637,6), Shestopalivka ($C_v = 1,4\%$; Hom = 2580,2), Симонида ($C_v = 1,0\%$; Hom = 5439,9), MV 15-09 ($C_v = 1,7\%$; Hom = 1784,9) и Тацитус ($C_v = 0,7\%$; Hom = 9265,4), о чем свидетельствует сочетание наименьших значений коэффициента вариации и высокой гомеостатичности.

В настоящее время многими учеными используются различные показатели и методы расчетов параметров, характеризующих адаптивные свойства генотипов. Различные способы оценки экологической пластичности и стабильности позволяют всесторонне оценить адаптивные свойства, но в то же время затрудняют восприятие получаемой информации из-за неоднозначности истолкования. Поэтому большой практический интерес представляет не только расчет абсолютных значений параметров адаптивных свойств, но и взаимосвязь между ними. Это позволит ученым вести селекцию целенаправленно на получение необходимых признаков и свойств.

В связи с этим был проведен корреляционный анализ, который позволил выявить взаимосвязи между используемыми параметрами адаптивности по массовой доле белка.

Анализ полученных результатов показал, что между гомеостатичностью (Hom) и коэффициентом вариации установлена значимая отрицательная средняя взаимосвязь ($r = -0,56$). Это является доказательством того, что гомеостатичность связывают с меньшей вариабельностью признака при различных условиях произрастания (табл. 4).

4. Взаимосвязь некоторых параметров адаптивности озимой пшеницы по признаку «массовая доля белка»

4. Interaction of some parameters of winter wheat adaptability according to the trait "mass fraction of protein in kernels"

Показатель	Среднее, x_i	C_v , %	Hom	b_i	S^2_i
Среднее, x_i	1,00	–	–	–	–
C_v , %	–0,12	1,00	–	–	–
Hom	–0,08	–0,56*	1,00	–	–
b_i	–0,28	0,55*	–0,23	1,00	–
S^2_i	–0,15	0,91*	–0,35	0,54*	1,00

*значимо на 5% уровне.

Между коэффициентом вариации C_v и параметром b_i определена значимая положительная средняя взаимосвязь ($r = 0,55$), свидетельствующая о том, что низким значениям коэффициента вариации соответствует более низкий уровень экологической пластичности, а высоким значениям коэффициента вариации – более высокая пластичность.

Между коэффициентом вариации C_v и стабильностью S^2_i выявлена значимая положительная сильная взаимосвязь ($r = 0,91$). Подобная зависимость свидетельствует о том, что чем выше коэффициент вариации признака, тем выше значения S^2_i , а так как этот параметр должен стремиться к нулю, то, следовательно, ниже стабильность признака.

При сопоставлении значений экологической пластичности b_i и стабильности S^2_i установлена значимая положительная средняя взаимосвязь ($r = 0,54$), свидетельствующая о том, что чем пластичнее сорт, тем выше значения S^2_i , то есть ниже стабильность.

Таким образом, анализ полученных взаимосвязей между рассмотренными параметрами адаптивности несет полезную информацию о реакции генотипов на условия среды, представляет практический интерес и может быть использован при изучении адаптивных свойств сортов озимой пшеницы в различных условиях среды. Выделенные генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве генетических источников полезных признаков и свойств.

Выводы

1. Выяснено, что на формирование белка условия года оказывают определяющее влияние (90,7%). Фактор «сорт» влияет на проявление признака на 6,4%. Взаимодействие между факторами достоверно и составляет 2,9%.

2. Установлены генотипы, отзывчивые на улучшение условий выращивания, у которых b_i достоверно выше 1 и содержание белка на уровне II класса: Vinnichanka ($b_i = 2,82$), Slavna ($b_i = 1,88$), Zlatka ($b_i =$

1,87), NS 405/00 ($b_i = 2,81$), Warwik ($b_i = 4,87$) и Фиде-лиус ($b_i = 3,30$).

3. Выявлены генотипы, у которых отрицательные значения b_i и содержание белка соответствуют требованиям ГОСТ к I–II классу: Ермак ($b_i = -0,70$), Л 19578 ($b_i = -1,41$), № 42 CIMMYT ($b_i = -1,99$), Zhong Ping 1597 ($b_i = -1,74$), Тацитус ($b_i = -0,21$) и Сейлор ($b_i = -4,07$). Это свидетельствует об их высокой пластичности к условиям выращивания.

4. Определена группа сортов с высокой массовой долей белка, у которых значения b_i достоверно не отклоняются от 1: Shestopalivka ($b_i = 0,54$), Чорнява ($b_i = 0,73$), KS 96 WGRC 37 ($b_i = 1,38$), Актер ($b_i = 1,40$), Этана ($b_i = 1,66$), Cubus ($b_i = 1,03$), MV 15-09 ($b_i = 0,86$), GK Cipo ($b_i = 0,47$), GK HoLo ($b_i = 1,49$), № 71 CIMMIT ($b_i = 1,26$) и CO 911 ($b_i = 0,48$). Это свидетельствует о том, что изменение признака у этих сортов будет в точности следовать за изменением условий среды.

5. Выделены сорта, стабильные по признаку «массовая доля белка в зерне»: Ермак ($S^2_i = 0,17$),

Shestopalivka ($S^2_i = 0,15$), Чорнява ($S^2_i = 0,31$), MV 15-09 ($S^2_i = 0,31$), GK Cipo ($S^2_i = 0,28$), Тацитус ($S^2_i = 0,03$), CO 911 ($S^2_i = 0,36$).

6. Установлено, что наиболее стабильными на изменения условий среды являлись сорта Ермак ($C_v = 1,1\%$; $Hom = 11\,637,6$), Shestopalivka ($C_v = 1,4\%$; $Hom = 2580,2$), MV 15-09 ($C_v = 1,7\%$; $Hom = 1784,9$) и Тацитус ($C_v = 0,7\%$; $Hom = 9265,4$), о чем свидетельствует сочетание наименьших значений коэффициента вариации и высокой гомеостатичности.

7. Расчет взаимосвязей показал высокую корреляционную связь C_v и S^2_i ($r = 0,91$), C_v и b_i ($r = 0,55$), C_v и Hom ($r = -0,56$), что с высокой долей достоверности позволяет использовать C_v для предварительной оценки сортов на гомеостатичность, экологическую пластичность и стабильность.

8. Выделенные генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве генетических источников полезных признаков и свойств.

Библиографические ссылки

1. Белан И. А., Россеева Л. П., Зыкин В. А. История селекции яровой мягкой пшеницы в СИБНИИСХ: урожайность, адаптивность // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 12. С. 8–10.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. и др. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений. Уфа, 2011. 97 с.
4. Самофалова Н. Е., Ковтун В. И. Селекция озимой пшеницы на юге России. Ростов н/Д., 2006. 480 с.
5. Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В. Новый сорт сильной озимой мягкой пшеницы Находка // Зерновое хозяйство России. 2015. № 4(40). С. 17–20.
6. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1978. С. 111–115.
7. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties // Jorip Sci. 1966. Vol. 6, no. 1. Pp. 36–40.

References

1. Belan I. A., Rosseeva L. P., Zykin V. A. Istoriya selekcii yarovoj myagkoj pshenicy v SIBNIISKH: urozhajnost', adaptivnost' [The history of spring soft wheat breeding in SibRIA: productivity, adaptability] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2008. № 12. S. 8–10.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5 izd., pererab. i dop. Stereotip. izd. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Zykin V. A., Belan I. A., Yusov V. S. i dr. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skohozyajstvennyh rastenij [Ecological adaptability of agricultural plants]. Ufa, 2011. 97 s.
4. Samofalova N. E., Kovtun V. I. Selekcija ozimoi pshenicy na yuge Rossii [Selection of winter wheat in the south of Russia]. Rostov n/D., 2006. 480 s.
5. Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgornij S. V. Novyj sort sil'noj ozimoi myagkoj pshenicy Nahodka [The new variety of strong winter soft wheat "Nakhodka"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 4(40). S. 17–20.
6. Hangil'din V. V. O principah modelirovaniya sortov intensivnogo tipa // Genetika kolichestvennyh priznakov sel'skohozyajstvennyh rastenij [On the principles of modeling varieties of intensive type]. M.: Nauka, 1978. S. 111–115.
7. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties // Jorip Sci. 1966. Vol. 6, no. 1. Pp. 36–40.

Поступила: 13.01.20; принята к публикации: 25.02.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Кравченко Н. С. – подготовка рукописи, выполнение лабораторных опытов; Ионова Е. В. – концептуализация исследования; Подгорный С. В. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Вожжова Н. Н. – анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.112.1 «321»:631.524.7

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-49-53

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

С. Н. Гапонов, кандидат сельскохозяйственных наук, директор института, ORCID ID: 0000-0002-8138-5955;
Г. И. Шутарева, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-1159-2892;
Н. М. Цетва, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0001-9042-0831;
И. С. Цетва, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-0539-9482;
И. В. Милованов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-4569-0300
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»,
410010, г. Саратов, ул. им. Н. М. Тулайкова, 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Установлено, что вопрос о качестве зерна яровой твердой пшеницы является основным при создании новых сортов. В первую очередь это важно для производителей пищевой продукции (макаронные изделия, крупы) и зернового рынка в целом. Для создания востребованных сортов селекционерам необходимы методы оценки зернового материала на ранних этапах отбора экспериментального материала. Одним из таких экспресс-методов является метод оценки реологических свойств теста из муки (семолины) твердой пшеницы по шкале оценок миксографической кривой. Выяснено, что чем прочнее и эластичнее клейковина, тем устойчивее к переварке макаронные изделия, а значит, и их питательные и кулинарные свойства. Особенно это важно для производства тонких спагетти. Обнаружено, что у нового сорта яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука реологические показатели при замесе теста не соответствуют ни одному из девяти баллов шкалы оценок миксографических кривых. Рассмотрена возможность увеличить шкалу оценок миксограмм до 10 баллов.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, сорт, миксограф, качество, шкала оценок миксограмм.

Для цитирования: Гапонов С. Н., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Цетва И. С., Милованов И. В. Усовершенствование метода реологической оценки качества зерна в селекции яровой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 49–53. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-49-53



IMPROVEMENT OF THE METHOD OF RHEOLOGICAL ASSESSMENT OF GRAIN QUALITY IN THE SPRING WHEAT BREEDING

S. N. Gaponov, Candidate of Agricultural Sciences, director of the institute, ORCID ID: 0000-0002-8138-5955;
G. I. Shutareva, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-1159-2892;
N. M. Tsetva, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-9042-0831;
I. S. Tsetva, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-0539-9482;
I. V. Milovanov, junior researcher of the laboratory of spring durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4569-0300
FSBSI "RIA of the South-East",
410010, Saratov, N. M. Tulaykov Street, 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

It was established that the question of the grain quality of spring durum wheat is the main one when developing new varieties. First of all, it is important for manufacturers of food products (pasta, cereals) and the grain market as a whole. To create popular varieties, the breeders need methods for evaluating grain material at the early stages of selecting experimental material. One of such express-methods is the method of assessment of the rheological properties of dough made from durum wheat flour (semolina) according to the rating scale of the mixographic curve. It has been found out that the stronger and more elastic gluten is, the more resistant to be overboiled pasta is, and therefore better their nutritional and culinary properties are. This is especially important for the production of thin spaghetti. It has been determined that the rheological indices of the new spring durum wheat variety "Pamyati Vasilchuka" during dough kneading do not correspond to any of the nine points on the rating scale of mixographic curves. There has been considered the possibility to increase the mixogram rating scale to 10 points.

Keywords: spring durum wheat, variety, mixograph, quality, mixogram rating scale.

Введение. В засушливой зоне юго-востока России 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. В 2019 г., по данным Министерства сельского хозяйства Саратовской области, под твердой пшеницей было высеяно всего лишь 63,5 тыс. га из 225 тыс. га общей площади яровых зерновых культур. Одна из главных причин сокраще-

ния посевов твердой пшеницы в Поволжье – более высокая требовательность этой культуры к условиям выращивания, особенно к уровню влагообеспеченности, в связи с тем, что она обладает меньшей устойчивостью к жаре и засухе (Васильчук, 2001). Колошение яровой твердой пшеницы, по среднемноголетним наблюдениям, наступает 16–18 июня, когда наступает пик дефицита влажности воздуха и запасов влаги в почве. В это время сорта озимой пшеницы проходят фазу налива и созревания и постепенно вытесняют яровую пшеницу, причем не только в Саратовской области. Отсюда и вторая причина – невысокие цены на

зерно при низкой урожайности делают яровую твердую пшеницу, по сравнению с озимой мягкой, менее экономически выгодной.

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

Со времени основания лаборатории (1984) перед сотрудниками была поставлена цель – создание засухоустойчивых сортов с высокими показателями продуктивности и качества зерна, что требовалось для производителей пищевой промышленности. Развитие селекции, выведение новых сортов, анализ огромного количества селекционного материала на уровне питомников младшего поколения, требовало использования экспресс-анализов на ограниченной по количеству массе зерна.

В настоящее время в своей работе мы применяем несколько методов оценки и определения классности зерна: традиционный прибор ИДК-1 и современный индекс плютена в качестве показателей качества клейковины; экспресс-метод, позволяющий оценить желтизну (b%) муки (семолины), поскольку для твердой пшеницы цвет макаронных изделий не менее важен, чем их качество (Гапонов и др., 2018). Также в нашей селекционной программе, как и в селекционных программах по твердой пшенице многих стран мира, есть показатель микроSDS-седиментации для оценки качества клейковины (Vasiljevic and Banasik, 1980) и метод определения реологических свойств

теста (Finney and Shogren, 1972; Peressini et al., 2000) на миксографе.

Материалы и методы исследований. Оценка реологических свойств теста на миксографе (по предложенной методике Н. С. Васильчука) подходит для яровой твердой пшеницы при небольшом количестве зерна и с учетом особенностей засушливого климата Поволжья. В условиях Саратова при высокой температуре и нехватке осадков формируется высокостекловидное зерно с очень сильной клейковиной (Васильчук, 1994).

По этой причине решили изменить методику оценки с учетом особенностей местного селекционного материала и прежде всего изменили положение пружины на плече рычага в положение «11». Также очень важными были и количество зерна (20–25 г), и количество анализов в день (30–35 номеров). Для примера: на анализ одного образца необходимо 10 г муки (семолины) влажностью 46,5% (при влажности 14% следует добавить в смесительный стакан 6,0 мл дистиллированной воды), время – около 16 минут. В таком единообразии условий проведения замеса теста можно проводить сравнительный анализ полученных результатов и по рисунку кривой миксограммы выставлять баллы. Из-за сложной конфигурации кривых миксограмм бывает довольно трудно их расшифровывать. От исследователя требуются определенные навыки и большой опыт. Для облегчения визуальной оценки кривых миксограмм мы дополнили используемую в США и Канаде 8-балльную шкалу, доведя ее до 9 баллов (рис. 1).

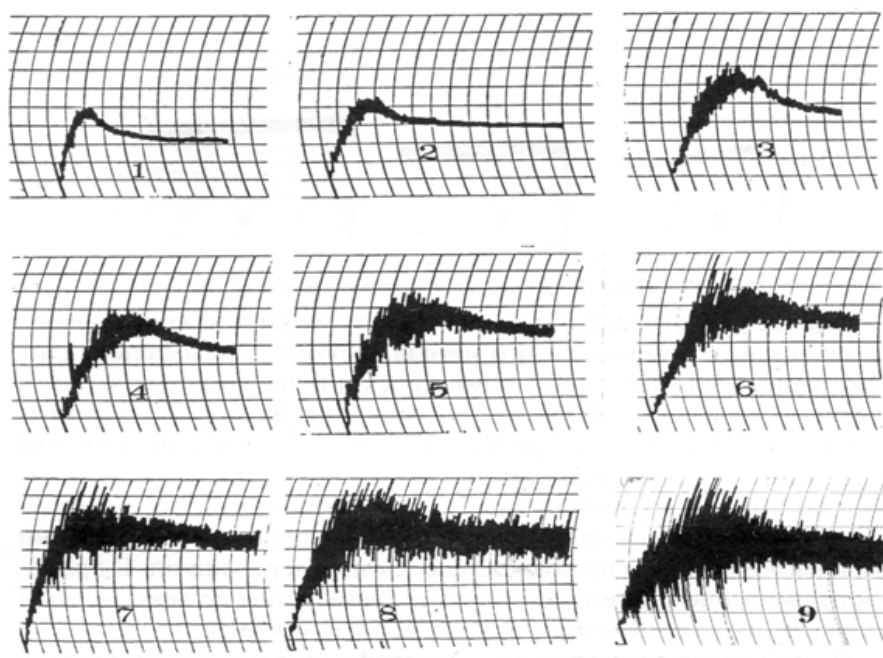


Рис. 1. Шкала для оценки миксограмм (балл 1–9)

Fig. 1. Mixogram rating scale (points 1–9)

Следует подчеркнуть, что все новые сорта яровой твердой пшеницы, созданные в ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока с 1984 г. и допущенные к использованию в производстве, по реологическим свойствам пасты в зависимости от погодных условий имеют оценку кривых миксограмм от 7 до 9 баллов и отвечают самым высоким требованиям мирового рынка. Среди них Саратовская 59 (1992), Саратовская золотистая (1993), Людмила (1995), Валентина (1998), Ник (2000), Елизаветинская (2003), Золотая волна (2003), Аннушка (2007), Николаша (2009) и Луч 25 (2011).

Результаты и их обсуждение. Мы усовершенствовали метод оценки реологических свойств теста на миксографе для муки (семолины) из твердой пшеницы согласно нашим климатическим условиям и техническим возможностям (Васильчук, 1994).

Конечно же, миксограф дает более грубые результаты, чем фаринограф, поскольку при замесе не учитывается водопоглотительная способность белков. Но при анализе данных по показателям фаринографа и миксографа по одному и тому же сорту обнаружилась тесная корреляция по их значениям (Васильчук,

2001). При интерпретации значений, характеризующих кривую миксограммы, мы попытались использовать сходство этих параметров с показателями, характеризующими кривую фаринограммы, в соответствии с международным стандартом ICC-Standard No. 115/1.

Прошло более 20 лет с момента внесения изменений в шкалу оценки качества зерна на миксографе до 9. Селекция – процесс ежедневный, ежегодный и постоянный. В настоящее время в «котел отбора» (и в качестве исходного материала) добавляются новые сорта и линии из многих селекционных центров РФ и мира. Весь материал досконально изучается, наилучшие включаются в программу скрещивания, при этом учитываются не только агроклиматические условия засушливого Поволжья, но и требования производства и рынка зерна яровой твердой пшеницы.

На создание сорта, прохождение испытания в ГСИ и его внедрение в производство уходит примерно 12–15 лет. Результатом такой длительной работы стал новый сорт яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука, названный в честь нашего руководителя и учителя (Гапонов и др., 2017). Новый сорт, как и все предыдущие сорта лаборатории селекции яровой твердой пшеницы НИИСХ Юго-Востока, характер-

изуется высокой потенциальной продуктивностью, засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и высокими качествами зерна. Но главной особенностью сорта являются реологические свойства теста в процессе замеса семолины, что очень важно при изготовлении продуктов для пасты (тонких спагетти) (Гапонов и др., 2018; Мальчиков и др., 2017). Уровень стабильности (RS) как один из показателей миксографической кривой позволяет оценивать упругость и устойчивость теста к разжижению. У нового сорта RS измеряется оценкой символа бесконечности (∞) во временном промежутке (16 мин) проведения анализа одного образца. Повторяемость рисунка миксограммы нового сорта за несколько лет конкурсного испытания позволяет предложить расширить шкалу оценки миксограммы до 10 баллов. Высокая упругость и устойчивость к разжижению теста объясняется многими факторами, в том числе показателем прочности клейковины прибора ИДК-1 (57–77 ед.) – I группа, что сложно достижимо у твердой пшеницы, а также показателем SDS-седиментации на уровне 51 мм (табл. 1).

На рисунках 2–4 приведены миксограммы, где цифрами отмечены показатели миксограмм, а в таблице 2 приведены их цифровые значения.

1. Показатели качества клейковины нового сорта яровой твердой пшеницы по сравнению со стандартом (Саратов, 2016–2019 гг.)

1. Gluten quality indicators of the new spring durum wheat variety compared to the standard variety (Saratov, 2016–2019)

Сорта	Индекс глютена, %	ИДК-1, ед.	Микро-SDS-седиментация, мм	Миксограмма, балл (1–10)
Краснокутка 13, ст.	82,6	83	43	7,5
Саратовская золотистая	88,9	78	45	9
Валентина	94,8	78	49	9
Аннушка	85,1	84	54	9
Луч 25	89,4	81	48	8,5
Тамара (D-2138)	88,5	78	42	9
Памяти Васильчука (D-2136)	86,0	67	51	10
НСР _{0,05}	4,8	5	7	1,1

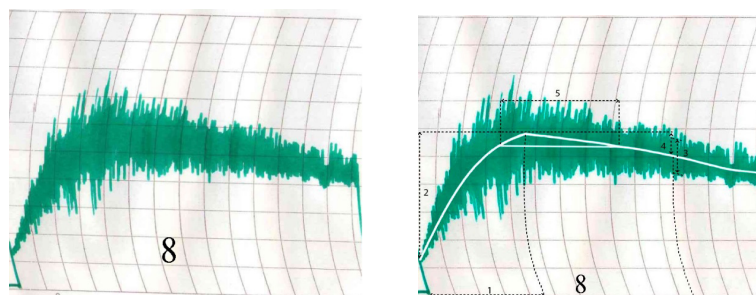


Рис. 2. Наивысшая оценка миксографической кривой по шкале S. Vasiljevic and O. J. Banasik

Fig. 2. The largest mixographic curve point according to the S. Vasiljevic and O. J. Banasik

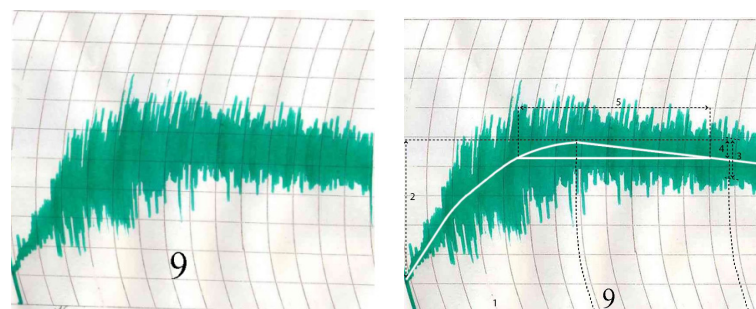


Рис. 3. Дополнительный балл, предложенный Н. С. Васильчуком, с учетом климатических условий Саратова

Fig. 3. An additional point proposed by N. S. Vasilchuk, taking into account the Saratov climate

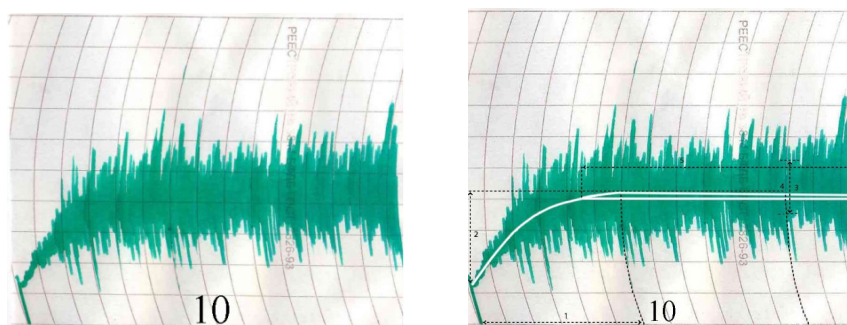


Рис. 4. Микрограмма нового сорта яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука с оценкой в «10» баллов

Fig. 4. Mixogram of the new spring durum wheat variety "Pamyati Vasilchuka" with "10" points

2. Показатели микрографических кривых 2. Indicators of mixographic curves

Балл/показатели	PT(1)	PH(2)	BW(3)	MTV(4)	RS(5)
8	4,6	4,7	1,0	0,8	3,8
9	6,0	4,8	1,6	0,6	6,1
10	6,0	4,1	2,0	0,2	∞

Примечание: 1-PT (Peak time) – расстояние от начала записи кривой микрограммы до проекции ее пика на базовой линии;

2-PH (Peak height) – расстояние от пика кривой микрограммы до базовой линии;

3-BW (Band width) – ширина кривой микрограммы после 6 мин замеса от пика кривой;

4-MTV (Mixing tolerance value) – показатель устойчивости к разжижению;

5-RS (Range of stability) – устойчивость к замесу или уровень стабильности.

Сложнее всего на кривой микрограммы определить устойчивость к замесу или уровень стабильности (Range of stability, RS). Способ, предложенный S. Vasiljevic (Vasiljevic and Banasik, 1980) для наших условий мало пригоден, так как у наших сортов кривая микрограммы редко падает сразу после достижения пика при замесе теста. А это очень важно при измерении данного показателя. Поэтому мы пришли к выводу, что этот параметр лучше всего находить следующим образом. В месте пика следует ограничить верхний и нижний края кривой. От верхней точки отмерить вниз 2/3 ширины кривой, через эту точку провести горизонтальную линию до пересечения с центральной кривой и измерить полученный отрезок. У новой линии D-2136 (сорт Памяти Васильчука) измерить уровень стабильности за время проведения анализа практически невозможно, что наглядно демонстрирует рисунок 4.

Выводы

1. В настоящее время многие селекционные центры, занимающиеся изучением яровой твердой пшеницы на разных этапах селекции и созданием новых сортов, используют метод оценки качества зерна по реологическим свойствам теста на микрографе. Увеличение шкалы до десяти баллов расширит и уточнит диапазон применения сортов яровой твердой пшеницы в производстве продуктов специального изготовления (булгур, кус-кус, тонкие спагетти для пасты).

2. Применение данного метода в селекционных программах позволит проводить отборы на начальных этапах селекции, где ограничено количество изучаемого материала, а также может способствовать получению сортов с высокой продуктивностью и качественным зерном, что позволит стабилизировать производство и рынок яровой твердой пшеницы в Саратовской области.

Библиографические ссылки

1. Васильчук Н. С. Особенности оценки качества клейковины твердой пшеницы на микрографе // Селекция и семеноводство. 1994. № 3. С. 31–33.
2. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов: Новая газета, 2001. 124 с.
3. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И. и др. Получение новых источников яровой твердой пшеницы – гарантия создания новых стрессоустойчивых сортов // Аграрный вестник Юго-Востока. 2018. № 3(20). С. 30–31.
4. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И. и др. Ученый по призванию (к 70-летию со дня рождения Н. С. Васильчука) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 71–72.
5. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И. и др. 25 лет сорту Саратовская золотистая // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 57–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-57-60.
6. Мальчиков П. Н., Розова В. А., Шаболкина Е. Н. и др. Характеристика сортов разных этапов селекции в России и селекционных линий яровой твердой пшеницы по качеству клейковины. // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 55–60.
7. Finney K. F., Shogren M. D. A ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheats flours // Baker's Digest. 1972. No. 46(2). Pp. 32–42, 77.
8. 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. Pp. 163–182. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2000.tb01415.x>.
9. Vasiljevic S., Banasik O. J. Quality testing methods for durum wheat and its products // North Dakota State University: Fargo ND. 1980. Pp. 51–62.

References

1. Vasil'chuk N. S. Osobennosti ocenki kachestva klejkoviny tvyordoj pshenicy na miksografe [Features of estimation of gluten quality of durum wheat on a mixograph] // *Selekciya i semenovodstvo*. 1994. № 3. S. 31–33.
2. Vasil'chuk N. S. Selekcija yarovoj tvyordoj pshenicy [Spring durum wheat breeding]. Saratov: Novaya gazeta, 2001. 124 s.
3. Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I. i dr. Poluchenie novyh istochnikov yarovoj tvrdoj pshenicy – garantiya sozdaniya novyh stressoustojchivyh sortov [Obtaining new sources of spring durum wheat is a guarantee to develop new stress-resistant varieties] // *Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka*. 2018. № 3(20). S. 30–31.
4. Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I. i dr. Uchenyj po prizvaniyu (k 70-letiyu so dnya rozhdeniya N. S. Vasil'chuka) [Scientist by vocation (to the 70th anniversary of N. S. Vasilchuk)] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2017. № 3(51). S. 71–72.
5. Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I. i dr. 25 let sortu Saratovskaya zolotistaya [The variety "Saratovskaya zolotistaya" is 25] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 5(59). S. 57–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-57-60.
6. Mal'chikov P. N., Rozova M. A., Shabolkina E. N. i dr. Harakteristika sortov raznyh etapov selekcii v Rossii i selekcionnyh linij yarovoj tvrdoj pshenicy po kachestvu klejkoviny [Characteristics of the varieties of different breeding stages in Russia and spring durum wheat breeding lines according to gluten quality] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2017. № 6(54). S. 55–60.
7. Finney K. F., Shogren M. D. A ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheats flours // *Baker's Digest*. 1972. No. 46(2). Pp. 32–42, 77.
8. 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. Pp. 163–182. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2000.tb01415.x>.
9. Vasiljevic S., Banasik O. J. Quality testing methods for durum wheat and its products // North Dakota State University: Fargo ND. 1980. Pp. 51–62.

Поступила: 27.11.19; принята к публикации: 16.01.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Гапонов С. Н. – концептуализация исследования; Шутарева Г. И. – подготовка опыта; Цетва Н. М. – выполнение лабораторных опытов; Цетва И. С. – сбор и анализ данных; Милованов И. В. – интерпретация данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.18:632.488.42:575

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-54-58

СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА ПО МАЛОВОДОТРЕБОВАТЕЛЬНОМУ РИСУ В ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

П. И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

Е. В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

А. В. Аксенов, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Представлены результаты изучения коллекции суходольного риса в лаборатории селекции и семеноводства риса ФГБНУ «АНЦ «Донской» на базе СП «Пролетарское» Ростовской области. Образцы выращивали на засушливом и нормальном фоне орошения. Цель исследований – использование коллекционных источников засухоустойчивости риса для селекции продуктивных, скороспелых, маловодотребовательных сортов, устойчивых к длительному пересыханию почвы и воздушной засухе. Изучены коллекционные образцы риса в условиях периодического орошения, выделены образцы с повышенной засухоустойчивостью: Золотые всходы (Россия), Маловодотребовательный (Узбекистан), Ан-Юн-Хо, Дин-Сян, Контро, Хун-Мо, Чан-Чунь-Ман (Китай) и др. Выявлены абсолютные и относительные различия в проявлении количественных признаков у семи суходольных образцов, особенно выделились Хун-Мо, Дин-Сян, Чан-Чунь-Ман. Максимальный интегральный показатель устойчивости оказался у образца Хун-Мо (69,1%), а минимальный – у Ан-Юн-Хо (53,6%). Наибольшее соотношение величины признака в засушливых и нормальных условиях в среднем по всем сортам было по массе 1000 зерен (97,1%), затем в порядке убывания расположились высота растения (81,7%), длина метелки (76,8%), урожайность (63,4%), масса зерна с метелки (42,3%), количество выполненных зерен на метелке (38,1%) и количество пустых колосков на метелке (21,6%). Таким образом, в наименьшей степени снижается масса зерновки, а в наибольшей – количество колосков в метелке. Проведены скрещивания суходольных образцов с лучшими сортами по четырем комбинациям. Размножены образцы риса для дальнейшего изучения в условиях периодического орошения. Выделившиеся образцы риса включены в селекционную программу по созданию маловодотребовательных сортов риса для условий Ростовской области.

Ключевые слова: рис, сорт, источник, суходол, засухоустойчивость, периодическое орошение.

Для цитирования: Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Селекционная работа по маловодотребовательному рису в ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 54–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-54-58



THE BREEDING WORK ON RICE WHICH REQUIRES LITTLE WATER AT FSBSI “ARC “DONSKOY”

P. I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

E. V. Krasnova, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

A. V. Aksenov, agronomist of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The current paper presents the study results of the upland rice collection in the laboratory of rice breeding and seed production of the FSBSI “ARC “Donskoy”, on the basis of the JV “Proletarskoye” in the Rostov region. The samples were grown on dry and conventional irrigation backgrounds. The purpose of the study is to use the collection sources of rice drought tolerance to develop productive, early-ripening varieties requiring little water and resistant to a long-term soil and air drought. The collection rice samples were studied under intermittent-flow irrigation. There have been identified the samples “Zolotye vskhody” (Russia), “Malovodotrebvatelny” (Uzbekistan), “An-Yun-Ho”, “Ding-Xiang”, “Kontro”, “Khun-Mo”, “Chan-Chun-Man” (China) and others with increased drought tolerance. There have been identified absolute and relative differences in the manifestation of quantitative traits in seven upland samples, among which the samples “Hong-Mo”, “Ding-Xiang”, and “Chan-Chun-Man” turned to be especially prominent. The maximum integral index of stability was identified in the sample “Hong-Mo” (69.1%), and the minimum one was identified in the sample “An-Yun-Ho” (53.6%). The largest ratio of the value of the trait in dry and conventional conditions on average for all varieties was 1000 kernels (97.1%), then in descending order there were “plant height” (81.7%), “panicle length” (76.8%), “productivity” (63.4%), “kernel weight per panicle” (42.3%), “number of full kernels per panicle” (38.1%) and “empty spikelets per panicle” (21.6%). Thus, “kernels weight” decreases to the least extent, and “number of spikelets per panicle” reduces to the largest extent. There were carried out the crossings of upland samples with the best varieties in four combinations. The rice samples were propagated for further study under intermittent-flow irrigation. The identified rice samples have been included in the breeding program to develop rice varieties which require little water for the conditions of the Rostov region.

Keywords: rice, variety, source, dry land, drought tolerance, intermittent-flow irrigation.

Введение. Суходольный рис выращивают на обычных полях без ограждений в холмистых местностях, где невыровненная поверхность и высокая проницаемость почвы не позволяют накопить воду. Такие сорта занимают в мировом рисоводстве небольшую часть площадей – 12% (Khush, 1997). Богарные рисовые поля могут быть подвержены засухе. В связи с нехваткой воды, во многих странах задумались о снижении водных затрат при выращивании риса на периодическом орошении. В Индии, Китае и Южной Америке широко распространена технология периодического полива специальных сортов суходольного риса, требующего для своей жизнедеятельности малого количества воды (Guimaraes, 2005). Высокий урожай при периодическом орошении возможен, если проводить тщательную предпосевную подготовку почвы и вносить удобрения. Термин «суходольный рис» недавно был разделен на два: «рис возвышенности» и «аэробный рис». Система выращивания аэробного риса проводится в более благоприятных условиях, с использованием удобрений и дополнительного орошения. Аэробные сорта риса должны совмещать в себе лучшие признаки: от сортов возвышенностей – устойчивость к засухе, а от сортов равнин – высокую урожайность (Rice Knowledge Bank, 2016).

Создание высокоурожайных сортов, малотребовательных к нехватке воды, имеет большое значение в связи с тем, что в южных российских территориях на значительных площадях возникает засуха и в некоторые годы на рисовых чеках не хватает воды. В России выращивали сорта суходольного риса в Приморском крае еще в 30-е гг. XX века на площади около 500 га, но в связи со значительной засоренностью полей и отсутствием гербицидов его прекратили возделывать. В Ростовской области селекционную работу с рисом начали вести в 1920 г. в Персиановке на Северо-Кавказской опытно-мелиоративной станции, где были выведены специальные сорта для выращивания при периодическом орошении (Белый СКОМС, Бурый СКОМС). Из-за ряда недостатков их почти не использовали в практическом рисоводстве (Величко и Шумакова, 1972).

Во ВНИИ орошаемого земледелия (г. Волгоград) много лет ведутся исследования по выращиванию на небольшой площади суходольных сортов риса при периодическом поливе различными оросительными

установками, получены положительные результаты. В последнее время в связи с большими затратами на содержание оросительной системы и ее водоснабжение повышается актуальность возделывания суходольного риса. Поскольку снижаются запасы оросительной воды в водохранилищах Ростовской области и Краснодарского края, снова появился интерес к возделыванию суходольных сортов риса.

Основной задачей селекции любой культуры является создание продуктивных сортов с высоким качеством продукции и устойчивостью к стресс-факторам. Это предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, обладающего нужными качествами (Ковтунова и др., 2018).

Цель исследований – изучение коллекционных образцов риса для отбора раннеспелых, форм, устойчивых к длительному пересыханию почвы и воздушной засухе; использование источников засухоустойчивости для передачи этого признака в сорта зерноградской селекции.

Материалы и методы исследований. Источниками засухоустойчивости послужили образцы риса коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова Золотые всходы (Россия), Маловодотребовательный (Узбекистан), Ан-Юн-Хо, Дин-Сян, Контро, Хун-Мо, Чан-Чунь-Ман (Китай).

Исследования проводили в 2018–2019 гг. в лаборатории селекции и семеноводства риса ФГБНУ «АНЦ «Донской» на базе СП «Пролетарское» Ростовской области. Образцы высевали на двух фонах – засушливый и нормальный (затопляемый). Для выращивания суходольного риса был выделен специальный чек с периодическим орошением. Рис выращивали на делянках площадью 20 м² в двукратной повторности с нормой посева 500 семян на 1 м² для испытания в условиях периодической засухи и оценки толерантных к нехватке воды образцов. Математическую обработку данных делали с помощью программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Были изучены коллекционные образцы ВИГРР, из которых выделили формы, устойчивые к недостаточному увлажнению (табл. 1). Они были раннеспелыми (104–118 дней), среднерослыми (80–108 см), с тонкими стеблями и поникающими метелками с остистыми зерновками средней массы (29,2–34,5 г). Семь лучших из них были выделены для изучения на засушливом фоне.

1. Характеристика коллекционных образцов суходольного риса (2017–2018 гг.) 1. Characteristics of the collection samples of upland rice (2017–2018)

Название сорта, образца	Вегетационный период, дни	Высота растений, см	Длина метелки, см	Число колосков, шт.	Масса 1000 зерен, г
Боярин, ст.	116	90	16,2	119,7	30,1
45-1-1, Чили	118	98	18,8	84,2	32,1
Н-561	112	83	19,0	68,5	36,9
Ан-Юн-Хо, Китай	110	97	19,5	73,8	29,2
Б/н, Волгоград	105	80	16,1	45,3	31,8
Б/н, Узбекистан	116	105	21,4	134,3	34,4
Дин-Сян, Китай	112	103	22,1	75,1	32,2
Золотые всходы	112	97	20,3	89,3	31,1
Конто, Китай	110	87	17,5	59,0	30,0
Маловодотребовательный	115	108	20,7	81,0	31,7
Белый СКОМС	113	96	17,8	74,1	30,8
Суходольный	110	98	19,0	80,0	30,0
Хун-Мо суходольный	113	94	18,1	102,7	29,4
Чан-Чунь-Ман, Китай	112	99	22,1	81,3	30,8
НСП ₀₅	4,1	7,7	1,9	10,9	2,0

В 2019 г., несмотря на жесткие условия, большинство изучаемых образцов риса сформировали зерно. Тем не менее растения в нормальных и засушливых

условиях формировались по-разному, причем вторые значительно уступали первым по величине многих признаков (рис. 1).



Рис. 1. Растения риса в нормальных (вверху) и засушливых (внизу) условиях

Fig. 1. Rice plants in conventional (at the top) and dry (at the bottom) conditions

В верхней части таблицы 2 приведены данные по количественным признакам риса в засушливых условиях, а в нижней части – в нормальных. Видно, что первые величины существенно ниже вторых.

Особенно резко снижались количество зерен в метелке и, соответственно, масса зерна с метелки. Также отмечено уменьшение длины метелок и высоты растений.

2. Характеристика образцов риса в условиях засухи и затопления (2019 г.) 2. Characteristics of the rice samples during drought and flooding (2019)

№	Образец	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество полных зерен, шт.	Количество пустых колосков, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с метелки, г	Урожайность, г/м ²
Условия периодического орошения								
546	Золотые всходы	70,0	14,3	32,9	3,0	28,3	0,99	296,1
547	Контро	74,0	16,2	54,6	2,4	27,6	1,60	480,9
548	Дин-Сян	75,0	15,7	62,1	2,0	26,4	1,79	536,7
550	Хун-Мо	80,0	14,8	49,2	3,7	25,1	1,84	553,4
551	Чан-Чунь-Ман	83,0	18,1	64,2	3,5	29,4	1,93	579,6
552	Ан-Юн-Хо	79,0	14,2	47,7	2,1	26,4	1,51	454,2
553	Маловодотребовательный	69,0	14,3	41,6	2,3	26,9	1,40	420,6
	НСР ₀₅	5,2	1,4	11,1	0,7	1,4	0,3	96,9
Условия постоянного затопления водой								
546	Золотые всходы	91,0	18,8	90,4	14,8	29,2	2,64	528,0
547	Контро	93,3	21,2	150,2	12,0	28,4	4,27	854,0
548	Дин-Сян	83,3	20,6	142,8	10,0	27,2	3,88	776,0
550	Хун-Мо	93,3	16,3	119,3	9,7	26,0	3,51	702,0
551	Чан-Чунь-Ман	98,3	23,0	148,5	22,5	29,0	4,31	862,0
552	Ан-Юн-Хо	88,3	21,7	150,0	21,0	29,0	4,35	870,0
553	Маловодотребовательный	105,0	19,3	122,0	8,3	27,0	3,29	658,0
	НСР ₀₅	7,0	2,2	22,5	5,7	1,2	0,6	128,1

Более наглядно это демонстрирует таблица 3, показывающая соотношение величин признаков в условиях периодического орошения и постоянного затопления слоем воды.

Наиболее стабильным был признак «масса 1000 зерен», составивший на засухе в среднем 97,1% к норме, затем в порядке убывания расположились высота растения (81,7%), длина метелки (76,8%), урожайность (63,4%), масса зерна с метелки (42,3%),

количество выполненных зерен на метелке (38,1%) и количество пустых колосков на метелке (21,6%). Таким образом, в наименьшей степени снижается масса зерновки, а в наибольшей – количество колосков в метелке.

Среди сортов также выявлены различия в засухоустойчивости. Максимальный интегральный показатель устойчивости оказался у образца Хун-Мо суходольный (69,1%), а минимальный – у Ан-Юн-Хо (53,6%).

3. Соотношение величин признаков риса на засухе и затоплении, % 3. Ratio of the values of rice traits in drought and flooding, %

№	Образец	Высота растения, см	Длина метелки, см	Кол-во полных зерен, шт.	Кол-во пустых колосков, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с метелки, г	Урожайность, г/м ²	Средний процент
546	Золотые всходы	76,9	76,3	36,4	20,0	97,1	37,4	56,1	57,2
547	Контро	79,3	76,3	36,4	20,0	97,1	37,5	56,3	57,6
548	Дин-Сян	90,0	76,3	43,5	20,0	97,1	46,1	69,2	63,2
550	Хун-Мо	85,7	90,6	41,2	38,3	96,5	52,6	78,8	69,1
551	Чан-Чунь-Ман	84,4	78,7	43,2	15,6	101,4	44,8	67,2	62,2
552	Ан-Юн-Хо	89,5	65,5	31,8	10,0	91,0	34,8	52,2	53,6
553	Маловодотребовательный	65,7	74,0	34,1	27,6	99,6	42,6	63,9	58,2
	Средний процент	81,7	76,8	38,1	21,6	97,1	42,3	63,4	60,1

Была проведена гибридизация суходольных образцов риса по 4 комбинациям (табл. 4). Скрещивали китайский образец Дин Сян с отечественными урожайными сортами Кубояр и Суходол, а также

присланные из Уганды суходольные образцы риса Nerica 1 и Nerica 4 с нашими сортами Контакт и Боярин. Получено 147 гибридных зерновок.

4. Результаты гибридизации риса (2019 г.) 4. Results of rice hybridization (2019)

Комбинация скрещивания			Число зерен
Дин Сян (Китай)	×	Кубояр	14
Суходол (Дон 8062)	×	Дин-Сян (Китай)	59
Боярин	×	Nerica 4	37
Контакт	×	Nerica 1	37

Размножено несколько образцов для дальнейшего изучения засухоустойчивости. Особенно выделился по продуктивности образец Дон 7826/19, отобранный ранее из суходольной популяции. Его урожайность в 2019 г. составила 8,96 т/га. Выделившиеся образцы риса включены в селекционную программу по созданию маловодотребовательных сортов риса для условий юга России.

Выводы

1. Изучены образцы мировой коллекции риса в условиях недостаточной влагообеспеченности; отобраны засухоустойчивые образцы: Золотые всходы (Россия),

Маловодотребовательный (Узбекистан), Ан-Юн-Хо, Дин-Сян, Контро, Хун-Мо, Чан-Чунь-Ман (Китай) и др.

2. Выявлены абсолютные и относительные различия в проявлении количественных признаков у семи суходольных образцов, из которых выделились Хун-Мо, Дин-Сян, Чан-Чунь-Ман.

3. Проведена гибридизация суходольных форм с лучшими отечественными сортами по 4 комбинациям, завязалось 147 гибридных зерновок.

4. Размножены образцы риса для дальнейшего изучения в суходольных условиях и включения в селекционную программу.

Библиографические ссылки

1. Величко Е. Б., Шумакова К. П. Полив риса без затопления. М.: Колос, 1972. 88 с.
2. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Барановский А. В. и др. Экологическое испытание сортов и гибридов зернового сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 42–47.
3. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 49–52.
4. Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Романюкин А. Е и др. Урожайность образцов суданской травы различного эколого-географического происхождения // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 56–61.
5. Guimaraes E. P. Population improvement, a way of exploiting rice genetic resources in Latin America // Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy, 2005. 350 p.
6. Khush G. S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice // Plant Molecular Biology. 1997. No. 35. Pp. 25–34.
7. Rice Knowledge Bank. What is the difference between aerobic rice and upland rice? [e-resource]. Available at: <http://www.knowledgebank.irri.org>.

Reference

1. Velichko E. B., Shumakova K. P. Poliv risa bez zatopeniya [Rice watering without flooding]. M.: Kolos, 1972. 88 s.
2. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Baranovskij A. V. i dr. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov zernovogo sorg [Ecological testing of grain sorghum varieties and hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 42–47.
3. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Bioraznoobrazie sorgo [Sorghum biodiversity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 49–52.
4. Kovtunova N. A., Shishova E. A., Romanyukin A. E i dr. Urozhajnost' obrazcov sudanskoj travy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya [Productivity of Sudanese grass samples of various ecological and geographical origin] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 56–61.
5. Guimaraes E.P. Population improvement, a way of exploiting rice genetic resources in Latin America // Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy, 2005. 350 p.
6. Khush G. S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice // Plant Molecular Biology. 1997. No. 35. Pp. 25–34.
7. Rice Knowledge Bank. What is the difference between aerobic rice and upland rice? [e-resource]. Available at: <http://www.knowledgebank.irri.org>.

Поступила: 11.12.19; принята к публикации: 27.12.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Костылев П. И. – общее научное руководство, постановка цели и задач, анализ литературных данных, формирование методологии исследования и концепции статьи, анализ полученных данных, написание текста статьи; Краснова Е. В. – руководство технологическими процессами, выращивание растений, структурный анализ; Аксенов А. В. – закладка опыта, посев риса, отбор растений для анализа, промеры и подсчеты частей растений в процессе структурного анализа, заполнение таблиц.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.854.78:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-59-63

СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА, УСТОЙЧИВОГО К НОВЫМ ВЫСОКОВИРУЛЕНТНЫМ РАСАМ ЗАРАЗИХИ И ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ

О. Ф. Горбаченко, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией создания исходного материала, ORCID ID: 000-0002-1689-9888;

Ф. И. Горбаченко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. отделом селекции и первичного семеноводства масличных культур, ORCID ID: 000-0001-7231-1316;

Т. В. Усатенко, старший научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и иммунитета подсолнечника, ORCID ID: 0000-0003-2757-7646;

Н. С. Лучкин, старший научный сотрудник, зав. лабораторией первичного семеноводства подсолнечника, ORCID ID: 0000-0003-2239-5587;

Е. Г. Бурляева, научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства подсолнечника, ORCID ID: 0000-0002-3296-1880;

Н. А. Житник, научный сотрудник лаборатории создания исходного материала, ORCID ID: 0000-0002-5333-2792;

В. Д. Горбаченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией массовых анализов, ORCID ID: 0000-0002-1352-3236

Донская опытная станция им. Л. А. Жданова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,

346754, Ростовская обл., Азовский район, пос. Опорный, ул. Жданова, 2; e-mail: gnudos@mail.ru

Повсеместное нарушение научно обоснованных севооборотов и насыщение их посевами подсолнечника вызвали ускоренное возникновение более агрессивных рас заразихи и ложной мучнистой росы. В настоящее время учеными разных стран выявлено 8 рас заразихи: А, В, С, D, Е, F, G, H. Ранее созданные на станции и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ сорта и гибриды подсолнечника, устойчивые к расам заразихи А, В, С, D, Е, стали сильно поражаться. Мониторинг рас заразихи и ложной мучнистой росы, проведенный учеными ВНИИМК, показал наличие более агрессивных рас заразихи (F, G, H) и ложной мучнистой росы (330, 710, 730) на полях Ростовской области. Возникшая ситуация вызвала необходимость создания гибридов подсолнечника, устойчивых к новым агрессивным расам этих патогенов. Для получения таких гибридов необходим соответствующий исходный селекционный материал. Важно было совместить в одном генотипе устойчивость к заразихе и ложной мучнистой росе с другими селекционно ценными признаками. В статье представлены результаты селекции исходного селекционного материала подсолнечника на устойчивость к заразихе и ложной мучнистой росе. Работа проведена на полях и в лабораториях ДООС – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. В качестве исходного материала использовали селекционный материал, созданный на станции. С помощью методов гибридизации, многократного самоопыления и достоверной оценки на устойчивость к патогенам на всех этапах селекционного процесса отобран перспективный линейный материал (I-4/4640, I-4/4764, I-5/2450, I-5/2465 и др.), который был включен в работу по поиску высокогетерозисных гибридных комбинаций. Гибридные комбинации, созданные с его участием (МЛГ 45/4640, МЛГ 121/4764, МЛГ 65/2444 и др.), при оценке на полевом инфекционном фоне по заразахе показали более высокую устойчивость к высоковирулентным расам патогена в сравнении с лучшими иностранными гибридами.

Ключевые слова: подсолнечник, отцовские линии, устойчивость к заразихе и ложной мучнистой росе, новые агрессивные расы, новый исходный селекционный материал.

Для цитирования: Горбаченко О. Ф., Горбаченко Ф. И., Усатенко Т. В., Лучкин Н. С., Бурляева Е. Г., Житник Н. А., Горбаченко В. Д. Создание исходного селекционного материала подсолнечника, устойчивого к новым высоковирулентным расам заразихи и ложной мучнистой росы // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 59–63. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-59-63



DEVELOPMENT OF THE INITIAL SUNFLOWER BREEDING MATERIAL RESISTANT TO NEW HIGH VIRULENT RACES OF BROOMRAPE AND FALSE POWDERY MILDEW

O. F. Gorbachenko, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory of the development of initial material, ORCID ID: 000-0002-1689-9888;

F. I. Gorbachenko, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department for oily crops breeding and primary seed production, ORCID ID: 000-0001-7231-1316;

T. V. Usatenko, senior researcher, head of the laboratory of sunflower breeding and immunity, ORCID ID: 0000-0003-2757-7646;

N. S. Luchkin, senior researcher, head of the laboratory of sunflower primary seed production, ORCID ID: 0000-0003-2239-5587;

E. G. Burlyayeva, researcher of the laboratory of sunflower primary seed production, ORCID ID: 0000-0002-3296-1880;

N. A. Zhitnik, researcher of the laboratory of the development of initial material, ORCID ID: 0000-0002-5333-2792;

V. D. Gorbachenko, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of mass analysis, ORCID ID: 0000-0002-1352-3236

Don experimental station named after L. A. Zhdanov, affiliate of the FSBSI FSC ARRIOC,

346754, Rostov region, Azov district, v. of Oporny, Zhdanov Str., 2; e-mail: gnudos@mail.ru

The widespread violation of scientifically based crop rotation and their saturation with sunflower caused an accelerated emergence of more aggressive races of broomrape and powdery mildew. Currently, the researchers from different countries have identified 8 races of broomrape A, B, C, D, E, F, G, H. The sunflower varieties and hybrids previously developed at the station and introduced

into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation that are resistant to the broomrape races A, B, C, D, E were greatly affected. Monitoring of the races of broomrape and false powdery mildew, conducted by the ARRIOC researchers, showed the presence of more aggressive broomrape races (F, G, H) and false powdery mildew (330, 710, 730) in the fields of the Rostov Region. The current situation necessitated the development of sunflower hybrids resistant to the new aggressive races of these pathogens. To identify such hybrids, the corresponding initial breeding material has been required. It was important to combine resistance to broomrape and false powdery mildew with other breeding-valuable traits in one genotype. The current paper presents the results of the sunflower initial breeding material on resistance to broomrape and false powdery mildew. The work was carried out in the fields and in the laboratories of DOS, an affiliate of the FSBSI FSC ARRIOC. The breeding material developed at the station was used as the initial material. Using hybridization methods, multiple self-pollination, and reliable estimation of pathogen resistance at all stages of the breeding process, there was selected a promising linear material (I-4/4640, I-4/4764, I-5/2450, I-5/2465 and etc.), which was included into the search for high heterosis hybrid combinations. The hybrid combinations developed with its participation (MLG 45/4640, MLG 121/4764, MLG 65/2444, etc.), when estimated on the fields infected by sunflower broomrape, showed a higher resistance to highly virulent races of the pathogen in comparison with the best foreign hybrids.

Keywords: sunflower, father lines, resistance to sunflower broomrape and false powdery mildew, new aggressive races, new initial breeding material.

Введение. Рынок семян гибридов подсолнечника в последние годы испытывает жесткую конкуренцию со стороны мощных иностранных селекционно-семеноводческих фирм. Наблюдается широкое внедрение иностранных гибридов в основные регионы выращивания подсолнечника. В сложившейся ситуации было необходимо создавать отечественные гибриды, отвечающие требованиям сегодняшнего дня: высокопродуктивные, устойчивые к основным патогенам, приспособленные к выращиванию в различных почвенно-климатических условиях. В рамках программы по импортозамещению переход на возделывание отечественных гибридов подсолнечника укрепит экономическое и финансовое положение сельхозпроизводителей подсолнечника и обеспечит продовольственную безопасность страны.

В настоящее время основными сдерживающими факторами получения высоких урожаев подсолнечника во многих странах, возделывающих эту культуру, являются возникновение и распространение новых вирулентных рас заразики (*Orobanchе cumanа* Wallr.). Ускорению возникновения новых рас способствуют повсеместное нарушение научно обоснованных севооборотов и насыщение посевами подсолнечника. Установлено, что во второй половине 20 XX новые расы возникали не чаще чем одна в 20 лет, а в настоящее время – практически каждые 4–5 лет. Новые агрессивные расы заразики (F, G, H) вначале были обнаружены учеными в Румынии, Испании, Турции. В этих странах созданы линии-дифференциаторы устойчивости подсолнечника к каждой из них (Антонова и др., 2009; Антонова и др., 2011; Шкорич и Йоичич, 2006). В разное время и в разных странах выявлено 8 рас этого патогена: A, B, C, D, E, F, G, H. Самые вирулентные – F, G, H. В России мониторинг рас заразики провели ученые ВНИИМК в Ростовской, Волгоградской, Оренбургской областях, в Краснодарском и Ставропольском краях. Результаты обследований показали большую пестроту расового состава заразики в зависимости не только от регионов и районов, но и от конкретного поля. Новые более агрессивные расы обнаружены во всех обследованных регионах, но больше инфекционного начала этих рас накоплено в популяциях заразики на полях Ростовской и Волгоградской областей (Антонова и др., 2009; Антонова и др., 2011). Ранее созданные и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений сорта и гибриды подсолнечника селекции станции, устойчивые к 4–5 расам заразики (A, B, C, D, E), высевавшиеся на площадях более 600 тыс. га, стали поражаться агрессивными расами заразики.

Нарушения севооборотов привели к появлению новых рас ложной мучнистой росы. Обследование посевов подсолнечника на наличие агрессивных рас ложной мучнистой росы (*Plasmopara halstedii* (Farl.)) провели ученые ВНИИМК и ВИЗР в Краснодарском

крае и Белгородской области (Ивебор и др., 2007; Якуткин и Ахтулова, 2002). По данным исследований, самыми распространенными расами ложной мучнистой росы в Ростовской области считаются расы 330, 710, 730. Возникшая ситуация вызвала необходимость значительного расширения объемов работ на Донской опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК по созданию гибридов подсолнечника, устойчивых к вирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы. В исследованиях поставлена задача: совместить в одном генотипе устойчивость к высоковирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы с другими селекционно ценными признаками.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены на экспериментальных полях селекционного севооборота Донской опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, в лабораториях, полевом инфекционном участке по заразики и в теплице в 2013–2018 гг. В качестве исходного материала использовали межлинейные гибриды и специально созданные синтетики, устойчивые к основным патогенам (Бурлов, 1985; Усатенко, 2003). На всех этапах селекционного процесса работу выполнили с помощью самоопыления, гибридизации, оценки по хозяйственно ценным признакам и по устойчивости к патогенам по методикам, разработанным во ВНИИМК (Лукомец, 2010; Панченко, 1975).

Осенью под вспашку на полевой инфекционный участок вносили семена заразики, собранные в разных районах Ростовской и Волгоградской областей. В качестве контроля инфекционной нагрузки по заразики использовали гибрид Донской 22, неустойчивый к современным расам, и линии-дифференциаторы рас заразики, которые позволяли выявлять в смеси семян заразики наличие более агрессивных биотипов – расы F, G, H. На этом участке высевали исходный селекционный материал. Цветоносы заразики появляются на поверхности почвы перед цветением подсолнечника. Для дальнейшей работы отбирали растения без цветоносов заразики, изолировали их с помощью изоляторов из нетканого материала и проводили самоопыление или скрещивания в зависимости от поставленной задачи. Гибридные комбинации оценивали на устойчивость к современным расам заразики по методике предварительного испытания (деланки – четырехрядковые, 20-гнездные; повторность опыта – трехкратная). Во время цветения подсолнечника подсчитывали количество учетных растений на деланке, пораженных заразики, и цветоносов заразики на пораженных растениях.

Полученный селекционный материал в осенне-зимний период изучали на устойчивость к заразики в условиях теплицы при искусственном заражении. В ящиках, наполненных почвой с семенами заразики, выращивали по 10 растений каждого образца в течение месяца. По количеству проростков заразики

ихи, прикрепившихся к корням подсолнечника после их выкапывания из ящиков, судили об устойчивости оцениваемых образцов. Процент поражения определяли отношением количества пораженных заразой растений к количеству учетных, а степень – количеством проростков заразики, прикрепившихся на одно пораженное растение.

Селекционный материал, проявивший устойчивость к заразики, оценивали на устойчивость к ложной мучнистой росе. Работа проводилась в осеннее-зимний период в лабораторных условиях. Контролем нагрузки зооспор ложной мучнистой росы служил сорт Донской низкорослый, неустойчивый ко всем расам этого патогена. Инфекционное начало рас (330, 710, 730) нам любезно предоставляли сотрудники лаборатории иммунитета ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. По каждому образцу проращивали по 15 проростков (длина первичного корешка не должна превышать 1,5 см) и заражали суспензией зооспор ложной мучнистой росы, отдельно каждой расы. После 10–12 дней их выращивания в растильнях (специальные пластмассовые лоточки) на субстрате из фильтровальной бумаги,

создавали условия влажной камеры, чтобы вызвать спороношение гриба. По наличию или отсутствию спороношения гриба на семядольных листьях проростков судили об устойчивости селекционного материала к ложной мучнистой росе, которую выражали в процентах.

Результаты и их обсуждение. Селекция гибридов подсолнечника невозможна без наличия ЦМС и RF-линий с заданными селекционно ценными признаками. При создании RF-линий подсолнечника необходимо учитывать наличие генов восстановления фертильности, рецессивной ветвистости, устойчивости к новым вирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы, а также габитус растений, наклон корзинки, высоту растений, облиственность стебля. Путем многократного самоопыления, гибридизации, оценки и отбора из расщепляющихся потомств, биотипов с необходимыми селекционно ценными признаками нам удалось выделить перспективный исходный селекционный материал для использования его в качестве отцовских линий (табл. 1).

1. Характеристика нового исходного материала подсолнечника, устойчивого к заразики и ложной мучнистой росе (2017–2018 гг.)

1. Characteristics of the new initial sunflower material resistant to broomrape and false powdery mildew (2017–2018)

Индекс линии	Продолжительность периода: всходы – цветение, суток	Масличность семян, %	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Поражаемость при искусственном заражении				
					заразой		ложной мучнистой росой, %		
					%	степень, шт.***	расы		
							330	710	730
I-4/4640	61	42,7	33,9	132	0	0	0	0	0
I-4/4674	55	37,7	30,5	134	0	0	0	0	0
I-4/4681	56	35,4	29,6	141	0	0	0	0	0
I-4/4701	55	31,9	29,9	139	0	0	0	0	0
I-4/4726	55	33,5	31,6	142	0	0	0	0	0
I-4/4764	55	40,5	28,9	134	0	0	0	0	0
I-5/2444	54	41,9	32,6	129	0	0	0	0	0
I-5/2450	60	48,0	33,6	137	0	0	0	0	0
I-5/2465	56	46,6	31,0	140	0	0	0	0	0
ВД 110*	56	36,8	26,5	140	–	–	0	100	100
Донской 22**	–	–	–	–	100	20	–	–	–
Донской низкорослый***	–	–	–	–	–	–	100	100	100

* – контроль хозяйственно ценных признаков;

** – контроль инфекционной нагрузки по заразики;

*** – контроль инфекционной нагрузки по ложной мучнистой росе;

**** – количество проростков заразики на одно пораженное растение.

Для лучшего опыления материнских форм на участках гибридизации линии восстановители фертильности пыльцы должны обладать рецессивной ветвистостью. Все представленные линии ветвистые, выровненные по типу ветвления, высоте растений. Продолжительность периода «всходы – цветение» составила от 54 до 61 суток, у семи линий этот показатель на уровне контроля, у двух – более длительный. Высота растений была от 129 до 142 см. Масличность семян варьировала от 31,9 до 48,0%; масса 1000 семян – от 28,9 до 33,9 г в зависимости от генотипа. Все

показатели хозяйственно ценных признаков приемлемы для отцовских линий гибридов. Основным преимуществом полученного селекционного материала является устойчивость к высоковирулентным расам заразики и ложной мучнистой росы. Линии включены в работу по изучению комбинационной способности и поиску высокогетерозисных гибридных комбинаций. Созданные с их участием экспериментальные гибридные комбинации оценены на устойчивость к заразики на полевым инфекционным фоне по заразики (табл. 2).

2. Результаты оценки гибридных комбинаций подсолнечника на полевом инфекционном участке по заразице (2017–2018 гг.)

2. Results of estimation of sunflower hybrid combinations on a field plot infected by broomrape (2017–2018)

Гибридные комбинации	Поражаемость заразицей	
	%	степень, шт. **
МЛГ 45/4640	2,5	2,0
МЛГ 45/4674	5,9	2,5
МЛГ 236/4681	6,0	2,0
МЛГ 47/4701	5,7	1,4
МЛГ 63/4726	7,5	2,7
МЛГ 121/4764	1,9	1,0
МЛГ 65/2444	2,3	2,0
МЛГ 65/2450	3,1	1,5
МЛГ 45/2465	7,9	2,4
LG 5555	12,5	2,0
Белла	21,6	5,6
P 96 – дифференциатор расы F	30,7	2,7
RG – дифференциатор расы G	4,2	1,0
Донской 22*	100	20,0

* – контроль инфекционной нагрузки семян заразицей;

** – количество цветonoсов заразицы на одно пораженное растение.

Процент поражения заразицей лучших гибридов селекции станции – от 1,9 до 7,9; степень – от 1,0 до 2,7 шт. Важно отметить, что это усредненные данные за 2017–2018 гг. Процент поражения заразицей гибрида LG 5555 – 12,5; гибрида Белла – 21,6. Из полученных экспериментальных данных видно, что гибридные комбинации подсолнечника селекции ДОС – филиала ФНЦ ВНИИМК не уступают по устойчивости к заразице лучшим иностранным гибридам.

Выводы

1. Создан принципиально новый исходный селекционный материал и получены RF-линии под-

солнечника, сочетающие в геномах устойчивость к высоковирулентным расам заразицы и ложной мучнистой росы с другими селекционно ценными признаками.

2. Перспективные линии (I-4/4640, I-4/4764, I-5/2450, I-5/2465 и др.) включены в работу по поиску высокогетерозисных гибридных комбинаций.

3. Экспериментальные гибридные комбинации, полученные с участием этих линий (МЛГ 45/4640, МЛГ 121/4764, МЛГ 65/2444 и др.), показали устойчивость к заразице на уровне лучших иностранных гибридов при их оценке на полевом инфекционном участке.

Библиографические ссылки

1. Антонова Т. С., Арасланова Н. М., Рамазанова С. А. Вирулентность заразицы, поражающей подсолнечник в Волгоградской и Ростовской областях // Масличные культуры: науч.-техн. бюллетень. ВНИИМК, 2011. Вып. 1(146–147). С. 12–130.
2. Антонова Т. С., Ситало Н. М., Арасланова Н. М. Распространение и вирулентность заразицы (*Orobanche cumana* Wallr.) на подсолнечнике в Ростовской области // Масличные культуры: науч.-техн. бюллетень. ВНИИМК, 2009. Вып. 1(140). С. 31–37.
3. Бурлов В. В. Особенности использования линейно-гибридизационного метода в гетерозисной селекции подсолнечника // Проблемы селекции и семеноводства подсолнечника для засушливых условий степи: сб. науч. трудов. Одесса: ВСГИ, 1985. С. 7–24.
4. Ивебор М. В., Антонова Т. С., Арасланова Н. М. Идентификация расового состава популяции *Plasmopara halstedii* в регионах Северного Кавказа // Наука Кубани. 2007. № 2. С. 47–50.
5. Лукомец В. М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар, 2010. 328 с.
6. Панченко А. Я. Ранняя диагностика заразицустойчивости при селекции и улучшающем семеноводстве подсолнечника // Вестник сельскохозяйственной науки. 1975. № 2. С. 107–115.
7. Усатенко Т. В. Селекция RF-линий подсолнечника // Генетика и селекция растений на Дону. Вып. 3. Ростов н/Д., 2003. С. 242–245.
8. Шкорич Д., Йоич С. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразице (*Orobanche cumana* Wallr.) // Современные проблемы научного обеспечения производства подсолнечника: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 120-летию со дня рождения академика В. С. Пустовойта. Краснодар: ВНИИМК, 2006. С. 17–22.
9. Якуткин В. И., Ахтулова Е. М. Физиологические расы возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника в России // Современная микология в России. Первый съезд микологов России. 2002. № 7. С. 217–218.

References

1. Antonova T. S., Araslanova N. M., Ramazanova S. A. Virulentnost' zarazihi, porazhayushchej podsolnechnik v Volgogradskoj i Rostovskoj oblastyah [Virulence of broomrape that affects sunflower in the Volgograd and Rostov regions] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byulleten'. VNIIMK, 2011. Vyp. 1(146–147). S. 12–130.

2. Antonova T. S., Sitalo N. M., Araslanova N. M. Rasprostranenie i virulentnost' zarazihi (*Orobanche cumana* Wallr.) na podsolnechnike v Rostovskoj oblasti [The spread and virulence of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in the Rostov region] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byulleten'. VNIIMK, 2009. Vyp. 1(140). S. 31–37.
3. Burlov V. V. Osobennosti ispol'zovaniya linejno-gibridizacionnogo metoda v geterozisnoj selekcii podsolnechnika [Features of use of the linear hybridization method in heterotic selection of sunflower] // Problemy selekcii i semenovodstva podsolnechnika dlya zasushlivykh uslovij stepi: sb. nauch. trudov. Odessa: VSGI, 1985. S. 7–24.
4. Ivebor M. V., Antonova T. S., Araslanova N. M. Identifikaciya rasovogo sostava populyacii Plasmopara halstedii v regionah Severnogo Kavkaza [Identification of the racial composition of the Plasmopara halstedii population in the regions of the North Caucasus] // Nauka Kubani. 2007. № 2. S. 47–50.
5. Lukomec V. M. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methodology for conducting field agrotechnical trials with oilseeds]. 2-e izd., pererab. i dop. Krasnodar, 2010. 328 s.
6. Panchenko A. Ya. Rannyya diagnostika zarazihoustojchivosti pri selekcii i uluchshayushchem semenovodstve podsolnechnika [Early diagnosis of broomrape resistance during breeding and improving sunflower seed production] // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 1975. № 2. S. 107–115.
7. Usatenko T. V. Selekcija RF-linij podsolnechnika [Sunflower RF lines breeding] // Genetika i selekcija rastenij na Donu. Vyp. 3. Rostov n/D., 2003. S. 242–245.
8. Shkorich D., Jochich S. Selekcija podsolnechnika na ustojchivost' k zarazihe (*Orobanche cumana* Wallr.) [Sunflower breeding for broomrape resistance (*Orobanche cumana* Wallr.)] // Sovremennye problemy nauchnogo obespecheniya proizvodstva podsolnechnika: sb. dokladov Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii, posvyashchyonnoj 120-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V. S. Pustovojta. Krasnodar: VNIIMK, 2006. S. 17–22.
9. Yakutkin V. I., Ahtulova E. M. Fiziologicheskie rasy vozbuditelya lozhnoj muchnistoj rosy podsolnechnika v Rossii [The physiological race of the causative agent of sunflower powdery mildew in Russia] // Sovremennaya mikologiya v Rossii. Pervyj s'ezd mikologov Rossii. 2002. № 7. C. 217–218.

Поступила: 20.08.19; принята к публикации: 25.09.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Горбаченко О. Ф. – концептуализация исследования; Горбаченко Ф. И. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Усатенко Т. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Лучкин Н. С., Житник Н. А., Бурляева Е. Г., Горбаченко В. Д. – подготовка и выполнение полевых и лабораторных опытов, сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

МЕТОДЫ КУЛЬТУРЫ ТКНИ *IN VITRO* ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ В ПОВОЛЖЬЕ

В. Н. Акинина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0003-3661-9246;

Т. И. Дьячук, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0001-7420-0521;

С. В. Жилин, лаборант-исследователь лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0001-6181-5279;

Э. В. Калашникова, научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0002-3870-0542
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»,
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7

Представлены результаты оценки эффективности методов культуры тканей *in vitro* для создания исходного материала в селекции тритикале в Поволжье. Культура незрелых зародышей (*embryo rescue*) применялась для получения пшенично-ржаных амфигаплоидов при скрещивании твердой пшеницы с рожью. Завязываемость гибридных зерновок варьировала от 10,4 до 47,7%. При опылении 2223 цветков твердой пшеницы завязалось 768 зерновок, из которых 604 имели зародыши с различной степенью дифференциации. Наибольшая частота завязывания гибридных зерновок обнаружена в скрещиваниях, где материнскими формами служили сорта твердой пшеницы Амазонка (47,7%), Диона (37,5%) и Аксинит (37,6%). Фертильные амфидиплоиды (первичные гексаплоидные тритикале) были получены после удвоения числа хромосом. Дорастивание незрелых зародышей *in vitro* применялось и для получения гибридов тритикале с мягкой пшеницей в тех случаях, когда она служила материнским родителем в скрещиваниях. Эффективность гаплопродукции в культуре пыльников тритикале зависела от генотипа. Частота формирования эмбриогенных пыльников варьировала от 6,7 до 17,4%, регенерация растений от полученных новообразований составила 11,4–31,4%. Из 338 полученных растений 68 были зелеными и 270 альбиносами. Микроклональное размножение *in vitro* с использованием сегментов молодых колосьев в качестве эксплантов позволило сохранить и размножить стерильные растения для дальнейших работ по восстановлению их фертильности.

Ключевые слова: тритикале, селекция, культура зародышей *in vitro*, культура пыльников *in vitro*, микроклональное размножение *in vitro*.

Для цитирования: Акинина В. Н., Дьячук Т. И., Жилин С. В., Калашникова Э. В. Методы культуры ткани *in vitro* для создания исходного материала для селекции тритикале в Поволжье // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 64–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-64-68



IN VITRO FABRIC CULTURE METHODS TO DEVELOP THE INITIAL MATERIAL FOR TRITICALE BREEDING IN THE VOLGA REGION

V. N. Akinina, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of cell breeding, ORCID ID: 0000-0003-3661-9246;

T. I. Diyachuk, Doctor of Biological Sciences, main researcher of the laboratory of cell breeding FSBSI "RIA of South-East", ORCID ID: 0000-0001-7420-0521;

S. V. Zhilin, laboratory researcher of the laboratory of cell breeding, ORCID ID: 0000-0001-6181-5279;

E. V. Kalashnikova, researcher of the laboratory of cell breeding, ORCID ID: 0000-0002-3870-0542

Research Institute of Agriculture of South-East,
410010, Saratov, Tulaykova, 7

The current paper presents the estimation efficiency results of *in vitro* fabric culture methods used to develop the initial material for triticales breeding in the Povolzhie. A culture of immature embryos (*embryo rescue*) was used to obtain wheat-rye amphigaploids when cross breeding durum wheat with rye. The hybrid kernels formation varied from 10.4 to 47.7%. When pollinating 2223 flowers of durum wheat there were formed 768 kernels, 604 of which had embryos with different degrees of differentiation. The largest frequency of hybrid kernels formation was found in the hybrids where the mother forms were the durum wheat varieties "Amazonka" (47.7%), "Diona" (37.5%), and "Aksinit" (37.6%). Fertile amphidiploids (primary hexaploid triticales) were obtained after doubling the number of chromosomes. *In vitro* immature embryo cultivation was also used to obtain triticales hybrids with soft wheat in those cases when it served as the maternal parent in cross breeding. The efficiency of haploid production in the triticales anthers depended on the genotype. The frequency of embryogenic anthers formation varied from 6.7 to 17.4%, plant regeneration from the new forms was 11.4–31.4%. The 68 obtained of the 338 plants were green and 270 were albinos. *In vitro* microclonal propagation using segments of young heads as explants allowed preserving and propagating sterile plants for further work to restore their fertility.

Keywords: triticales, *in vitro* embryo culture, *in vitro* anthers culture, *in vitro* microclonal propagation.

Введение. Поволжский регион является эпицентром российских засух. Засуха – один из наиболее комплексных и разрушительных в глобальном масштабе абиотических стрессоров. С учетом глобальных и локальных изменений климата решающее значение приобретает биоразнообразие возделываемых культур, использование культур нового поколения, наиболее приспособленных к лимитирующим фактам окружающей среды. К таким культурам относится тритикале – гибрид пшеницы и ржи. Сортимент сортов тритикале, возделываемых в Поволжье, довольно

разнообразен. Однако дальнейшее распространение тритикале сдерживается значительными колебаниями урожайности и отсутствием адаптированных сортов, отвечающих разнообразным требованиям производства. Одним из основных показателей производственной ценности сортов является их адаптивность. Дальнейшее развитие селекции тритикале в Поволжье диктует необходимость создания нового исходного материала, адаптированного к климатическим условиям региона. В традиционные схемы селекции активно внедряются биотехнологические методы,

основанные на культивировании тканей и органов *in vitro*, которые позволяют расширить спектр генетической изменчивости по селектируемым признакам, увеличить эффективность селекции и сократить время для создания сортов (Игнатова, 2011; De Filippis, 2014; Lulsdorf et al., 2014; Gosal and Wani, 2018).

Цель исследований – создать исходный материал для селекции озимого тритикале в Поволжье на основе методов культуры тканей *in vitro*.

Материалы и методы исследований. Для получения первичных гексаплоидных тритикале (пшенично-ржаных амфидиплоидов) применяли традиционную схему, состоящую из трех основных этапов: скрещивание пшеницы (AB) с рожью (R) и получение пшенично-ржаных гибридов; получение амфидиплоидов (ABR, $2n = 21$) с помощью метода эмбриокультуры *in vitro*; получение амфидиплоидов (AABBRR, $2n = 42$) путем удвоения числа хромосом. Для удвоения числа хромосом растения амфидиплоидов на стадии кушения были обработаны раствором колхицина (0,5 мг/л). В качестве материнских форм в скрещиваниях использовали сорта озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» и сорта озимой ржи селекции ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Для получения гибридов тритикале с мягкой пшеницей были привлечены образцы тритикале мировой коллекции ВИР, собственные перспективные линии, а также сорта мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». На 18–20 день после опыления зародыши вычленили и культивировали на искусственной питательной среде Р-8 с добавлением ИУК (1 мг/л) (Игнатова, 2011). Получение гаплоидных растений в культуре пыльников проведено по методике Т. И. Дьячук и (2013). Для сохранения и размножения стерильных растений применяли метод микроклонального размножения, основанного на соматическом эмбриогенезе. В качестве эксплантов использовали сегменты колосьев на 5–6 этапе органогенеза, которые помещали на питательную среду MS, содержащую 2 мг/л 2,4-Д. Через месяц было проведено пассирование каллусов, а из сформировавшегося эмбриогенного каллуса регенерированы растения.

Результаты исследований статистически обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа с применением программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS-2 версия 2.09.

Результаты и их обсуждение. Получение пшенично-ржаных амфидиплоидов. Первичные тритикале (амфидиплоиды, $2n = 6x = 42$) – незаменимый исходный материал для селекции. Получение новых амфидиплоидов от скрещивания современных сортов твердой пшеницы и ржи обогащает генофонд тритикале селекционно ценными признаками. Скрещивания твердой пшеницы с рожью характеризуются ярко выраженной постгаммой несовместимостью геномов пшеницы и ржи с нарушениями всего эмбрио- и эндоспермогенеза, что было установлено при создании первичных гексаплоидных тритикале (Гордей, 1992). Семена лишены эндосперма, поэтому для получения амфидиплоидов требуется обязательное культивирование зародышей на искусственной питательной среде.

Были проведены скрещивания по 42 гибридным комбинациям. Завязываемость гибридных зерновок варьировала от 10,4 до 47,7%. При опылении 2223 цветков твердой пшеницы завязалось 768 зерновок, из которых 604 имели зародыши с различной степенью дифференциации. Наибольшая частота завязывания гибридных зерновок обнаружена в скрещиваниях, где материнскими формами служили сорта твердой пшеницы Амазонка (47,7%), Диона (37,5%) и Аксинит (37,6%) (табл. 1). Межсортные различия по уровню скрещиваемости пшеницы с рожью связаны с особенностями распределения генов совместимости (Гордей, 1992). Предположительно, эти сорта имеют в наличии рецессивный аллель гена скрещиваемости Kr1. Сорта Тейя и Эйрена с завязываемостью зерновок 18,6 и 26,5% предположительно имеют рецессивный аллель гена Kr2. Наименьшая частота завязывания гибридных зерен обнаружена в скрещиваниях с сортом озимой твердой пшеницы Агат донской (10,4%), что, предположительно, свидетельствует о наличии доминантных аллелей генов скрещиваемости Kr1, Kr2.

1. Результаты гибридизации сортов озимой твердой пшеницы и ржи 1. The results of hybridization of winter durum wheat and rye varieties

Генотип ♀	Опылено цветков	Завязалось зерновок		Сформировалось зародышей		Получено растений	
		шт.	%	шт.	%	шт.	% от зародышей
Амазонка	425	203	47,7	152	74,8	6	3,9
Аксинит	332	125	37,6	99	79,2	8	8,1
Тейя	252	47	18,6	39	82,9	1	2,6
Диона	551	207	37,5	173	83,6	5	2,9
Агат донской	297	35	10,4	17	48,6	2	11,7
Эйрена	366	97	26,5	66	68,0	1	1,5
F _{факт}	–	–	30,4*	–	5,5*	–	–
НСР	–	–	6,7	–	11,2	–	–

Метод эмбриокультуры был использован нами и в создании исходного материала в скрещиваниях тритикале с мягкой пшеницей. Завязываемость гибридных зерновок в скрещиваниях, где материнской формой служила мягкая пшеница, составила 52%, в обратных скрещиваниях – 14%. Однако жизнеспособность зародышей в обратных скрещиваниях составила 100%, а в прямых – всего 37,1%. Для скрещиваний, в которых материнской формой служила мягкая пшеница, было целесообразно культивирование 20-дневных эмбрионов на питательной среде

in vitro. Необходимо отметить, что полученные растения могут проходить яровизацию в условиях *in vitro*. Кроме получения и сохранения уникальных генотипов, этот прием обеспечивает дополнительные преимущества: 1) не требуются дорогостоящие климатические камеры для яровизации (пригоден бытовой холодильник); 2) обеспечивается возможность «депонирования» отдельных генотипов и их дальнейшего использования в селекционных программах в нужное время.

Гаплоидия в культуре пыльников тритикале. Получение гаплоидных растений и на их основе го-

мозиготных линий дает возможность сократить сроки селекционного процесса в среднем на 5–6 лет. Для получения гаплоидов тритикале используются культура пыльников и ее разновидность – культура изолированных микроспор и селективная элиминация хромосом вида-опылителя при отдаленной гибридизации (Wedzony et al., 2015). В условиях Поволжья метод селективной элиминации хромосом имеет ряд ограничений, связанных с влиянием

высоких температур и сухости воздуха на частоту оплодотворения и формирование дифференцированных зародышей. В связи с этим для получения гаплоидных растений нами используется метод культуры пыльников *in vitro*. Изучение эффективности прохождения отдельных этапов гаплопродукции в культуре пыльников гибридов тритикале х мягкая пшеница показало их строгую генотипическую зависимость (табл. 2).

2. Эффективность отдельных параметров гаплопродукции в культуре пыльников гибридов тритикале с мягкой пшеницей

2. The efficiency of individual parameters of haploid production in the anthers of triticale hybrids with soft wheat

№ генотипа	Кол-во пыльников	Эмбриогенных пыльников, шт.	Новообразования			Регенерация растений		
			% от общего кол-ва пыльников	шт.	% от общего кол-ва пыльников	всего, шт/%	зеленых	альбиносов
11/2013	549	37	6,7	51	9,3	16/31,4	14	2
15/2013	1132	197	17,4	481	42,5	55/11,4	12	43
22/2013	1037	115	11,1	291	28,1	42/14,4	3	39
23/2013	3896	523	13,4	1026	26,3	225/21,9	39	186
Всего	6614	872	13,2	1849	28,0	338/18,3	68	270
F _{факт}	–	–	14,0*	–	75,4*	11,2*	–	–
HCP ₀₅	–	–	2,6	–	3,4	5,6	–	–

Примечание: 11/2013 – F7Саpray/Саратовская 90; 15/2013 – F8Л39, оз. мягкая пш./АД-1; 22-2013 – F8Л39, оз. мягкая пш./АД-2; 23-2013 – F8Л39, оз. мягкая пш./АД-2.

Изученные гибриды достоверно различались между собой по выходу эмбриогенных пыльников (6,7–17,4%, HCP₀₅ – 2,6%). По показателю «выход новообразований», отражающему число андрогенетических структур, сформированных на один пыльник, отмеченная закономерность сохраняется. Значение показателя у разных гибридов варьировало от 9,3 до 42,5%. На втором этапе формирования гаплоидов – регенерации растений – эффективность составила 11,4–31,4%. Важно отметить, что ранжир генотипов на этапах формирования эмбриогенных пыльников и регенерации растений не сохраняется. Гибрид 11-2013, характеризующийся наименьшим значением показателя «выход эмбриогенных пыльников», имеет самый высокий процент регенерации растений. В то же время гибрид 15/2013, выгодно отличающийся на первом этапе гаплопродукции, имел самую низкую частоту регенерации растений. Аналогичная закономерность была выявлена и в других исследованиях (Krzewska et al., 2012). Всего в опыте было получено 338 растений, из которых 270 были альбиносами и 68 – зеленые. Высокая частота регенерации альбинозных растений является существенным недостатком метода культуры пыльников.

Микрклональное размножение. Микрклональное размножение *in vitro* является клональным – получаемые растения идентичны исходному и между собой. Проблема сохранения уникальных генотипов является важной в селекционно-генетических исследованиях тритикале. Получение семян отдаленных гибридов и гаплоидов сопряжено с рядом трудностей и не всегда заканчивается успешно, в связи с чем первостепенное значение имеют сохранение стерильных растений, их последующее размножение и использование в селекционной работе. Для микрклонального размножения стерильных растений, у которых отсутствует зародыш, необходимо подобрать подходящий эксплант и индуцировать соматический эмбриогенез. В наших опытах эксплантами служили сегменты колосьев, отобранных на 6–8 этапе органогенеза, которые помещались на питательную среду MS, содержа-

щую 2 мг/л 2,4-Д. Через месяц после культивирования было проведено пассирование каллусов, а из сформировавшегося эмбриогенного каллуса были регенерированы растения (табл. 3).

Как и в культуре пыльников, ранжир генотипов по частоте каллусообразования и регенерации растений не совпадал. У гибрида № 403 частота образования каллусов была наименьшей, однако регенерация растений составила 100%. Напротив, у гаплоида № 408 наблюдалась самая низкая частота регенерации растений при 100%-й частоте каллусообразования. Методом соматического эмбриогенеза *in vitro* были размножены все использованные в опыте генотипы.

Выводы. Для создания исходного материала в селекции тритикале были использованы культура незрелых зародышей, культура пыльников и микрклональное размножение *in vitro*. Завязываемость гибридных зерновок в скрещиваниях твердой пшеницы с рожью варьировала от 10,4 до 47,7%. Наибольшая частота завязывания гибридных зерновок обнаружена в скрещиваниях, где материнскими формами служили сорта твердой пшеницы Амазонка (47,7%), Диона (37,5%) и Аксинит (37,6%). Фертильные амфидиплоиды (первичные гексаплоидные тритикале) были получены после удвоения числа хромосом. Дорастивание незрелых зародышей *in vitro* применялось и для получения гибридов тритикале с мягкой пшеницей в тех случаях, когда она служила материнским родителем в скрещиваниях.

Эффективность гаплопродукции в культуре пыльников тритикале зависела от генотипа. Частота формирования эмбриогенных пыльников варьировала от 6,7 до 17,4%, регенерация растений от полученных новообразований составила 11,4–31,4%. Из 338 полученных растений 68 были зелеными и 270 – альбиносами.

Микрклональное размножение *in vitro* с использованием сегментов молодых колосьев в качестве эксплантов позволило сохранить и размножить стерильные растения для дальнейших работ по восстановлению их фертильности.

3. Эффективность микроклонального размножения тритикале в культуре *in vitro* сегментов колосьев

3. The efficiency of microclonal propagation of triticale in *in vitro* head segments culture

Генотип	Кол-во эксплантов, шт.	Частота образования каллусов		Кол-во каллусов за 1–2 пассаж	Получено растений	
		шт.	%		шт.	%
399 ¹	9	6	66,7	17	2	11,8
403 ¹	17	3	17,7	49	49	100,0
404 ²	7	4	57,1	15	10	66,7
405 ² , 406 ²	22	20	90,9	52	10	19,2
408 ²	4	4	100,0	24	2	8,3
411 ² , 412 ²	17	14	82,4	43	20	46,5
414 ²	18	12	66,7	31	17	54,8
444 ²	8	5	62,5	18	4	22,2
Всего	102	78	76,5	249	116	41,2
F _{факт}	–	–	5,19*	–	–	23,9*
НСР ₀₅	–	–	33,5	–	–	20,0

Примечание: ¹ – гибриды: 399 F₁ Прикумчанка/Красноколоска; 403 F₁ Гелиос/Красноколоска; ² – гаплоиды: Л.15, мягкая пш./тритикале АД-1.

Библиографические ссылки

- Гордей И. А. Тритикале. Генетические основы создания. Минск: Наука и техника, 1992. 285 с.
- Дьячук Т. И., Акинина В. Н., Кибкало И. А. и др. Биотехнология создания селекционного материала озимой гексаплоидной тритикале (*Triticosecale Wittmack*). Саратов, 2013. 27 с.
- Игнатова С. В. Клеточные технологии в растениеводстве, генетике и селекции возделываемых растений: задачи, возможности, разработки систем *in vitro*. Одесса: Астропринт, 2011. 224 с.
- De Filippis L. F. Crop Improvement Through Tissue Culture / ed. by P. Ahmad et al. // Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes, Vol. 1, 289. Springer Science + Business Media. New York, 2014. Pp. 289–346. DOI: 10.1007/978-1-4614-8830-9_12.
- Gosal S. S., Wani S. H. Cell and Tissue culture Approaches in Relation to Crop Improvement // Biotechnologies of Crop Improvement. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature. 2018. Vol. 1. Pp. 1–54. DOI: 10.1007/978-3-319-78283-6_1.
- Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E. Quantitative trait loci associated with androgenetic responsiveness in triticale (*x Triticosecale Wittm.*) anther culture // Plant Cell Rep. 2012. Vol. 31. Pp. 2099–2108.
- Lulsdorf M., Ferrie A., Slater S. M. H., Yuan H. Y. Methods and Role of Embryo Rescue Technique in Alien Gene Transfer / ed. by A. Pratap, J. Kumar // Alien Gene Transfer in Crop Plants, Vol. 1: Innovations, Methods and Risk Assessment. Springer Science + Business Media. New York, 2014. Pp. 77–103. DOI: 10.1007/978-1-4614-8585-8_4.
- Wędzony M., Żur I., Krzewska M., Dubas E., Szechyńska-Hebda M., Wąsek I. Doubled Haploids in Triticale / ed. by F. Eudes // Triticale: Springer International Publishing. Switzerland, 2015. Pp. 11–128. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7_6.

References

- Gordej I. A. Triticale. Geneticheskie osnovy sozdaniya [Triticale. Genetic basis of development]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1992. 285 s.
- D'yachuk T. I., Akinina V. N., Kibkalo I. A. i dr. Biotehnologiya sozdaniya selekcionnogo materiala ozimoy geksaploidnoj tritikale (*Triticosecale Wittmack*) [Biotechnology for the development of breeding material for winter hexaploid triticale (*Triticosecale Wittmack*)]. Saratov, 2013. 27 s.
- Ignatova S. V. Kletochnye tekhnologii v rastenievodstve, genetike i selekcii vzdelyvaemykh rastenij: zadachi, vozmozhnosti, razrabotki sistem *in vitro* [Cell technologies in plant breeding, genetics and breeding of cultivated plants: tasks, opportunities, development of *in vitro* systems]. Odessa: Astroprint, 2011. 224 s.
- De Filippis L. F. Crop Improvement Through Tissue Culture / ed. by P. Ahmad et al. // Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes, Vol. 1, 289. Springer Science + Business Media. New York, 2014. Pp. 289–346. DOI: 10.1007/978-1-4614-8830-9_12.
- Gosal S. S., Wani S. H. Cell and Tissue culture Approaches in Relation to Crop Improvement // Biotechnologies of Crop Improvement. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature. 2018. Vol. 1. Pp. 1–54. DOI: 10.1007/978-3-319-78283-6_1.

6. Krzewska M., Czyczyło-Mysza I., Dubas E. Quantitative trait loci associated with androgenetic responsiveness in triticale (*x Triticosecale Wittm.*) anther culture // *Plant Cell Rep.* 2012. Vol. 31. Pp. 2099–2108.
7. Lulsdorf M., Ferrie A., Slater S. M. H., Yuan H. Y. Methods and Role of Embryo Rescue Technique in Alien Gene Transfer / ed. by A. Pratap, J. Kumar // *Alien Gene Transfer in Crop Plants*, Vol. 1: Innovations, Methods and Risk Assessment. Springer Science + Business Media. New York, 2014. Pp. 77–103. DOI: 10.1007/978-1-4614-8585-8_4.
8. Wędzony M., Żur I., Krzewska M., Dubas E., Szechyńska-Hebda M., Wąsek I. Doubled Haploids in Triticale / ed. by F. Eudes // *Triticale*: Springer International Publishing. Switzerland, 2015. Pp. 11–128. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7_6.

Поступила: 18.11.19; принята к публикации: 13.01.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Акинина В. Н., Дьячук Т. И. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Жилин С. В. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Калашникова Э. В. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 663.854.78:575

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-69-71

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ДНК-СОДЕРЖАЩИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ, ХРАНИВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ УСКОРЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ДНК

В. А. Хачумов, аспирант, ORCID ID: 0000-0002-0144-8822;

И. В. Корниенко, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-0274-3302;

А. В. Усатов, доктор биологических наук, профессор, ORCID ID: 0000-0003-0600-7927

Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет,
344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1; e-mail: VladimirKhachumov@yandex.ru

Проведена оценка стабильности ДНК-содержащих растительных образцов, хранившихся в условиях, моделирующих ускоренную деградацию ДНК. Материалом исследования служили культурные линии *H. annuus* (ВИР 114, ВИР 116) и дикорастущие формы подсолнечника *H. decapetalus*, *H. petiolaris*, *H. rigidus* из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова. В среднем уровень стабильности длинных фрагментов ДНК для ядерного, митохондриального и хлоропластного геномов относительно контроля составил 76,9; 87,5 и 98,3% соответственно. При оценке стабильности коротких фрагментов ДНК было показано, что количество ядерной, митохондриальной и хлоропластной ДНК относительно контроля в среднем составило 89,5; 96,0 и 97,7% соответственно.

Ключевые слова: длительное хранение ДНК, ДНК растений, ДНК банки, генетические коллекции.

Для цитирования: Хачумов В. А., Корниенко И. В., Усатов А. В. Оценка стабильности ДНК-содержащих растительных образцов, хранившихся в условиях ускоренной деградации ДНК // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 69–71. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-69-71



ESTIMATION OF STABILITY OF DNA-CONTAINING VEGETABLE SAMPLES STORED UNDER THE ACCELERATED DNA DEGRADATION

V. A. Khachumov, post graduate, ORCID ID: 0000-0002-0144-8822;

I. V. Kornienko, Doctor of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0003-0274-3302;

A. V. Usatov, Doctor of Biological Sciences, professor, ORCID ID: 0000-0003-0600-7927

Academy of biology and biotechnology, the Southern Federal University,
344090 Rostov-on-Don, Stachki Av., 194/1; e-mail: VladimirKhachumov@yandex.ru

There has been carried out an estimation of stability of DNA-containing plant samples stored under the conditions that model accelerated DNA degradation. The research material were the lines *H. annuus* ("VIR 114", "VIR 116") and wild-growing forms of sunflower *H. decapetalus*, *H. petiolaris*, *H. rigidus* taken from the collection of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources. On average, the stability level of long DNA fragments for the nuclear, mitochondrial, and chloroplast genomes was 76.9%, 87.5%, and 98.3% respectively compared with the control. When assessing the stability of short DNA fragments, it was shown that on average, the number of nuclear, mitochondrial, and chloroplast DNA was 89.5%, 96.0%, and 97.7% respectively compared with the control.

Keywords: long-term DNA storage, DNA of plants, DNA banks, genetic collections.

Введение. На сегодняшний день актуально повышение эффективности и продуктивности сельскохозяйственных культур в целом. Одним из решений данной проблемы является применение маркер-опосредованной селекции, позволяющей вести отбор по генетическим маркерам селекционно ценных признаков, устойчивости к заболеваниям и абиотическим факторам среды. Для максимально эффективного селекционного процесса необходимо наличие коллекции линий и образцов, хранящихся в генетических банках. При ведении селекционного процесса необходимо не только сохранять генетический материал на протяжении длительного времени, но и иметь возможность непрерывно работать с образцами (Dormontt et al., 2018; Usatov et al., 2016).

Создание ДНК-банков, интегрируемых с уже существующими гербарными коллекциями, банками семян и коллекциями растений в ботанических садах, ведется по всему миру и насчитывает более 1750 организаций (Hay et al., 2013; Liu et al., 2018; Yu et al., 2016).

Как правило, ДНК хранится при ультразаморозке. Это обеспечивает хорошую сохранность молекулы ДНК, поэтому данный способ широко применяется в лабораториях по всему миру. Хранение ДНК при ультранизких температурах имеет ряд недостатков:

высокая стоимость морозильного оборудования и его обслуживания; необходимость большой площади для размещения оборудования; наличие ряда ограничений при транспортировке образцов; неизбежное ухудшение качества образцов вследствие цикла разморозки-заморозки при проведении исследований; высокий риск потери образцов при нарушении электрообеспечения.

Альтернативой ультразаморозке служит хранение ДНК на бумажном носителе. Этот способ заключается в нанесении гомогената растительной ткани на хроматографическую бумагу, пропитанную специализированным буферным раствором, который обеспечивает стабильность молекулы ДНК и не требует особых условий хранения (пат. 2703058).

Цель работы – оценка стабильности ДНК в растительных гомогенатах при длительном хранении на бумажном носителе.

Материалы и методы исследований. Материалом исследования служили культурные линии *H. annuus* (ВИР 114, ВИР 116) и дикорастущие формы подсолнечника *H. decapetalus*, *H. petiolaris*, *H. rigidus* из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова.

Проростки растений были гомогенизированы в специализированном буферном растворе из рас-

чета 75 мкл на каждые 10 мг ткани. Полученный гомогенат наносили на хроматографическую бумагу (FN100), высушивали полученную композицию при комнатной температуре в течение 2 часов. После чего производили выделение ДНК (контрольный образец) сорбентным методом из фрагмента карточки. Повторное выделение ДНК проводили после моделирования ускоренной деградации путем воздействия на образцы температурой +45 °С в течение 24 месяцев, что эквивалентно хранению образцов в течение 10 лет при 20 °С (пат. 2703058).

Постановку полимеразной цепной реакции осуществляли с использованием коммерческого набора для проведения ПЦР РВ в присутствии красителя EVAgreen согласно инструкции производителя (Синтол, Россия). Режим амплификации включал начальную денатурацию при 95 °С в течение 5 минут, затем

35 циклов при соблюдении температурно-временного режима: отжиг праймеров при 58 °С в течение 20 с; элонгация – 15 с при 70 °С; денатурация при 95 °С – 20 с; финальная элонгация – 2 мин при 70 °С.

Количественную оценку ДНК проводили с помощью метода $2^{-\Delta Ct}$, где Ct – пороговое значение цикла, во время которого флуоресценция впервые фиксируется достоверно выше порогового уровня; 2 – максимальный коэффициент эффективности ПЦР (Livak and Schmittgen, 2001). Для получения более детальной картины сохранности ДНК использовали праймеры, фланкирующие длинные (около 5000 bp) и короткие (около 200 bp) участки ДНК в ядерном, хлоропластном и митохондриальном геномах соответственно (табл. 1). Эффективность амплификации для каждой пары праймеров составила 85–98%.

1. Нуклеотидная последовательность праймеров

1. The nucleotide sequence of the primers

Геном	Ген	Последовательность праймеров (5' – 3')	Длина ПЦР продукта, п. н.
Ядерный	Actin	F: GGTTCGTGGTGCTCATTCGT R: CTTCTGCCCATACCAACCA	194
		F: GGTTCGTGGTGCTCATTCGT R: TGAGGACAAAGTGTGGAGGG	5194
Митохондриальный	atp6	F: AAAGTGACCGAGATGCGAGG R: GCGGTAACGTGCTTTTGG	186
		F: AAAGTGACCGAGATGCGAGG R: CAAATGGGCGAGGTAGGAGG	5181
Хлоропластный	rbcL	F: CATTGCGTATGTCTGGGGGA R: GAATACCCCTGAAGCCACC	198
		F: CATTGCGTATGTCTGGGGGA R: ATCTGTCCCCTTCCTCGGTT	5138

Результаты и их обсуждение. Оценку стабильности ДНК в гомогенатах растений, хранившихся 24 месяцев при +45 °С на бумажном носителе, осуществляли по амплификации длинных и коротких фрагментов ДНК.

В результате оценки стабильности ДНК по длинным фрагментам было показано, что количество ядерной, митохондриальной и хлоропластной ДНК от-

носительно контроля в среднем составило 76,9; 87,5 и 98,3% соответственно (табл. 2).

При оценке стабильности ДНК по коротким фрагментам было показано, что количество ядерной, митохондриальной и хлоропластной ДНК относительно контроля в среднем составило 89,5; 96,0 и 97,7% соответственно (табл. 3).

2. Количество ДНК в гомогенатах на твердом носителе через 24 месяца хранения при +45 °С при оценке стабильности по длинным фрагментам

2. The amount of DNA in homogenates on a solid carrier after 24 months of storage at +45 °С when assessing stability by long fragments

Образец	Яд ДНК 5194 п. н.		Мт ДНК 5181 п. н.		Хл ДНК 5138 п. н.	
	контроль	+45 °С	контроль	+45 °С	контроль	+45 °С
	%	% отн. контроля	%	% отн. контроля	%	% отн. контроля
<i>H. annuus</i> (ВИР 114)	100±2,5	85,4±3,9	100±3,3	88,9±4,3	100±4,6	102,1±6,2
<i>H. annuus</i> (ВИР 116)	100±4,3	78,6±4,1	100±4,2	89,5±4,7	100±4,0	100,3±5,1
<i>H. decapetalus</i>	100±4,5	56,9±4,5	100±3,7	80,4±5,3	100±4,3	91,7±6,3
<i>H. petiolaris</i>	100±4,8	84,7±5,4	100±4,1	91,3±4,8	100±4,2	98,5±6,4
<i>H. rigidus</i>	100±4,2	79,3±5,1	100±4,0	87,6±3,9	100±4,5	98,9±5,6
Ср. знач.	100	76,9	100	87,5	100	98,3

3. Количество ДНК в гомогенатах на картах через 24 мес хранения при +45 °С при оценке стабильности по коротким фрагментам

3. The amount of DNA in the homogenates on the cards after 24 months of storage at +45 °C when assessing stability by short fragments

Образец	Яд ДНК 194 п. н.		Мт ДНК 186 п. н.		Хл ДНК 198 п. н.	
	контроль	+45 °С	контроль	+45 °С	контроль	+45 °С
		% отн. контроля		% отн. контроля		% отн. контроля
<i>H. annuus</i> (ВИР 114)	100±2,6	94,8±2,4	100±0,8	99,0±0,9	100±2,3	101,1±2,2
<i>H. annuus</i> (ВИР 116)	100±2,4	91,8±2,3	100±1,4	98,1±1,7	100±1,7	100,2±1,8
<i>H. decapetalus</i>	100±2,5	79,3±2,5	100±1,1	91,9±1,3	100±2,2	87,2±1,9
<i>H. petiolaris</i>	100±1,7	89,4±2,0	100±1,3	96,3±1,8	100±1,9	99,7±1,6
<i>H. rigidus</i>	100±2,0	92,0±1,5	100±1,6	95,0±2,9	100±2,0	100,3±2,3
Ср. знач.	100	89,5	100	96,0	100	97,7

Полученные данные указывают на то, что наибольшей деградации подверглись длинные участки ДНК. Кроме того, стоит отметить наибольшее снижение количества ядерной ДНК относительно контрольных образцов, тогда как пластидная ДНК деградировала в меньшей степени. Это может быть связано с многократностью хлоропластных и митохондриальных геномов в клетках растений.

Выводы. В результате исследования показана высокая стабильность ДНК при хранении растительных гомогенатов на бумажном носителе. Данный способ хранения ДНК имеет большой потенциал при создании ДНК-коллекций или интеграции с уже существующими.

Работа выполнена при поддержке фонда содействия инновациям (проект № 8795ГУ/2015).

Библиографические ссылки

1. Способ хранения ДНК-содержащего растительного материала в широком диапазоне температур: пат. 2703058 Российская Федерация. № 2017143012/10; заявл. 08.12.2017; опубл. 15.10.2019; бюл. № 29.
2. Dormontt E. et al. Advancing DNA barcoding and metabarcoding applications for plants requires systematic analysis of herbarium collections-an Australian perspective. 2018. Vol. 6. DOI: 10.3389/fevo.2018.00134.
3. Fiona R. Hay et al. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research // Conservation Physiology. 2013 Vol. 1(1). cot030. DOI: 10.1093/conphys/cot030.
4. Liu U. et al. The conservation value of germplasm stored at the millennium seed bank, royal botanic gardens, Kew, UK // Biodiversity and conservation. 2018. Vol. 27(6). Pp. 1347–1386. DOI: 10.1007/s10531-018-1497-y.
5. Livak K. J., Schmittgen T. D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2-ΔΔCT method // Methods. 2001. Vol. 25(4). Pp. 402–408. DOI: 10.1006/meth.2001.1262.
6. Usatov A. V., Kostylev K. V., Azarin N. V. et al. Introgression of the rice blast resistance genes Pi1, Pi2 and Pi33 into Russian rice varieties by marker-assisted selection // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2016. Vol. 76(1). Pp. 18–23. DOI: 10.5958/0975-6906.2016.00003.1.
7. Yu X. et al. Genomic prediction contributing to a promising global strategy to turbocharge gene banks // Nature Plants. 2016. Vol. 2(10). 16150. DOI: 10.1038/NPLANTS.2016.150.

References

1. Sposob hraneniya DNK-soderzhashchego rastitel'nogo materiala v shirokom diapazone temperature [A method of storing DNA-containing plant material in a wide temperature range]: pat. 2703058 Rossijskaya Federaciya. № 2017143012/10; yayavl. 08.12.2017; opubl. 15.10.2019; byul. № 29.
2. Dormontt E. et al. Advancing DNA barcoding and metabarcoding applications for plants requires systematic analysis of herbarium collections-an Australian perspective. 2018. Vol. 6. DOI: 10.3389/fevo.2018.00134.
3. Fiona R. Hay et al. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research // Conservation Physiology. 2013 Vol. 1(1). cot030. DOI: 10.1093/conphys/cot030.
4. Liu U. et al. The conservation value of germplasm stored at the millennium seed bank, royal botanic gardens, Kew, UK // Biodiversity and conservation. 2018. Vol. 27(6). Pp. 1347–1386. DOI: 10.1007/s10531-018-1497-y.
5. Livak K. J., Schmittgen T. D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2-ΔΔCT method // Methods. 2001. Vol. 25(4). Pp. 402–408. DOI: 10.1006/meth.2001.1262.
6. Usatov A. V., Kostylev K. V., Azarin N. V. et al. Introgression of the rice blast resistance genes Pi1, Pi2 and Pi33 into Russian rice varieties by marker-assisted selection // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2016. Vol. 76(1). Pp. 18–23. DOI: 10.5958/0975-6906.2016.00003.1.
7. Yu X. et al. Genomic prediction contributing to a promising global strategy to turbocharge gene banks // Nature Plants. 2016. Vol. 2(10). 16150. DOI: 10.1038/NPLANTS.2016.150.

Поступила: 5.12.19; принята к публикации: 14.10.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Хачумов В. А. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Корниенко И. В., Усатов А. В. – концептуализация исследования.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА СОРТАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. А. Репка, аспирант, dmrepka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8761-1255;
Л. П. Бельтюков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;
Е. К. Кувшинова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, kuv.ek61@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3769-4718;
Е. А. Потапов, аспирант, evgeniy.potapov@cahs.ru, ORCID ID: 0000-0001-6044-6280
 Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области одностороннее внесение минеральных удобрений под озимую пшеницу не всегда оправдано из-за недостатка влаги в почве. В связи с этим в настоящее время одним из перспективных направлений является дополнительное применение к минеральным удобрениям водорастворимых биопрепаратов для обработки семян и вегетирующих растений. Поэтому в 2016–2017 гг. были проведены специальные опыты по изучению влияния различных биопрепаратов на урожайность и качество зерна нового сорта озимой пшеницы Нива Ставрополя в посевах по предшественнику черный пар и сорта Виктория 11 в посевах по предшественнику лен масличный. В полевых опытах исследовали новые перспективные для южной сельскохозяйственной зоны Ростовской области биопрепараты Экстрасол, Росток, Аквамикс, Акварин 5 и Акварин 9. Влияние указанных препаратов оценивали на оптимальных для озимой пшеницы фонах минерального питания. По предшественнику черный пар $P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения, для предшественника лен масличный к этой норме удобрений дополнительно вносили азот в дозе N_{60} под основную обработку почвы. Установлено, что наиболее эффективным было совместное использование биопрепаратов Аквамикс (0,1 кг/т) при обработке семян + Акварин 5 (2 кг/га) + Акварин 9 (2 кг/га) при обработке по вегетации растений в фазе кущения и фазе колошения при внесении минеральных удобрений. При этом прибавка урожая к фоновому варианту составила 22,7% у сорта Нива Ставрополя и 21,5% у сорта Виктория 11.

Ключевые слова: сорт озимой пшеницы, биопрепараты, обработка семян и растений, урожайность, прибавка, стоимость прибавки.

Для цитирования: Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Кувшинова Е. К., Потапов Е. А. Эффективность применения биопрепаратов на сортах озимой пшеницы в условиях Ростовской области // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 1(67). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-72-76



THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL PRODUCTS' USE FOR WINTER WHEAT VARIETIES IN THE ROSTOV REGION

D. A. Repka, post graduate, dmrepka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8761-1255;
L. P. Belyukov, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department for agronomy and breeding of agricultural crops of the Azov-Blacksea Engineering Institute, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;
E. K. Kuvshinova, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department for agronomy and breeding of agricultural crops, kuv.ek61@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3769-4718;
E. A. Potapov, post graduate, evgeniy.potapov@cahs.ru, ORCID ID: 0000-0001-6044-6280
 Azov-Blacksea Engineering Institute FSBEI HE Donskoy SAU,
 347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

In the conditions of insufficient and unstable moisture in the Rostov Region, unilateral application of mineral fertilizers for winter wheat is not always justified due to a lack of moisture in the soil. In this regard, at present, one of the promising directions is the additional use of water-soluble biological products to mineral fertilizers for the treatment of seeds and vegetative plants. Therefore, in 2016–2017 there were conducted the special experiments to study the effect of various biological products on the productivity and grain quality of the new winter wheat variety "Niva Stavropoliya" sown in a weedfree fallow and the variety "Victoriya 11" sown after oilseed flax. In the field trials there were studied such promising biological products for the southern agricultural area of the Rostov Region as "Extrasol", "Rostok", "Aquamix", "Aquarin 5" and "Aquarin 9". The effect of the mentioned products was evaluated on the mineral nutrition backgrounds optimal for winter wheat. When the grain crop was sown in weedfree fallow, there were used $P_{60}K_{40}$ before sowing, + N_{30} in the tillering phase, + N_{30} in the phase of head formation. When the grain crop was sown after oilseed flax, nitrogen was additionally added at a dose of N_{60} to this fertilizer rate in the period of main tillage. It was established that the most effective results were under the compound use of biological products "Aquamix" (0.1 kg/t) in seed treatment + "Aquarin 5" (2 kg/ha) + "Aquarin 9" (2 kg/ha) in the treatment of plants in the tillering phase and the phase of head formation. At the same time, the yield increase to the background variant was 22.7% for the variety "Niva Stavropoliya" and 21.5% for the variety "Victoriya 11".

Keywords: winter wheat variety, biological products, treatment of seeds and plants, productivity, increase, increase value/cost.

Введение. Озимая пшеница на Дону является важнейшей продовольственной и, самое главное, экономически высококорентабельной культурой, которая ежегодно в области занимает площадь 2,2–2,5 млн га (Бондаренко и др., 2013). Решающее значение

в технологии возделывания этой культуры для получения высоких и стабильных урожаев качественного зерна имеет рациональное применение удобрений в комплексе с биопрепаратами. При этом очень важно, чтобы элементы питания всегда находились в до-

ступной для растений форме (Агафонов и др., 2012; Бельтюков и др., 2013).

При возделывании озимой пшеницы в Ростовской области число хозяйств, занимающихся применением биопрепаратов, постоянно растет. Уже доказано их положительное влияние на продуктивность пшеничных растений как научными учреждениями, так и производственными опытами (Репка и др., 2016; Мажара и др., 2012; Метлина, 2012). Однако разнообразие биопрепаратов, поступающих на рынок и предлагаемых как отечественными, так и зарубежными фирмами, иногда ставит земледельцев в тупик при их выборе. Ежегодно список таких препаратов пополняется, поэтому возникает необходимость их испытания. Это позволяет выявить, насколько они эффективны при использовании под различные культуры и в различных почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – охарактеризовать влияние различных биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являлись сорта озимой мягкой пшеницы селекции Ставропольского НИИСХ, допущенные к использованию в Ростовской области: сорт интенсивного типа Нива Ставрополя и сорт полунтенсивного типа Виктория 11.

Методика исследований. Полевые опыты проводили в 2016–2017 гг. в СПК (СА) «Русь» Сальского района, расположенного в южной природно-сельскохозяйственной зоне Ростовской области.

Климат зоны носит континентальный характер с недостаточным и неустойчивым увлажнением. По данным Сальской метеостанции (п. Гигант), среднегодовая температура воздуха составляет +9,2 °С. Сумма положительных среднесуточных температур составляет 3780 °С; среднегодовое количество осадков – около 500 мм; продолжительность безморозного периода – 170–180 дней. Среднегодовая глубина промачивания почвы к весеннему периоду составляет 83 см, а запас продуктивной влаги равен 134 мм.

Почва опытных участков – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый со следующими агрохимическими показателями в слое почвы 0–30 см: рН – 7,1; содержание гумуса – 3,0%; среднее содержание подвижного P_{2O_5} – 18–23 мг/кг и повышенное обменного K_2O – 340–370 мг/кг почвы.

Подготовку почвы, посев и уходные мероприятия проводили согласно зональным системам земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг. Исследования проводили согласно методике полевого опыта по Б. А. Доспехову (2011).

Сорт интенсивного типа Нива Ставрополя высевали по предшественнику черный пар, полунтенсивный сорт Виктория 11 – по предшественнику лен масличный.

Минеральные удобрения в виде фона вносили под основную обработку почвы: по предшественнику черный пар – $P_{60}K_{40}$ под вспашку на глубину 27–30 см; по предшественнику лен масличный – $N_{60}P_{60}K_{40}$ под дискование почвы на глубину 8–10 см. Кроме того, по обоим предшественникам проводили две азотные подкормки по N_{30} в фазах кущения и колошения. Обработку семян биопрепаратами проводили в день посева, а обработку растений по вегетации – в те же фазы, что и азотные подкормки, согласно регламенту.

Экстрасол – микробиологический препарат, основу которого составляет бактерия *Bacillus Subtilis*, применяли для обработки семян (1,0 л/т) и растений по вегетации (1,0 л/га).

Росток – гуминовый препарат, антистрессант и стимулятор, использовали также для обработки семян (0,5 л/т) и растений (0,5 л/га).

Аквамикс – микроэлементный комплекс, применяли для обработки семян (0,1 кг/т).

Акваин 5 и Акваин 9 – комплексные минеральные удобрения, применяли для обработки посевов (2 кг/га).

Результаты и их обсуждение. Установлено, что наилучшие условия увлажнения и минерального питания растений сложились по предшественнику черный пар, что и обеспечило формирование наибольшей урожайности сорта Нива Ставрополя во всех вариантах опыта и в оба года исследований. В среднем за два года урожайность на удобренном фоне составила 5,16 т/га. Применение всех изучаемых препаратов во все годы исследований положительно влияло на рост урожайности в сравнении с удобренным фоном. Однако наибольшая урожайность зерна (6,33 т/га) и прибавка к фону (1,17 т/га) были получены при совместном применении минеральных удобрений и биопрепаратов в варианте $P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в кущение + N_{30} в колошение + Аквамикс (0,1 л/т для обработки семян) + Акваин 5 (2 кг/га в кущение) + Акваин 9 (2 кг/га в колошение), что составило 22,7% к фону минерального питания без применения биопрепаратов (табл. 1).

Расчеты показали, что в этом же варианте опыта была отмечена и самая высокая экономическая эффективность применения биопрепаратов. При стоимости применяемых препаратов 490 руб/га стоимость дополнительной прибавки урожая составила 9230 руб/га.

В посевах по предшественнику лен масличный урожайность озимой пшеницы сорта Виктория 11 на удобренном фоне составила 3,55 т/га. Применение изучаемых препаратов обеспечило прибавку урожайности от 0,18 до 0,76 т/га, или 5,0–21,5% к фону. Максимальная урожайность (4,31 т/га) и наиболее высокая стоимость прибавки зерна (5615 руб/га) были получены в том же варианте опыта, что и в посевах по предшественнику черный пар (табл. 2).

Применение минеральных удобрений и опытных препаратов изменяло показатели элементов структуры урожая у изучаемых сортов. Увеличение урожайности обеспечивалось за счет увеличения числа колосьев на единицу площади, количества зерен в колосе и массы зерна с колоса.

При возделывании мягкой озимой пшеницы на продовольственные цели большое значение имеет качество зерна. Исследования показали, что применение исследуемых препаратов на фоне минеральных удобрений улучшало качественные показатели зерна изучаемых сортов (табл. 3).

Так, у сорта Нива Ставрополя в посевах по черному пару содержание белка в зерне возрастало с 12,3 на удобренном фоне до 12,4–14,2% в исследуемых вариантах; клейковины – с 18,3 до 21,0–24,9%; натуры зерна – с 695 до 703–747 г/л; стекловидность – с 46 до 51–62%. Аналогичные данные отмечены и у сорта Виктория 11 в посевах по предшественнику лен масличный. Самые высокие показатели качества зерна у изучаемых сортов озимой пшеницы были получены при совместном внесении минеральных удобрений и препаратов Аквамикс, Акваин 5 и Акваин 9.

Вывод. В условиях южной зоны Ростовской области при возделывании сортов мягкой озимой пшеницы Нива Ставрополя по предшественнику черный пар и Виктория 11 по предшественнику лен масличный для повышения урожайности и улучшения качества зерна целесообразно применять совместное внесение минеральных удобрений и препаратов: $P_{60}K_{40}$ по предшественнику черный пар и $N_{30}P_{60}K_{40}$ по предшественнику лен масличный до посева + N_{30} в кущение + N_{30} в колошение + Аквамикс (0,1 кг/т для обработки семян) + Акваин 5 (2 кг/га в кущение) + Акваин 9 (2 кг/га в колошение).

1. Влияние биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы Нива Ставрополя по предшественнику черный пар (2016–2017 гг.)

1. The effect of biological products on productivity of the winter wheat variety "Niva Stavropoliya" sown in weedfree fallow (2016–2017)

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Прибавка к фону		Стоимость препарата, руб/га	Стоимость прибавки, руб/га
	годы		средняя	т/га	%		
	2016	2017					
Фон: P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀ *	4,71	5,60	5,16	–	–	–	–
Фон + Экстрасол (ОС)**	5,18	6,25	5,72	0,56	9,8	75	4380
Фон + Росток (ОС)	5,07	6,45	5,76	0,60	11,6	38	5291
Фон + Аквамикс (ОС)	5,28	6,52	5,90	0,74	14,5	20	6133
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁)	5,41	6,61	6,01	0,85	16,4	270	6819
Фон + Экстрасол (ОС + ОР ₁ + ОР ₂)	5,33	6,45	5,89	0,73	14,4	675	5430
Фон + Росток (ОС + ОР ₁ + ОР ₂)	5,20	6,67	5,94	0,78	15,0	338	6040
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁ + ОР ₂)	5,57	6,75	6,16	1,00	20,3	520	7835
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁) + Акварин 9 (ОР ₂)	5,70	6,95	6,33	1,17	22,7	490	9230
НСР ₀₅	0,18	0,14	–	–	–	–	–
*N ₃₀ в фазе кушения; N ₃₀ в фазе колошения.		**ОС – обработка семян; ОР ₁ – обработка растений в фазу кушения; ОР ₂ – обработка растений в фазу колошения.					

2. Влияние биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы Виктория 11 по предшественнику лен масличный (2016–2017 гг.)

2. The effect of biological products on productivity of the winter wheat variety "Victoriya 11" sown after oilseed flax (2016–2017)

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Прибавка к фону		Стоимость препарата, руб/га	Стоимость прибавки, руб/га
	годы		средняя	т/га	%		
	2016	2017					
Фон: P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀ *	3,81	3,28	3,55	–	–	–	–
Фон + Экстрасол (ОС)**	4,10	3,35	3,73	0,18	5,0	75	1272
Фон + Росток (ОС)	4,15	3,48	3,82	0,27	7,6	38	2023
Фон + Аквамикс (ОС)	4,21	3,43	3,82	0,27	11,2	20	2023
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁)	4,36	3,81	4,09	0,54	15,2	270	4060
Фон + Экстрасол (ОС + ОР ₁ + ОР ₂)	4,28	3,73	4,01	0,46	12,9	675	2780
Фон + Росток (ОС + ОР ₁ + ОР ₂)	4,38	3,78	4,08	0,53	15,0	338	3978
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁ + ОР ₂)	4,44	3,95	4,20	0,65	18,3	520	4660
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁) + Акварин 9 (ОР ₂)	4,56	4,06	4,31	0,76	21,5	490	5615
НСР ₀₅	0,17	0,18	–	–	–	–	–
*N ₃₀ в фазе кушения; N ₃₀ в фазе колошения.		**ОС – обработка семян; ОР ₁ – обработка растений в фазу кушения; ОР ₂ – обработка растений в фазу колошения.					

3. Влияние биопрепаратов и удобрений на качество зерна озимой пшеницы

3. The effect of biological products and fertilizers on the grain quality of winter wheat

Вариант опыта	Содержание, %				Натура, г/л		Стекловидность, %	
	белка		клейковины					
	1	2	1	2	1	2	1	2
Фон: P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀ *	12,3	12,0	18,3	17,5	695	735	48	44
Фон + Экстрасол (ОС)**	13,1	12,2	20,8	17,7	703	748	51	50
Фон + Росток (ОС)	12,4	12,3	21,0	22,1	709	751	46	53
Фон + Аквамикс (ОС)	12,9	12,3	22,9	23,6	705	744	52	52
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁)	13,1	12,7	23,8	23,7	715	753	55	58
Фон + Экстрасол (ОС + ОР ₁ + ОР ₂)	13,8	12,6	23,4	22,4	729	753	54	52
Фон + Росток (ОС + ОР ₁ + ОР ₂)	13,3	13,1	24,2	23,3	737	762	49	54
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁ + ОР ₂)	13,9	13,3	24,7	24,2	741	761	62	61
Фон + Аквамикс (ОС) + Акварин 5 (ОР ₁) + Акварин 9 (ОР ₂)	14,2	13,5	24,9	24,5	747	767	60	59
*N ₃₀ в фазе кущения; N ₃₀ в фазе колошения.			**ОС – обработка семян; ОР ₁ – обработка растений в фазу кущения; ОР ₂ – обработка растений в фазу колошения.					

Примечание: 1 – Нива Ставрополя; 2 – Виктория 11.

Библиографические ссылки

1. Агафонов Е. В., Громаков А. А., Максименко М. В. Применение комплексных удобрений и азотной подкормки под озимую пшеницу // Земледелие. 2012. № 7. С. 16–17.
2. Бельтюков Л. П., Кувшинова Е. К., Шикин В. И. Применение удобрений и стимуляторов роста при возделывании озимой пшеницы на Дону. Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. 60 с.
3. Бондаренко С. Г., Горбаченко Ф. И., Горячев В. П. и др. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг. Ч. 2. Ростов н/Д., 2013. 272 с.
4. Мажара В. М., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю. В., Кувшинова Е. К. Роль биопрепаратов в технологиях возделывания зерновых культур // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы. Стабилизация производства продукции растениеводства в условиях изменяющегося климата: Междунар. сб. науч. трудов Донской аграрной науч.-практ. конференции. Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. С. 60–62.
5. Метлина Г. В. Биологические препараты и их место в экологически ориентированных системах сельского хозяйства // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы. Стабилизация производства продукции растениеводства в условиях изменяющегося климата: Междунар. сб. науч. трудов Донской аграрной науч.-практ. конференции. Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. С. 74–77.
6. Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Кувшинова Е. К., Денисенко В. В. Влияние биопрепаратов и удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области // Успехи современной науки. 2016. № 12. Т. 11. С. 44–49.

References

1. Agafonov E. V., Gromakov A. A., Maksimenko M. V. Primenenie kompleksnyh udobrenij i azotnoj podkormki pod ozimuyu pshenicu [The use of complex fertilizers and nitrogen fertilizer for winter wheat] // Zemledelie. 2012. № 7. S. 16–17.
2. Bel'tyukov L. P., Kuvshinova E. K., Shikin V. I. Primenenie udobrenij i stimulyatorov rosta pri vozdel'vanii ozimoy pshenicy na Donu [The use of fertilizers and growth stimulants at winter wheat cultivation in the Don area]. Zernograd: FGBOU VPO ACHGAA, 2013. 60 s.
3. Bondarenko S. G., Gorbachenko F. I., Goryachev V. P. i dr. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gg. [Zoned farming systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. 2. Rostov n/D., 2013. 272 s.
4. Mazhara V. M., Bel'tyukov L. P., Gordeeva Yu. V., Kuvshinova E. K. Rol' biopreparatov v tekhnologiyah vozdel'yvaniya zernovykh kul'tur [The role of biological products in the cultivation technologies of grain crops] // Innovacionnye puti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: zadachi i perspektivy. Stabilizatsiya proizvodstva produktsii rastenievodstva v usloviyah izmenyayushchegosya klimata: Mezhdunar. sb. nauch. trudov Donskoj agrarnoj nauch.-prakt. konferencii. Zernograd: FGBOU VPO ACHGAA, 2012. S. 60–62.

5. Metlina G. V. Biologicheskie preparaty i ih mesto v ekologicheski orientirovannyh sistemah sel'skogo hozyajstva [Biological products and their place in ecologically oriented agricultural systems] // Innovacionnye puti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: zadachi i perspektivy. Stabilizaciya proizvodstva produkcii rastenievodstva v usloviyah izmenyayushchegosya klimata: Mezhdunar. sb. nauch. trudov Donskoj agrarnoj nauch.-prakt. konferencii. Zernograd: FGBOU VPO ACHGAA, 2012. S. 74–77.

6. Repka D. A., Bel'tyukov L. P., Kuvshinova E. K., Denisenko V. V. Vliyanie biopreparatov i udobrenij na produktivnost' sortov ozimoj pshenicy v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of biological products and fertilizers on winter wheat productivity in the southern part of the Rostov region] // Uspekhi sovremennoj nauki. 2016. № 12. T. 11. S. 44–49.

Поступила: 30.10.19; принята к публикации: 20.11.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Бельтюков Л. П. – концептуализация исследования; Репка Д. А., Потапов Е. А. – подготовка опыта; Репка Д. А., Потапов Е. А. – выполнение полевых, лабораторных опытов и сбор данных; Репка Д. А., Бельтюков Л. П. – анализ данных и их интерпретация; Кувшинова Е. К. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.