

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
GRAIN ECONOMY OF RUSSIA
THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

2(68)2020

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

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

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).

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).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

EDITORIAL COUNCIL:

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 УрФАНИЦ 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).

Alabushev A. V. – chairman of editorial council, Dr. Sci. (Agriculture), professor, academicien of RAS (Zernograd, Russia);
Batalova G. A., Federal Agricultural Research Center of the East named N. V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academicien of RAS (Kirov, Russia);
Bespalova L. A., "P. P. Lukyanenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academicien 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, academicien of RAS (Odintsovo, Russia);
Zezin N. N., Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture) (Ekatereburg, Russia);
Lukomets V. M., Federal Scientific Center "V. S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academicien 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, academicien 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, academicien of RAS (Krasnodar, Russia);
Sandukhadze B. I., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), academicien of RAS (Odintsovo, Russia);
Sotchenko V. S., All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academicien of RAS (Pyatigorsk, Russia);
Khramtsov I. F., Omsk Agrarian Scientific Center – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academicien 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).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

EDITORIAL BOARD:

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);
Самоефалов А. П. – к. с.-х. н., ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Зерноград, Россия).

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 (Persyanovsky, 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);
Krivoshchev 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 Минобразования 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 – Скуйбекина О. Н.
Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 09.06.2020.
Дата выхода 28.04.2020. Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 00/0000.
Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Абделькави Р. Н. Ф., Соловьев А. А. Особенности формирования качества зерна яровой тритикале в контрастных погодных-климатических условиях 3

Кривошеев Г. Я., Шевченко Н. А. Влияние гидротермического коэффициента на урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости 8

Пономарева С. В. Оценка сортов полевого гороха (*Pisum Arvense* L.) на содержание белка в зерне: взаимосвязи хозяйственно полезных признаков с погодными-климатическими условиями 13

Самофалов А. П., Подгорный С. В., Скрипка О. В., Чернова В. Л. Изучение признака «высота растения» у озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области 18

Казакова Е. А., Макаренко Е. С., Подлутский М. С., Донцова А. А., Битаршвили С. В., Лыченкова М. А., Горбатова И. В., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Чиж Т. В., Снегирев А. С., Волкова П. Ю. Радиочувствительность сортов озимого и ярового ячменя по выраженности морфологического эффекта низкодозового гамма-облучения оригинальных семян 23

Арженовская Ю. Б. Анализ сортовой структуры кукурузы, возделываемой на зерно в Ростовской области 29

Васильченко С. А., Метлина Г. В. Применение гербицидов при возделывании кукурузы гибрида Зерноградский 354 МВ в южной зоне Ростовской области 34

Ложкин А. Г., Васильев О. А., Дмитриев В. Л., Крамаренко А. В. Влияние препаратов Bloom & Grow и Immune system на продуктивность яровой твердой и мягкой пшеницы в условиях Чувашской Республики 39

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Алабушев А. В. Достижения в селекционной работе по созданию сортов и гибридов сорго в «АНЦ «Донской» 44

Кибальник О. П., Каменева О. Б., Жук Е. А., Ларина Т. В., Орехова Л. А., Калинин Ю. А. Эффекты гетерозиса у гибридов F₁ сорго на основе цитоплазматической мужской стерильности 49

Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Макарова Т. С., Дубинина О. А., Костыленко О. А., Каменева А. С., Дерова Т. Г. Методы создания исходного материала в селекции озимой твердой пшеницы и их результативность 54

Давлетов Ф. А., Нигматуллина Г. М., Гайнуллина К. П., Плешков А. В., Сафин Ф. Ф. Новый сорт зернового гороха Памяти Попова 61

Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Изучение китайских образцов риса в условиях Ростовской области 66

АГРОХИМИЯ

Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю. В. Влияние биопрепаратов и удобрений на элементы структуры и урожайность сортов озимой пшеницы на Дону 72

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

Abdelkavi R. N. F., Soloviev A. A. The peculiarities of formation of spring triticale kernels quality in the contrast weather conditions 3

Krivosheev G. Ya., Shevchenko N. A. The effect of hydrothermal coefficient on productivity of maize hybrids of various groups of ripeness 8

Ponomareva S. V. The estimation of the peas varieties (*Pisum Arvense* L.) on protein percentage in grain: correlation between economic-valuable traits and weather conditions 13

Samofalov A. P., Podgorny S. V., Skripka O. V., Chernova V. L. The study of the trait "plant height" in winter bread wheat in the south of the Rostov region 18

Kazakova E. A., Makarenko E. S., Podlutsky M. S., Dontsova A. A., Bitarishvili S. V., Lychenkova M. A., Gorbatova I. V., Filippov E. G., Dontsov D. P., Chizh T. V., Snegirev A. S., Volkova P. Yu. Radio Sensitivity of the winter and spring barley varieties according to the morphological effect of low-dose gamma irradiation on the original seeds 23

Arzhenovskaya Yu. B. The analysis of varietal structure of maize cultivated for grain in the Rostov region 29

Vasilchenko S. A., Metlina G. V. The use of herbicides for cultivation of the maize hybrid "Zernogradsky 354 MV" in the south of the Rostov region 34

Lozhkin A. G., Vasiliev O. A., Dmitriev V. L., Kramarenko A. V. The effect of bio products Bloom & Grow and Immune system on spring durum and bread wheat productivity in the Chuvash republic 39

PLANT-BREEDING AND SEED-GROWING OF AGRICULTURAL CROPS

Alabushev A. V. The achievements in the sorghum varieties and hybrids' breeding in the ARC "Donskoy" 44

Kibalnik O. P., Kameneva O. B., Zhuk E. A., Larina T. V., Orekhova L. A., Kalinin Yu. A. The effects of heterosis of the sorghum hybrids F₁ based on cytoplasmic male sterility 49

Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Makarova T. S., Dubinina O. A., Kostylenko O. A., Kameneva A. S., Derova T. G. Methods for the development of the initial material in the process of winter durum wheat breeding and their efficiency 54

Davletov F. A., Nigmatullina G. M., Gaynullina K. P., Pleshkov A. V., Safin F. F. The new peas variety "Pamyati Popova" 61

Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V. the study of chinese rice samples under the conditions of the Rostov region 66

AGROCHEMISTRY

Repka D. A., Beltyukov L. P., Gordееva Yu. V. The effect of bio products and fertilizers on yield structure elements and productivity of winter wheat varieties grown in the Don area 72

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В КОНТРАСТНЫХ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Р. Н. Ф. Абделькави¹, аспирант кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, ramy.ra86@mail.com, ORCID ID: 0000-0002-7018-2271;

А. А. Соловьев^{2,3}, зав. лабораторией маркерной и геномной селекции растений, доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, a.soloviev70@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4480-8776

¹ФГБУ ВО «Российский ГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева»,
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»,
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 42;

³ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина»,
127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 4

Приведены результаты изучения образцов яровой тритикале в 2017–2018 гг., выращенных в условиях Полевой опытной станции РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева и отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. Изучены 10 сортов отечественной и зарубежной селекции, а также 10 селекционных линий, полученных с участием авторов. Эксперимент и анализ результатов работы выполнены по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Представлены результаты оценки качества зерна в контрастных погодных-климатических условиях 2017–2018 гг. Погодные условия 2018 г. благоприятно сложились для формирования более качественного зерна в сравнении с 2017 г. По содержанию белка, содержанию клейковины, качеству клейковины, стекловидности зерна, числу падения и объемному выходу хлеба в основном все образцы имели значения выше в 2018 г. в сравнении с 2017 г. При этом отмечено снижение урожайности. В целом по результатам изучения за два года выделены следующие образцы яровой тритикале – сорт Dublet и селекционные линии 131/1656 и С 259 как наиболее высокоурожайные, способные давать устойчиво урожайность свыше 50 ц/га, обладающие адаптивностью и хорошими показателями качества зерна. Сорта Лана, Sandro и селекционные линии 131/7, С 259, 6-35-5 и П2-13-5-2 показали высокое содержание белка и клейковины в сравнении со стандартом Укро. Установлено отрицательное значение взаимосвязи между содержанием белка и урожайностью зерна ($r = -0,54$), содержанием клейковины и урожайностью ($r = -0,61$). Выделенные образцы могут быть использованы в селекционных программах на урожайность и хорошее качество зерна.

Ключевые слова: яровая тритикале, качество зерна, содержание белка, содержание клейковины, стекловидность, число падения, урожайность зерна.

Для цитирования: Абделькави Р. Н. Ф., Соловьев А. А. Особенности формирования качества зерна яровой тритикале в контрастных погодных-климатических условиях // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 2(68). С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-3-7.



THE PECULIARITIES OF FORMATION OF SPRING TRITICALE KERNELS QUALITY IN THE CONTRAST WEATHER CONDITIONS

R. N. F. Abdelkavi¹, post-graduate of the department of genetics, biotechnology, breeding and seed production, ramy.ra86@mail.com, ORCID ID: 0000-0002-7018-2271;

A. A. Soloviev^{2,3}, head of the laboratory for marker and genome plant breeding, Doctor of biological Sciences, professor, professor of RAS, a.soloviev70@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4480-8776

¹Russian SAU – MAA named after K. A. Timiryazev,
127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49;

²All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology,
127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 42;

³Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin,
127276, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

The current paper has given the study results of spring triticale samples grown under the conditions of the field experimental station of the Russian SAU – MAA named after K. A. Timiryazev and the department of remote hybridization of the Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin in 2017–2018. There have been studied 10 varieties of domestic and foreign selection, as well as 10 breeding lines developed with the authors' participation. The trial and analysis of the results have been performed according to the method of State Variety Testing of agricultural crops. There have been presented the results of grain quality assessment in contrasting weather and climate conditions of 2017–2018. The weather conditions in 2018 were favorable for the formation of better grain in comparison with 2017. Almost all samples showed greater indices of protein and gluten content, gluten quality, kernel hardness, falling number and bread volume in 2018 than these in 2017. At the same time, there was seen productivity decrease. In general, according to the study results over two years, there were identified the spring triticale sample "Dublet" and the breeding lines "131/1656" and "С 259" as the most productive and capable to give stable yields of more than 50 kg/ha; with good adaptability and grain quality. The varieties "Lana", "Sandro" and the breeding lines "131/7", "С 259", "6-35-5" and "P2-13-5-2" showed a high protein and gluten content compared to the standard variety "Ukro". There has been identified a negative value of the correlation between the indicators of protein content and grain yield ($r = -0.54$), gluten content and yield ($r = -0.61$). The identified samples could be used in the breeding programs for better yields and good grain quality.

Keywords: spring triticale, grain quality, protein percentage, gluten content, kernel hardness, falling number, grain productivity.

Введение. Тритикале – культура гибридного происхождения, полученная путем скрещивания пшеницы и ржи. В последние годы она становится все более популярной для продовольственного применения, производства муки, хлеба, кондитерских изделий и мюсли (Грабовец и др., 2010; Грабовец и др., 2013; Чернышова и др., 2015; Senhofa et al., 2015). Зерно и продукты его переработки находят применение в пивоваренной, крахмалопаточной, спиртовой, бумажной и других отраслях промышленности (Крохмаль и Грабовец, 2015). За последние годы в селекции этой культуры достигнуты большие успехи. Созданы коммерческие сорта, у которых преодолены многие недостатки, свойственные культуре на начальных этапах ее становления, такие как позднеспелость, высокорослость, деформированное зерно (Баженов и др., 2011; Рубец и др., 2014; Ворончихин и др., 2018). В то же время проблема повышения хлебопекарных качеств яровой тритикале остается недостаточно решенной, поскольку тритикале рекомендуется прежде всего в качестве кормовой культуры для производства комбикорма (Скатова и др., 2016). В отношении яровой тритикале следует заметить, что она, как и в случае пшеницы, дает более качественное зерно в сравнении с озимой. В пределах имеющегося разнообразия форм яровой тритикале встречаются образцы, существенно различающиеся по характеристикам качества зерна. Исходя из этого, целью данного исследования являлась оценка показателей качества зерна у сортов и селекционных линий и выделение лучших для использования в селекционном процессе.

Материалы и методы исследований. Эксперимент выполнен в 2017–2018 гг. в условиях Полевой опытной станции РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева и отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. Опыт заложен по схеме полной рендомизации с тремя повторениями. Площадь делянки – 5 м². Посев семян проведен селекционной сеялкой СН-10Ц. Норма высева – 500 всхожих семян на 1 м². Уборку опытных делянок проводили селекционным комбайном Samro 130.

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента существенно различались. Характеризуя условия в целом, следует отметить, что вегетационный период 2017 г. характеризовался избыточным увлажнением и более низкими температурами в сравнении с 2018 г. В работе использованы 10 сортов отечественной и зарубежной селекции, а также 10 селекционных линий, полученных нами в результате селекционной работы. В качестве стандарта был использован сорт тритикале Укро.

Эксперимент и анализ результатов работы были проведены согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Статистический анализ данных осуществляли в программе SPSS. Определены коэффициенты корреляции между хозяйственно ценными признаками культуры.

Результаты и их обсуждение. Качество зерна как конечного продукта зерновой культуры определяет ее ценность и в определенной мере востребованность. В случае яровой тритикале, культуры недостаточно представленной на рынке, повышение ее востребованности возможно прежде всего в том случае, когда она будет превосходить другие яровые зерновые по комплексу показателей, включая содержание белка, хлебопекарные качества и т. д.

Несмотря на наличие отрицательных корреляций между качеством зерна и урожайностью, ведется поиск оптимальных сочетаний этих показателей. Во многих случаях урожайность является определяющей. В среднем за два года изучения урожайность зерна изучаемых образцов яровой тритикале варьировала от 373,0 г/м² (линия 6-35-5) до 537,0 г/м² (сорт Dublet), при этом урожайность стандарта яровой тритикале Укро составила 452,0 г/м² (табл. 1). В 2017 г. статистически достоверное превышение над стандартом по урожайности показали сорт Dublet (606,0 г/м²) и линия 131/1656 (546,0 г/м²). В 2018 г. практически все образцы имели урожайность на уровне стандарта, кроме сортов Гребешок, Ярило, Памяти Мережки и линий 131/714, 6-35-5. В целом отмечено снижение урожайности зерна в 2018 г. в сравнении с 2017 г., которое составило от 25,0 г/м² у сорта Гребешок (408,0 г/м² в 2017 г. и 383,0 г/м² в 2018 г.) до 139,0 г/м² у сорта Dublet (606,0 и 467,0 г/м² соответственно). В то же время у ряда образцов урожайность в 2018 г. была выше, чем в 2017 г., как например: сорта Ульяна, Укро, Хлебодар харьковский, Лана, Л8665 и др.

Анализ содержания белка также показал варьирование этого признака по годам исследований. Условия 2017 г. были менее благоприятными для накопления белка: размах изменчивости находился в пределах от 11,1% у образца Памяти Мережки до 13,8% у сорта Лана. Погодные условия 2018 г. привели к тому, что все образцы имели более высокое содержание белка, которое составило от 14,6% у сорта Dublet до 17,5% у линии П2-13-5-2. Наиболее высоким содержанием белка в зерне в среднем за два года исследований характеризовались линия П2-13-5-2 (15,5%) и сорт Лана (15,4%). У всех изучаемых линий вне зависимости от уменьшения или увеличения урожайности в 2018 г. наблюдалось увеличение содержания белка в зерне – от 1,9 % у сорта Укро (13,0% в 2017 г. и 14,9% в 2018 г.) до 5,1% у линии Л8665 (11,8 и 16,9% соответственно) (табл. 1). Среднее значение показателя содержания белка в зерне в 2018 г. составило 16,1%, что значительно больше, чем в 2017 г. – 12,5%. В некоторой мере добиться увеличения содержания белка в зерне можно технологическими приемами (Крохмаль и Грабовец, 2015).

Содержание белка, как правило, имеет отрицательную зависимость с показателем урожайности. Так и в наших исследованиях линии 6-35-5, П2-13-5-2, П2-16-20, имевшие более низкую урожайность, обладали высоким содержанием белка (табл. 1).

1. Урожайность, содержание белка и клейковины в зерне у изучаемых образцов яровой тритикале в условиях 2017–2018 гг.

1. Productivity, protein and gluten content in grain of the studied spring triticale samples in 2017–2018

Образцы	Урожайность, г/м ²			Содержание белка, %			Содержание клейковины, %		
	годы		средняя	годы		средняя	годы		средняя
	2017	2018		2017	2018		2017	2018	
Укро, ст.	406	497	452	13,0	14,9	14,0	16,2	20,7	18,5
Гребешок	408	383	396	12,0	16,6	14,3	13,1	26,2	19,7
Ульяна	407	577	492	12,8	15,4	14,1	15,9	21,0	18,5
Хлебодар харьковский	390	500	445	12,2	15,0	13,6	14,7	20,7	17,7
Ярило	457	377	417	12,9	16,8	14,9	14,4	25,2	19,8

Sandro	420	403	412	13,1	16,6	14,9	16,5	25,6	21,1
Памяти Мережко	480	380	430	11,1	15,6	13,4	11,8	24,6	18,2
Лана	429	460	445	13,8	17,0	15,4	18,4	25,6	22,0
Dublet	606	467	537	11,5	14,6	13,1	11,9	20,5	16,2
Legalo	477	447	462	12,6	15,9	14,3	14,5	24,1	19,3
131/7	403	413	408	13,3	15,7	14,5	18,3	23,5	20,9
131/714	431	390	411	11,7	16,6	14,2	12,2	26,3	19,3
C259	497	433	465	13,0	16,3	14,7	16,2	25,6	20,9
C238	431	440	436	12,2	16,0	14,1	15,0	24,3	19,7
6-35-5	369	377	373	13,0	16,2	14,6	16,4	24,6	20,5
Л8665	381	500	441	11,8	16,9	14,4	13,3	26,4	19,9
131/1656	546	497	522	11,2	15,1	13,2	11,9	22,3	17,1
П2-13-5-2	458	410	434	13,5	17,5	15,5	17,7	27,3	22,5
ПЛ-13-5-13	412	413	413	12,5	15,9	14,2	15,0	24,6	19,8
П2-16-20	382	393	388	12,3	16,9	14,6	14,8	25,7	20,3
НСР ₀₅	97	95	94	0,4	0,5	0,5	0,7	0,4	0,6

Однако особую ценность представляют генотипы, имеющие хорошую урожайность и высокое содержание белка. Среди изученных выделились сорта Ульяна и Legalo, линия C259.

Клейковина – основная часть муки, которая определяет технологические свойства готового хлеба (Крохмаль и Грабовец, 2015; Чернышова, 2015). На содержании клейковины, как и белка, сказались погодные условия. Отмечено снижение содержания клейковины в 2017 г. в сравнении с 2018 г., которое составило от 4,5% у сорта Укро (16,2% в 2017 г. и 20,7% в 2018 г.) до 14,1% у линии 131/714 (12,2% и 26,3% соответственно) (табл. 1). В 2018 г. все изучаемые образцы по данному показателю достоверно превысили стандарт, кроме сортов Ульяна, Хлебодар харьковский, Dublet, в то время как в 2017 г. содержание клейковины было достоверно выше стандарта у линий 131/7, П2-13-5-2 и сорта Лана.

Рассматривая качество клейковины, следует отметить, что не у всех образцов урожая 2017 г. удалось отмыть клейковину. Среди тех, у которых удалось отмыть, были как образцы с высоким качеством клейковины, так и с низким. Сорт Памяти Мережко и линии ПЛ-13-5-13, 131/714 имели клейковину первой группы качества, а сорт Legalo – третьей (табл. 2). В 2018 г. все образцы, за исключением линий 131/1656 и ПЛ-13-5-13, имели клейковину первой группы качества.

Анализируя значения стекловидности зерна, следует отметить, что погодные условия также сильно сказались на проявлении этого признака. В условиях 2018 г. все изученные образцы имели более высокую стекловидность, чем в 2017 г., и она варьировала от 74% у линии Л8665 до 91,7% у сорта Хлебодар харьковский (табл. 2). Наиболее высокой стекловидностью (более 65%) за два года исследований характеризовались сорта Укро, Хлебодар харьковский, Лана, Sandro и линия C 259.

2. Качество клейковины, стекловидность зерна и число падения у изучаемых образцов яровой тритикале в условиях 2017–2018 гг.

2. Gluten quality, kernel hardness and falling number of the studied spring triticale samples in 2017–2018

Образцы	Качество клейковины, ед. ИДК		Стековидность, %			Число падения, с		
	годы		годы		средняя	годы		средняя
	2017	2018	2017	2018		2017	2018	
Укро, ст.	23,9	54,5	70,0	84,3	77,2	49,0	126,0	87,5
Гребешок	—*	56,8	57,0	82,0	69,5	45,0	129,7	87,4
Ульяна	—*	50,6	62,0	80,3	71,2	47,0	97,7	72,4
Хлебодар харьковский	33,6	54,3	67,0	91,7	79,4	48,0	201,3	124,7
Ярило	40,9	70,7	55,0	82,3	68,7	46,0	58,0	52,0
Sandro	—*	59,8	65,0	84,3	74,7	46,0	83,0	64,5
Памяти Мережко	55,5	69,3	50,0	79,7	64,9	48,0	50,0	49,0
Лана	29,9	42,3	71,0	88,3	79,7	46,0	116,0	81,0
Dublet	—*	61,4	33,0	78,7	55,9	45,0	65,7	55,4
Legalo	15,0	42,6	38,0	85,7	61,9	46,0	65,3	55,7
131/7	—*	66,2	63,0	84,3	73,7	47,0	48,3	47,7
131/714	43,6	43,8	28,0	82,0	55,0	48,0	55,3	51,7
C259	—*	57,8	66,0	78,7	72,4	48,0	47,3	47,7
C238	25,0	67,7	57,0	90,7	73,9	46,0	47,0	46,5
6-35-5	—*	54,0	58,0	87,7	72,9	47,0	53,0	50,0
Л8665	26,8	54,4	59,0	74,0	66,5	48,0	90,7	69,4
131/1656	35,1	39,7	32,0	84,7	58,4	47,0	87,7	67,4
П2-13-5-2	31,5	54,2	37,0	84,0	60,5	47,0	101,3	74,2
ПЛ-13-5-13	45,0	38,8	44,0	90,0	67,0	47,0	91,3	69,2
П2-16-20	22,0	57,7	44,0	90,3	67,2	46,0	57,7	51,9
Среднее	—	—	52,8	84,2	68,5	46,9	83,6	65,2
НСР ₀₅ по годам	—	—	4,5	5,8	—	1,1	6,3	—
НСР ₀₅ АБ	—		5,1			7,5		

*клейковина данных образцов не отмывалась.

Важным показателем хлебопекарных качеств муки является число падения, характеризующее активность фермента α -амилазы. Чем выше активность фермента, тем быстрее крахмал распадается на простые сахара и меньше значение числа падения. Изученные образцы имели низкие значения числа падения в оба года исследования, кроме сорта Хлебодар харьковский урожая 2018 г., когда значение этого показателя составило 201 с (табл. 2). В целом отмечено увеличение этого показателя в 2018 г. в сравнении с 2017 г. Изученные образцы характеризуются высокой активностью α -амилазы, что свидетельству-

ет о возможности их использования для производства кондитерских изделий, спирта, пива и напитков в качестве несоложенного сырья.

Рассматривая взаимосвязи между изучаемыми признаками, следует отметить, что на яровой тритикале подтверждена отрицательная взаимосвязь между содержанием белка и урожайностью зерна ($r = -0,54$), содержанием клейковины и урожайностью ($r = -0,61$). В то же время имеется положительная взаимосвязь между содержанием клейковины и содержанием белка ($r = 0,95$) (табл. 3).

3. Взаимосвязь между урожайностью и показателями качества зерна яровой тритикале 3. Correlation between productivity and quality indicators of spring triticale

Показатели	Урожайность, г/м ²	Стекловидность, %	Число падения, с	Белок, %
Урожайность, г/м ²	—	—	—	—
Стекловидность, %	-0,32	—	—	—
Число падения, с	0,11	0,39	—	—
Белок, %	-0,54*	0,34	-0,07	—
Клейковина, %	-0,61**	0,33	-0,16	0,95**

* – достоверность при НСР_{0,05}; ** – достоверность при НСР_{0,01}.

Выводы. На изучаемые показатели качества зерна существенным образом оказали влияние контрастные погодные условия 2017 и 2018 гг. В большей степени это отразилось на качестве клейковины, стекловидности, числе падения.

В результате изучения образцов яровой тритикале в условиях 2017–2018 гг. выделены образцы, имеющие показатели на уровне или выше стандарта сорта Укро: урожайность – сорт Dublet и линия 131/1656; содержание белка – сорта Лана, Ульяна, линия П2-13-5-2; содержание клейковины – сорт Лана, линии 6-35-5 и П2-13-5-2.

Показана высокая статистически значимая отрицательная взаимосвязь между содержанием белка и клейковины в зерне, с одной стороны, и урожайностью – с другой ($r = -0,54$, $r = -0,61$ соответственно). Между содержанием белка и клейковины в зерне отмечен коэффициент корреляции $r = 0,95$.

В качестве исходного материала для формирования качественного зерна по содержанию белка и содержанию клейковины следует использовать сорт Лана и линию П2-13-5-2.

Библиографические ссылки

1. Баженов М. С., Дивашук М. Г., Пыльнев В. В., Карлов Г. И., Рубец В. С. Изучение образцов озимой тритикале на наличие хромосомных замещений и их связь с устойчивостью к прорастанию на корню // Известия ТСХА. 2011. Вып. 2. С. 20–25.
2. Беспалова Л. А., Романенко А. А., Колесников Ф. А. и др. Сорта пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСК имени П. П. Лукьяненко // Каталог КНИИСК им. П. П. Лукьяненко. Краснодар, 2017.
3. Ворончихин В. В., Пыльнев В. В., Рубец В. С., Ворончихина И. Н. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны // Известия ТСХА. 2018. Вып. 1. С. 69–81.
4. Грабовец А. И., Крохмаль А. В., Копусь М. М. Некоторые аспекты селекции хлебопекарных тритикале // Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов: мат. междунар. науч.-практ. конференции. Ростов н/Д., 2010. С. 57–65.
5. Грабовец А. И., Крохмаль А. В., Дремучева Г. Ф., Карчевская О. Е. Селекция тритикале для хлебопекарных целей // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2. С. 3–8.
6. Крохмаль А. В., Грабовец А. И. Формирование качества зерна тритикале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2(52). С. 46–48.
7. Рубец В. С., Игонин В. Н., Пыльнев В. В. Селекция озимой тритикале в РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева: история, особенности, достижения // Известия ТСХА. 2014. Вып. 1. С. 115–124.
8. Скатова С. Е., Васильев В. В., Тысленко А. М., Зуев Д. В. Новые кормовые сорта яровой тритикале для адаптивного земледелия России // Владимирский земледелец. 2016. № 2(76). С. 18–20.
9. Чернышова Э. А., Мякинчиков А. Г., Соловьев А. А. Сравнительная характеристика технологических качеств зерна сортов озимой тритикале // Известия ТСХА. 2015. Вып. 3. С. 16–24.
10. Senhofa S., Straumite E., Sabovics M., Klava D., Galoburda R., Rakcejeva T. The effect of packaging type on quality of cereal muesli during storage. Agronomy Research. 2015. No. 13(4). Pp. 1064–1073.

References

1. Bazhenov M. S., Divashuk M. G., Pylnev V. V., Karlov G. I., Rubets V. S. Izuchenie obrazcov ozimoy tritikale na nalichie hromosomnyh zameshchenij i ih svyaz' s ustojchivost'yu k prorastaniyu na kornyu [Study of winter triticale samples for the presence of chromosomal substitutions and their relationship with resistance to root germination] // Izvestiya TSKHA. 2011. Vyp. 2. S. 20–25.
2. Bepalova L. A., Romanenko A. A., Kolesnikov F. A. i dr. Sorta pshenitsy i tritikale Krasnodarskogo Luk'yanenko [The wheat and triticale varieties of the Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P. P. Lukyanenko] // Katalog KNIISKH im. P. P. Luk'yanenko. Krasnodar, 2017.
3. Voronchikhin V. V., Pylnev V. V., Rubets V. S., Voronchikhina I. N. Urozhajnost' i elementy struktury urozhaya kollekci ozimoy geksaploidnoj tritikale v central'nom rajone nechernozemnoj zony [Productivity and yield structural

elements of the collection of winter hexaploid triticale in the central region of the Non-chernozem zone] // Izvestiya TSKHA. 2018. Vyp. 1. S. 69–81.

4. Grabovets A. I., Krokhmal' A. V., Kopus' M. M. Nekotorye aspekty seleksii khlebopekarnykh tritikale [Some breeding aspects of bread triticale] // Rol' tritikale v stabilizatsii i uvelichenii proizvodstva zerna i kormov: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii. Rostov n/D., 2010. S. 57–65.

5. Grabovets A. I., Krokhmal' A. V., Dremucheva G. F., Karchevskaya O. E. Seleksiya tritikale dlya khlebopekarnykh tselej [Triticale breeding for baking purposes] // Doklady Rossijskoj akademii sel'skokhozyajstvennykh nauk. 2013. № 2. S. 3–8.

6. Krokhmal' A. V., Grabovets A. I. Formirovanie kachestva zerna tritikale [Formation of triticale grain quality] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 2(52). S. 46–48.

7. Rubets V. S., Igonin V. N., Pylnev V. V. Selekcija ozimoi tritikale v RGAU – MSKHA imeni K. A. Timiryazeva: istoriya, osobennosti, dostizheniya [Winter triticale breeding in the Russian SAU – MAA named after K. A. Timiryazev: history, features, achievements] // Izvestiya TSKHA. 2014. Vyp. 1. S. 115–124.

8. Skatova S. E., Vasiliev V. V., Tyslenko A. M., Zuev D. V. Novye kormovye sorta yarovogo tritikale dlya adaptivnogo zemledeliya Rossii [New forage varieties of spring triticale for adaptive farming in Russia] // Vladimirskij zemledec. 2016. № 2(76). S. 18–20.

9. Chernyshova E. A., Myakin'kov A. G., Soloviev A. A. Sravnitel'naya kharakteristika tekhnologicheskikh kachestv zerna sortov ozimoi tritikale [Comparative characteristics of the technological qualities of winter triticale varieties] // Izvestiya TSKHA. 2015. Vyp. 3. S. 16–24.

10. Senhofa S., Straumite E., Sabovics M., Klava D., Galoburda R., Rakcejeva T. The effect of packaging type on quality of cereal muesli during storage. Agronomy Research. 2015. No. 13(4). Pp. 1064–1073.

Поступила: 16.07.19; 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. Соловьев А. А. – концептуализация исследования; Абделькави Р. Н. Ф. – выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных; Соловьев А. А., Абделькави Р. Н. Ф. – подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

Г. Я. Кривошеев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;

Н. А. Шевченко, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, kckk-bass@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0001-5869-367X

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Корректировка селекционных программ, выбор оптимальной группы спелости зависят от почвенно-климатических условий, для которых создаются сорта и гибриды. Одним из важнейших показателей климатических условий считается гидротермический коэффициент (ГТК). Цель исследования – провести анализ влияния ГТК на урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости. Исследования выполнены в 2014–2019 гг. в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области, характеризующейся неустойчивым увлажнением. Объект исследований – 96 межлинейных гибридов кукурузы трех групп спелости: раннеспелой (FAO 150), среднеранней (FAO 200) и среднеспелой (FAO 300). Размещение вариантов в опыте – систематическое. Годы проведения исследований 2014 и 2018 оценены как засушливые (ГТК = 0,32–0,57); 2015–2017, 2019 – средне засушливые (ГТК = 0,58–0,89). ГТК, определенный только за весь период вегетации, не всегда позволяет объективно оценить условия выращивания. Необходимо более подробный анализ ГТК по периодам (месяцам) вегетации. В среднем за годы исследования наибольшей урожайностью зерна отличались среднеспелые гибриды кукурузы (3,98 т/га), наименьшей – раннеспелые (3,31 т/га), промежуточное значение (3,80 т/га) имели среднеранние гибриды. Однако в разные годы максимальную урожайность зерна имели гибриды разных групп спелости, в том числе и раннеспелые, в зависимости от величины ГТК в различные периоды вегетации. Выявлены средние положительные коэффициенты корреляции между значениями ГТК и урожайностью зерна гибридов кукурузы ($r = 0,64–0,74$). Использование в посевах гибридов кукурузы различных групп спелости позволит стабилизировать валовые сборы зерна кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность зерна, гидротермический коэффициент, группы спелости, сумма эффективных температур.

Для цитирования: Кривошеев Г. Я., Шевченко Н. А. Влияние гидротермического коэффициента на урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68) С. 8–12. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-8-12.



THE EFFECT OF HYDRO-THERMAL COEFFICIENT ON PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS OF VARIOUS GROUPS OF RIPENESS

G. Ya. Krivosheev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for maize breeding and seed production, genadiy.krivosheev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5876-7672;

N. A. Shevchenko, research technician of the laboratory for maize breeding and seed production, kckk-bass@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0001-5869-367X

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The improvement of the breeding programs, selection of the optimal group of ripeness depends on the soil and climatic conditions for which varieties and hybrids are developed. One of the most important indicators of climatic conditions is the hydrothermal coefficient (HTC). The purpose of the current study was to analyze the effect of HTC on the productivity of maize hybrids of various groups of ripeness. The studies were carried out in 2014–2019 at the Agricultural Research Center "Donskoy" located in the southern zone of the Rostov Region, characterized by unstable moisture. The objects of the study were 96 interlinear maize hybrids of three groups of ripeness, namely an early ripening group (FAO 150), a middle-early ripening group (FAO 200) and a middle ripening group (FAO 300). There was a systematic use of variants in the trials. The weather conditions of the years 2014 and 2018 could be estimated as arid (HTC = 0.32–0.57). The years 2015, 2016, 2017 and 2019 were of medium aridity (HTC = 0.58–0.89). The HTC determined only for the entire vegetation period did not allow estimating objectively the growing conditions. There has been required a more detailed analysis of the HTC for the periods (months) of vegetation. On average, over the years of study, the middle ripening maize hybrids were characterized with the largest grain productivity (3.98 t/ha). The early ripening maize hybrids were characterized with the smallest productivity (3.31 t/ha). The middle-early ripening hybrids were characterized with the average value (3.80 t/ha). However, in different years, the maximum grain yields were produced by the hybrids of various groups of ripeness, including by the early ripening varieties, that depended on the amount of HTC in different vegetation periods. There have been identified average positive correlation coefficients between the HTC values and maize hybrids' productivity ($r = 0.64–0.74$). The use of maize hybrids of various groups of ripeness can stabilize the gross harvest of maize.

Keywords: maize, grain productivity, hydro-thermal coefficient (HTC), groups of ripeness, amount of efficient temperatures.

Введение. Стабилизация и развитие животноводческой отрасли – важнейшая задача АПК. Важным фактором ее решения является создание прочной кормовой базы, что невозможно без увеличения производства зерновой и силосной кукурузы (Сотченко, 2009). В последние годы происходит увеличение по-

севных площадей под кукурузой, причем как за счет расширения северной границы посевов, так и размещения в засушливых зонах.

Глобальное изменение климатических условий сопровождается усилением аридности климата, поэтому анализ основных климатических факторов мо-

жет быть полезен для корректирования селекционных программ, сосредоточения усилий на оптимальной группе спелости (Кривошеев и др., 2014). Для решения этих задач учитывают важнейшие климатические факторы – влагообеспеченность и температурный режим. Оценка увлажненности вегетационного периода по суммам осадков недостаточна для характеристики водных ресурсов территории. Необходимо учитывать испаряемость, которая зависит от прихода солнечной радиации и обусловленного этим температурного режима (Чирков, 1975). Г. Т. Селянинов (1966) предложил использовать универсальный показатель – гидротермический коэффициент – отношение суммы осадков за период со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °С к сумме температур за тот же период, уменьшенной в 10 раз.

Цель исследования – проведение анализа влияния гидротермического коэффициента на урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства кукурузы Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»).

Климат континентальный, среднегодовое количество осадков составляет 582,4 мм, сумма ак-

тивных температур – 3200–3300 °С (Гриценко, 2005).

Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6% (Алабушев и др., 2011).

В качестве объекта исследования служили 96 новых межлинейных гибридов кукурузы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» трех групп спелости: раннеспелой (ФАО 150), среднеранней (ФАО 200), среднеспелой (ФАО 300), которые были высеяны в трех питомниках.

Закладку опытов, наблюдения и учеты проводили согласно методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой (1980) и методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1979). Метод размещения гибридов в полевых условиях – систематический со смещением; учетная площадь делянки – 20 м²; повторность – четырехкратная. Агротехнические мероприятия проводили согласно зональной системе земледелия (2013). Статистическую обработку выполняли по Б. А. Доспехову (1985).

При анализе использовали данные метеостанции «Зерноград» за 2014–2019 гг.

Результаты и их обсуждение. Годы проведения эксперимента различались по количеству выпавших атмосферных осадков в период вегетации кукурузы (табл. 1).

1. Атмосферные осадки в период вегетации кукурузы, мм (2014–2019 гг.)

1. Precipitations in the vegetation period of maize, mm (in 2014–2019)

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Итого
2014	59,2	71,9	19,6	7,7	158,4
2015	69,7	114,0	32,2	14,8	230,7
2016	156,8	23,8	32,8	28,8	242,2
2017	59,3	88,6	42,2	45,5	235,6
2018	12,7	4,2	71,7	4,8	93,4
2019	63,9	10,8	71,4	13,6	159,7
Среднее за 2014–2019	70,3	62,7	45,0	19,2	186,7

Наибольшее количество осадков (242,2 мм) выпало в 2016 г., наименьшее (93,4 мм) – в 2018 г. Все годы характеризовались неравномерностью выпадения осадков. В среднем наиболее влагообеспеченным оказался май (70,3 мм), самым засушливым – август (19,2 мм).

Годы исследований различались по температурному режиму. Сумма эффективных температур

за период вегетации кукурузы варьировала по годам от 2661 до 2877 °С. В среднем наиболее прохладным был май: среднемесячная температура воздуха – 15,9–19,4 °С; сумма эффективных температур – 489–601 °С. Самым жарким был август: среднемесячная температура воздуха – 23,4–26,0 °С; сумма эффективных температур – 726–848 °С (табл. 2).

2. Сумма эффективных температур в период вегетации кукурузы, °С (2014–2019 гг.)

2. The amount of efficient temperatures in the vegetation period of maize, °C (in 2014–2019)

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	Итого
2014	601	632	771	797	2801
2015	506	664	742	749	2661
2016	489	667	763	805	2724
2017	493	604	758	848	2703
2018	596	716	802	763	2877
2019	591	756	704	726	2777
Среднее за 2014–2019 гг.	546	673	757	781	2757

Средний за период вегетации ГТК по годам варьировал от 0,32 до 0,89. Наибольшие значения ГТК (0,87–0,89) отмечены в 2015–2017 гг., эти годы характеризуются как средне засушливые. Сильно засушли-

вые годы – 2014 и 2018, у которых ГТК за период вегетации кукурузы соответственно составил 0,57 и 0,32 (табл. 3).

3. Гидротермический коэффициент в период вегетации кукурузы (2014–2019 гг.) 3. Hydro-thermal coefficient in the vegetation period of maize (in 2014–2019)

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Май – август
2014	0,98	1,14	0,25	0,10	0,57
2015	1,38	1,72	0,44	0,20	0,88
2016	3,21	0,36	0,43	0,36	0,89
2017	1,20	1,47	0,56	0,54	0,87
2018	0,21	0,06	0,89	0,06	0,32
2019	1,08	0,14	1,01	0,19	0,58

Учитывая неравномерность распределения осадков в течение вегетации, классифицировать годы по засушливости необходимо с учетом ГТК по периодам (месяцам). Так, в 2019 г. ГТК за вегетацию кукурузы составил 0,58, однако в связи с тем, что в июле в период максимального водопотребления растений кукурузы водный и температурный режимы были сравнительно благоприятными (ГТК = 1,01), этот год следует считать средним засушливым.

Урожайность зерна гибридов кукурузы зависела от величины гидротермического коэффициента. Максимальную урожайность (3,82–4,85 т/га) гибриды кукурузы формировали в 2015–2017 гг. с более высокими значениями ГТК (0,87–0,89). Исключение составил 2019 г., когда сравнительно высокая уро-

жайность зерна (4,10 т/га) получена при невысоком значении ГТК за период вегетации и высоком в июле. Следовательно, величина урожая зерна гибридов кукурузы зависит от того, какими будут водный и температурный режимы в течение всего периода вегетации, в том числе в различные фазы вегетации растений.

В связи с большой продолжительностью вегетационного периода и большей возможностью накапливать питательные вещества, в среднем за годы исследования самой высокой урожайностью зерна (3,98 т/га) отличались среднеспелые гибриды кукурузы, наименьшей – раннеспелые (3,31 т/га), промежуточное значение (3,80 т/га) имели среднеранние гибриды (табл. 4).

4. Урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости (2014–2019 гг.) 4. Grain productivity of maize hybrids of various groups of ripeness (in 2014–2019)

Годы	Группы спелости			Среднее по группам
	раннеспелые	среднеранние	среднеспелые	
2014	2,43	2,05	2,03	2,11
2015	4,75	4,92	4,91	4,85
2016	2,49	3,75	4,31	3,82
2017	4,69	4,92	4,87	4,83
2018	1,78	2,88	3,34	2,70
2019	3,73	4,53	4,43	4,10
Среднее за 2014–2019	3,31	3,80	3,98	3,74

Вместе с тем в разные годы гибриды различных групп спелости имели преимущество в формировании более высокой урожайности. Так, в 2014 г. сравнительно высокие значения ГТК в мае – июне (0,98–1,14) и очень низкие значения в июле – августе (0,25–0,10) позволили получить преимущество раннеспелым гибридам по отношению к другим, поскольку раннеспелые гибриды более эффективно используют влагу в первой половине лета. В 2018 и 2019 гг. отсутствие эффективных осадков в июне (ГТК = 0,06–0,14) и обильное выпадение их в июле (ГТК = 0,89–1,01) дали преимущество среднеспелым гибридам. Высокие значения ГТК (1,20–1,47) в 2017 г. в первой половине вегетации и не очень сильное их снижение (до 0,54–0,56) во второй половине вегетации позволили

выделиться по урожаю зерна гибридам среднеранней группы спелости. Учитывая полученные результаты, гибриды всех групп спелости должны быть представлены в производстве на юге Ростовской области. Наличие в посевах гибридов кукурузы различных групп спелости позволит стабилизировать валовые сборы зерна.

Результаты корреляционного анализа подтверждают зависимость урожая зерна гибридов кукурузы различных групп спелости от ГТК (за вегетационный период): раннеспелая ($r = 0,67$), среднеранняя ($r = 0,64$) и среднеспелая ($r = 0,67$). В среднем по всем группам спелости коэффициент корреляции составил 0,74 (табл. 5).

5. Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и гидротермическим коэффициентом (2014–2019 гг.) 5. Correlation coefficients between grain productivity and hydro-thermal coefficients (2014–2019)

Группы спелости	Месяцы				Период вегетации: май – август
	Май	Июнь	Июль	Август	
Раннеспелая	0,04	0,70	–0,06	0,56	0,67
Среднеранняя	0,25	0,36	0,20	0,64	0,67
Среднеспелая	0,33	0,21	0,27	0,64	0,64
Среднее по группам	0,31	0,42	0,11	0,69	0,74

Между урожайностью и ГТК по месяцам вегетации выявлена различная связь: средняя, отсутствовала или была слабой. Объясняется это крайне неравномерным распределением осадков в течение вегетации. Засушливые условия одного месяца вегетации частично компенсировались влагообеспеченными условиями других месяцев. Исключение составил август, когда между урожайностью и ГТК по всем

группам спелости получены средние положительные коэффициенты корреляции ($r = 0,56-0,69$).

Следует отметить, что увеличение урожайности с возрастом ГТК не было линейным, а имело более сложную зависимость. Тем не менее, как правило, в годы с более высокими значениями ГТК урожайность была выше (рис. 1).

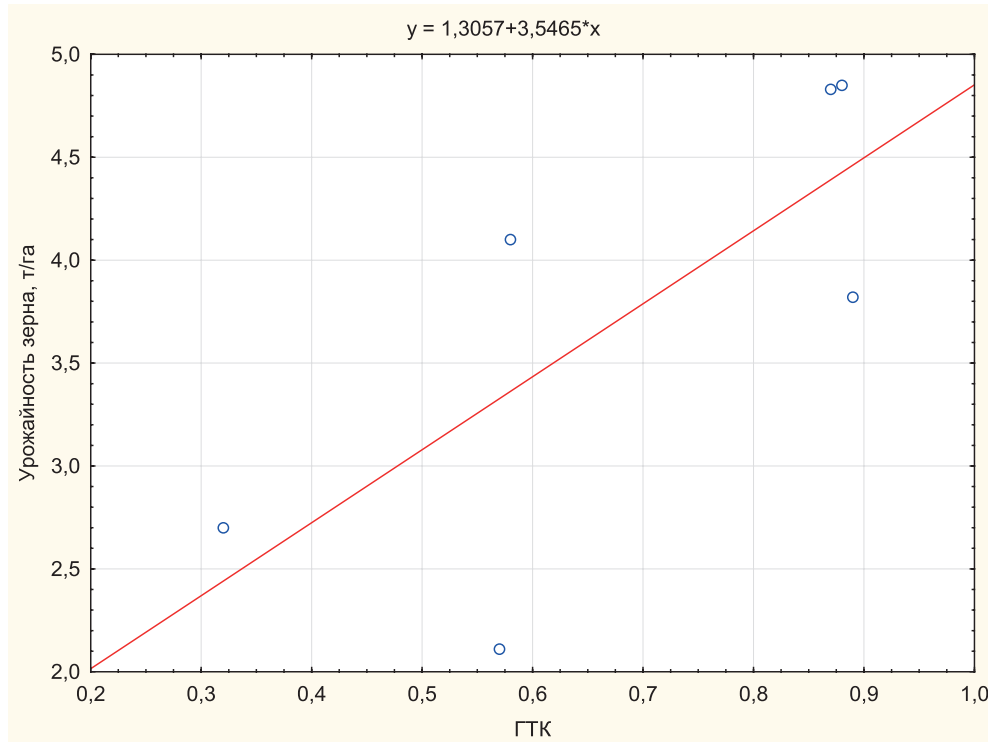


Рис. 1. Зависимость урожайности зерна гибридов кукурузы от ГТК за период вегетации (2014–2019 гг.)

Fig. 1. Correlation between productivity of maize hybrids and hydro-thermal coefficients during the vegetation period (2014–2019)

Выводы. Гидротермический коэффициент за вегетационный период оказывает влияние на формирование урожайности зерна всех групп спелости гибридов кукурузы ($r = 0,63-0,74$). С увеличением ГТК урожайность возрастает.

Урожайность гибридов зависит не только от ГТК в целом за весь период вегетации, но и от ГТК в конкретные периоды (месяцы).

В среднем наиболее высокую урожайность зерна сформировали среднеспелые гибриды кукурузы

(3,92 т/га), наименьшую – раннеспелые (3,31 т/га), промежуточные значения имели среднеранние гибриды (3,80 т/га). Однако, в зависимости от величин ГТК в различные фазы вегетации, более высокая урожайность зерна получена в некоторые годы по раннеспелым или среднеранним гибридам. Наличие в посевах гибридов кукурузы различных групп спелости позволит стабилизировать валовые сборы зерна кукурузы.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Метлина Г. В., Васильченко С. А. Влияние удобрений на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2011. № 6. С. 49–52.
2. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 годы). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2005. 78 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 416 с.
4. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. III. Ростов н/Д., 2013. 376 с.
5. 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. С. 44–50.
6. Кукуруза. Современная технология возделывания / под ред. академика РАСХН В. С. Сотченко. М.: РосАгроХим, 2009. 127 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1979. 240 с.
8. Селянинов Г. Т. Агроклиматическая карта мира. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 12 с.
9. Чирков Ю. И. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. 172–173.

References

1. Alabushev A. V., Metlina G. V., Vasil'chenko S. A. Vliyanie udobrenij na produktivnost' sorgo zernovogo v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of fertilizers on the grain sorghum productivity in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 6. S. 49–52.

2. Gricenko A.A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gody) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D., ZAO "Kniga", 2005. 78 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M., 1985. 416 s.
4. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Zonal farming systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. III. Rostov n/D., 2013. 376 s.
5. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Buin N. P. Izmenenie klimaticheskikh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti v period vegetacii kukuruzy [Climate changes in the southern part of the Rostov region during the growing period of maize] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1. S. 44–50.
6. Kukuza. Sovremennaya tekhnologiya vozdel'nyaniya [Maize. Modern cultivation technology] / pod red. akademika RASKHN V. S. Sotchenko. M.: RosAgroHim, 2009. 127 s.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methodology of the State Variety Testing of crops]. M.: Kolos, 1979. 240 s.
8. Selyaninov G. T. Agroklimaticheskaya karta mira [Agroclimatic world map]. L.: Gidrometeoizdat, 1966. 12 s.
9. Chirkov Yu. I. Osnovy sel'skohozyajstvennoj meteorologii [Fundamentals of Agricultural Meteorology]. L.: Gidrometeoizdat, 1975. S. 172–173.

Поступила: 26.12.19; принята к публикации: 20.01.20.

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. Кривошеев Г. Я. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Шевченко Н. А. – выполнение полевых опытов, сбор и математическая обработка данных, подготовка рукописи, анализ данных и их интерпретация.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.358:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-13-17

ОЦЕНКА СОРТОВ ПОЛЕВОГО ГОРОХА (*PISUM ARVENSE* L.) НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ: ВЗАИМОСВЯЗИ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ С ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

С. В. Пономарева, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства,
ORCID ID: 0000-0002-5532-3574

Нижегородский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока,

607686, Нижегородская обл., Кстовский р-он, с. п. Селекционной станции, 38; e-mail: nnovniish@rambler.ru

В решении проблемы повышения белковости производимого в стране зернофуража немаловажная роль должна отводиться полевому гороху – ценному компоненту комбикормов с высоким содержанием белка. В данной работе проводили оценку сортов гороха полевого по содержанию белка в семенах. Изучались корреляционные связи между содержанием белка и продуктивностью семян, с массой 1000 зерен и продолжительностью вегетационного периода. Определяли влияние погодных условий и взаимосвязь с содержанием белка в семенах гороха полевого. Исследования проводились на опытном участке коллекционного питомника гороха Нижегородского НИИСХ в 2016–2018 гг. Объектом изучения служили 15 сортов полевого гороха отечественной и зарубежной селекции. В опыте определены высокобелковые (28,0–30,0%) мелкосемянные позднеспелые и низкобелковые (22,9–23,9%) скороспелые с крупными семенами сорта листочкового морфотипа. Установлена очень слабая отрицательная взаимосвязь ($r = -0,010$) между содержанием белка и зерновой продуктивностью. С массой 1000 зерен и содержанием белка выявлена высокая отрицательная ($r = -0,818$) корреляционная зависимость. Содержание белка в семенах гороха полевого положительно связано с продолжительностью вегетационного периода ($r = +0,860$). У листочковых сортов проявилась положительная зависимость между накоплением белка и суммой осадков ($r = +0,714...+0,989$), а также суммой положительных температур выше 10°C (от низкой до высокой). У усатых сортов в то же время с повышением влажности определена обратная зависимость.

Ключевые слова: полевой горох, содержание белка, сорт, погодные условия, корреляция, продуктивность, масса 1000 зерен, период вегетации.

Для цитирования: Пономарева С. В. Оценка сортов полевого гороха (*Pisum Arvense* L.) на содержание белка в зерне: взаимосвязи хозяйственно полезных признаков с погодно-климатическими условиями // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68) С. 13–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-13-17.



THE ESTIMATION OF THE PEAS VARIETIES (*PISUM ARVENSE* L.) ON PROTEIN PERCENTAGE IN GRAIN: CORRELATION BETWEEN ECONOMIC-VALUABLE TRAITS AND WEATHER CONDITIONS

S. V. Ponomareva, senior researcher of the department of breeding process and seed production,
ORCID ID: 0000-0002-5532-3574

Nizhegorodsky RIA, affiliate of the North-East FSBSI FARC,

607686, Nizhegorodsky region, Kstovsky district, village of Seleksionoy stantsii, 38; e-mail: nnovniish@rambler.ru

Peas as a valuable component of animal feed with a high protein percentage is of great importance in solving the problem of increasing protein percentage in grain fodder produced in the country. The current paper has presented the estimation the peas varieties on protein percentage t in seeds. There has been studied the correlation between protein percentage and seed productivity, between 1000-grain weight and length of growing season. There has been identified the influence of weather conditions and the correlation between them and protein percentage t in peas seeds. The trials were conducted at the experimental plots of the peas nursery belonging to the Nizhny Novgorod Research Institute of Agriculture in 2016–2018. The objects of study were 15 peas varieties of domestic and foreign breeding. In the trial there were identified the peas varieties with high protein percentage (28.0–30.0%), with small seeds; the late-ripening varieties, and the varieties with low protein percentage (22.9–23.9%); the early-ripening varieties of a leafy morphotype with large seeds. There has been established a very weak negative correlation ($r = -0.010$) between protein percentage and grain productivity. There has been identified a very strong negative correlation ($r = -0.818$) between 1000-grain weight and protein percentage. The protein percentage in pea seeds has got a positive correlation with the length of growing season ($r = +0.860$). The leafy varieties showed a positive correlation between protein accumulation due to amount of precipitation ($r = +0.714...+0.989$) and the sum of positive temperatures above 10°C (from low, in some cases to high). The leafless pea varieties, at the same time, have got an inverse correlation at the increased humidity.

Keywords: peas, protein percentage, weather conditions, correlation, productivity, 1000-grain weight, vegetation period.

Введение. Одной из основных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом России, является производство кормового зерна. Оно является основным компонентом концентрированных кормов, его доля в кормах составляет 60–65%. Однако в значительной степени зернофураж скармливается в чистом виде, что приводит к нерациональному расходу зерна и удорожанию рационов (Шпаков, 2018). Также состав производимого зернофуража и его качество (дефицит энергии, белка) не соответствуют потребностям животноводства (Косолапов и др., 2016). В решении этой проблемы большое значение отводится зернобобо-

вым культурам. Они являются одним из самых доступных, дешевых и полноценных источников растительного белка (Фадеева, 2013). В земледелии страны в структуре посевных площадей зернобобовые занимают всего 6,1%, что недостаточно для решения кормовой проблемы. Среди зернобобовых удельный вес по-прежнему принадлежит гороху (Зотиков и др., 2018). Особый интерес в решении кормовой проблемы могут представить сорта полевого гороха.

Полевой горох – пелюшка (*Pisum arvense* L.) – однолетняя бобовая культура. Отличается достаточно высокой продуктивностью и качеством зерна, ко-

торое содержит в среднем 27% полноценного белка и до 35% незаменимых аминокислот. Растения данной ботанической группы способны вызревать на семена в неблагоприятные по метеорологическим условиям годы. Они более устойчивы ко многим болезням и вредителям (Амелин и др., 2007). В то же время сельхозпредприятия по-прежнему ориентируются на сорта гороха посевного, а пелюшки занимают незначительные посевные площади. Вероятно, это связано с определенными технологическими трудностями выращивания (Кондыков, 2010).

В сложившейся ситуации селекционерами были разработаны программы, направленные на создание принципиально новых (листочковых, усатых) зерновых, зерноукосных, укосно-зерновых сортов гороха полевого (Зеленов и Зеленов, 2016). Многообразие новых морфотипов привело к увеличению и улучшению технологических свойств культуры, повысилась устойчивость к полеганию и осыпанию семян. Однако несколько снизилась устойчивость к погодным условиям и обострилась проблема получения качественного урожая (Амелин и др., 2011).

В связи с этим мы поставили своей целью оценить сорта коллекции полевого гороха по содержанию белка в семенах, охарактеризовать корреляции между этим показателем и взаимосвязи его с продуктивностью, с массой 1000 семян и продолжительностью вегетационного периода сортообразцов, а также установить влияние погодных условий на показатель белка в семенах.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в селекционном севообороте на опытном поле Нижегородского НИИСХ в коллекционном питомнике гороха. Объектом изуче-

ния служили 15 сортообразцов полевого гороха отечественной и зарубежной селекции.

Почвы опытного участка – светло-серые лесные средней степени окультуренности. Изучение, наблюдения, учеты осуществляли по методическим указаниям ГНУ ВИР им. Н. И. Вавилова (2010). Посев культуры проводили сеялкой ССФК-7, учетная площадь делянок – 1 м², расположение – рендомизированное в двукратной повторности, норма высева – 130 зерен. Содержание белка в зерне определяли в аналитической лаборатории института по ГОСТ 13496.4-9. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова (2011) с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2010. Данные климатических условий предоставлены метеостанцией Ройка.

Результаты и их обсуждение. По погодным условиям годы изучения резко различались между собой. Это дало возможность достаточно полно выявить степень влияния условий года и биологических особенностей сорта на накопление белка в зерне полевого гороха. Слабо засушливый 2016 г. был характерен умеренными осадками и положительными температурами выше 10 °С.

2017 г. отличался избыточным увлажнением и умеренной температурой воздуха. При этом наблюдалось усиление вегетативного роста растений гороха полевого, удлинение периода вегетации.

Крайне неблагоприятные погодные условия для формирования урожая были в засушливом 2018 г., недостаточное количество осадков в период вегетации вызвало значительную потерю продуктивной массы (рис. 1).

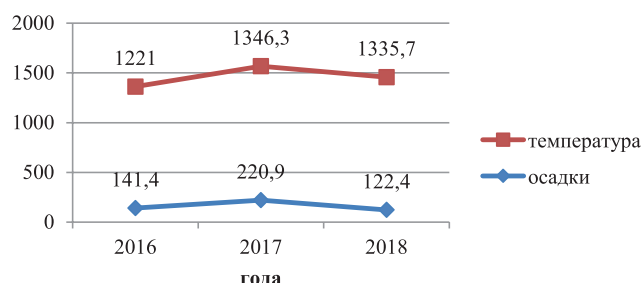


Рис. 1. Количество осадков и сумма положительных температур выше 10 °С воздуха вегетационного периода гороха полевого (2016–2018 гг.)

Fig. 1. The amount of precipitation and positive temperatures above 10 °C during peas vegetation period (in 2016–2018)

В результате трехлетних исследований было установлено, что все сортообразцы гороха полевого можно разделить на высокобелковые с содержанием белка в семенах 28,0–30,0% и низкобелковые 22,9–23,9%. Высоким содержанием белка (28,7–30,3% в среднем за годы изучения) отличались мелкосемянные позднеспелые листочковые сорта Спутник, Вологодский, Светоч, Верхолузский и Тарногский. Среди усатых выделился позднеспелый сорт Wasata с содержанием белка 28,9% и с массой 1000 семян 133 г.

Низкое содержание белка свойственно в большинстве случаев скороспелым листочковым сортам с крупными семенами Орпела, Tigra, Arconia. Содержание белка в семенах данных сортов составило в среднем за годы исследования 23,0–23,9%.

В процессе изучения была выявлена взаимосвязь между содержанием белка и продуктивностью, мас-

сой 1000 семян и периодом вегетации. В результате исследований установлена очень слабая отрицательная корреляционная связь между содержанием белка в семенах и зерновой продуктивностью ($r = -0,010$). Продуктивность семян слабо влияет на накопление белка в зерне. Вероятнее всего, это зависит от биологических особенностей сорта. Между содержанием белка и массой 1000 зерен проявилась высокая отрицательная взаимосвязь ($r = -0,818$), то есть с увеличением массы 1000 зерен процент азота в них снижается, и наоборот, с уменьшением – процент содержания белка в зерне повышается. Определена тесная положительная корреляционная связь между содержанием белка в семенах и вегетационным периодом ($r = +0,860$). Высокобелковость зерна полевого гороха в данном случае можно связать с позднеспелостью сортов (табл. 1).

1. Продуктивность и качество зерна, масса 1000 зерен и период вегетации различных сортов полевого гороха (2016–2018 гг.)

1. Grain productivity and quality, 1000-grain weight, vegetation period of various peas varieties (2016–2018)

Каталог ВИР	Сорт	Морфотип	Содержание белка в зерне, %				В среднем за три года		
			По годам			Среднее за 3 года	Урожайность зерна, г/м ²	масса 1000 зерен, г	период вегетации, сутки
			2016	2017	2018				
Высокобелковые сорта									
8736	Немчиновский 817	усатый	27,6	28,0	28,8	28,1	147,0	190	70
—	Wasata	усатый	28,7	28,5	29,5	28,9	187,0	133	75
8347	Витра	листочковый	28,1	28,2	27,5	28,0	210,0	177	74
7218	Fioletova	листочковый	27,8	29,6	27,4	28,3	182,0	160	73
9365	Фен	листочковый	27,4	27,5	29,9	28,3	100,0	130	70
6092	Спутник	листочковый	28,6	29,2	28,3	28,7	180,0	147	73
4895	Вологодский	листочковый	27,9	29,8	28,6	28,8	114,0	96	74
9800	Светоч	листочковый	28,8	32,3	25,6	28,9	228,0	126	74
4988	Верхолузский	листочковый	29,0	30,9	27,2	29,0	215,0	109	74
4894	Тарногский	листочковый	30,2	31,4	29,2	30,3	135,0	112	77
Низкобелковые сорта									
9366	Флора	усатый	25,7	16,3	26,7	23,0	130,0	192	69
8629	Орпела	листочковый	24,1	21,9	25,4	23,8	92,0	251	67
8363	Tigra	листочковый	22,4	21,9	24,6	23,0	159,0	269	69
—	Arconia	листочковый	25,0	23,9	22,7	23,9	220,0	281	69
—	Рябчик	листочковый	23,9	24,3	23,5	23,9	201,0	168	69

Различные погодные условия в годы исследований также оказали соответствующее влияние на количество белка в семенах. Анализ полученных данных показал, что оптимальные погодные условия в момент формирования семян у высокобелковых листочковых образцов (2017 г.) в большинстве случаев способствовали увеличению содержания белка. Однако листочковый сортобразец Фен в это же время не отличился накоплением (27,5%) белка в семенах. У низкобелковых сортобразцов, в сравнении с высокобелковыми, при одних и тех же погодных условиях наблюдалось снижение содержания белка. Так, в 2016 г. слабая засуха привела к снижению содержания белка в высокобелковых сортах. У низкобелковых образцов снижения содержания белка в семенах не наблюдалось. В 2018 г. недостаток влаги при повышенной температуре отрицательно сказал-

ся на биосинтезе белка высокобелковых листочковых сортов, кроме сорта Фен (29,9%). Сортобразцам уса- того морфотипа, наоборот, данные погодные условия позволили увеличить накопление белка в семенах (28,8–29,5%). Низкобелковые сорта Орпела и Tigra отличились повышенным содержанием белка в семенах (25,4 и 24,6%), а Arconia и Рябчик, наоборот, – снижением (22,7 и 23,5%) (табл. 1).

Таким образом, исследованиями выявлено, что содержание белка в семенах гороха полевого является изменчивой величиной, зависящей от метеорологических условий и биологических особенностей сорта.

С целью установления связи между содержанием белка в семенах с параметрами погодных условий были вычислены коэффициенты корреляции (табл. 2).

2. Коэффициенты корреляции между содержанием белка в зерне гороха и параметрами погодных условий (в среднем за 2016–2018 гг.)

2. Coefficients of correlation between protein percentage in peas and weather conditions (average in 2016–2018)

Каталог ВИР	Сорт	Морфотип	Корреляция: содержание белка в зерне гороха	
			сумма осадков	сумма положительных температур >10 °С
Высокобелковые сорта				
8736	Немчиновский 817	усатый	–0,364	+0,704
–	Wasata	усатый	–0,781	+0,254
8347	Витра	листочковый	+0,744	–0,310
7218	Fioletova	листочковый	+0,999	+0,415
9365	Фен	листочковый	–0,622	+0,464
6092	Спутник	листочковый	+0,989	+0,263
4895	Вологодский	листочковый	+0,850	+0,826
9800	Светоч	листочковый	+0,951	+0,102
4988	Верхолузский	листочковый	+0,948	+0,091
4894	Тарногский	листочковый	+0,959	+0,128
Низкобелковые сорта				
–	Рябчик	листочковый	+0,942	+0,076
9366	Флора	усатый	–0,995	–0,491
8629	Орпела	листочковый	–0,981	–0,222
8363	Tigra	листочковый	–0,772	+0,269
–	Arconia	листочковый	+0,206	–0,811

В опыте установлено, что в зависимости от сортовых особенностей гороха полевого культура по-разному реагирует на атмосферную влажность. У сортов усатого морфотипа определена отрицательная зависимость ($r = -0,364 \dots -0,995$) между суммой осадков и накоплением белка в семенах. Повышение влажности снижало содержание белка в семенах усатых сортов. Сорта листочкового типа с увеличением осадков в большинстве случаев наращивали показатель белка в семенах, что подтверждается тесной положительной корреляционной связью $r = +0,714 \dots +0,989$. Повышение температуры воздуха не мешает высокобелковым сортам накапливать белок в семенах. Установлено, что независимо от морфотипа высокобелковых сортов между суммой положительных температур и накоплением белка в семенах наблюдается положительная (от низкой до высокой) корреляционная зависимость. Низкобелковые сорта неодинаково реагировали на температурный режим в зависимости от биологических особенностей сорта. Так, сорта Орпела и Arconia снижали накопление белка ($r = -0,222$ и $-0,811$), а Tigra и Рябчик, наоборот, увеличивали при одних и тех же погодных условиях ($r = +0,269$ и $+0,076$).

Выводы. В результате исследований определено, что высоким содержанием белка отличались

мелкосемянные позднеспелые сорта листочкового морфотипа, а низкое содержание было свойственно в большинстве случаев скороспелым листочковым сортам с крупными семенами.

Корреляционные связи между комплексом хозяйственно полезных признаков и содержанием белка показали, что продуктивность семян слабо влияла на накопление белка в зерне. Увеличение массы 1000 зерен снижало содержание белка в семенах. В соответствии с длиной вегетационного периода выявлена тесная положительная связь – накопление белка в семенах позднеспелых листочковых сортов выше.

Установлено, что одни и те же погодные условия по-разному влияли на биосинтез белка в различающихся группах листочковых и усатых морфотипов гороха полевого. Сорта листочкового морфотипа имели тесную положительную взаимосвязь между содержанием белка в зерне и повышением количества осадков. У усатых образцов в то же время определена обратная зависимость. Между повышением температуры воздуха и накоплением белка в семенах независимо от морфотипа у высокобелковых сортов в большей степени наблюдалась положительная корреляционная взаимосвязь.

Библиографические ссылки

1. Амелин А. В., Костикова Н. О., Кондыков И. В., Панарина В. И., Уварова О. В., Бобков С. В. Качество зерна у различных по морфотипу сортов гороха // Вестник Орел ГАУ. 2011. № 1. С. 86–90.
2. Амелин А. В., Кондыков И. В., Монахова Н. А., Чекалин Е. И., Клевцова Ю. В. Перспективы селекции гороха полевого на высокую урожайность и качество зерна // Селекция и семеноводство полевых культур: юбилейн. сб. науч. трудов. Ч. 1. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. 240 с.
3. Зеленев А. Н., Зеленев А. А. Повышение биоэнергетического потенциала растения – актуальная проблема селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4(20). С. 9–15.
4. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядуннова Н. В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2(26). С. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
5. Кондыков И. В. Роль гороха полевого в диверсификации сырьевой базы кормопроизводства // Земледелие. 2010. № 5. С. 21–22.
6. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Бычков Г. Н., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 5–7.
7. Фадеева А. Н. Изменчивость содержания белка в семенах зернобобовых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 1 (5). С. 33–36.
8. Шпаков А. С. Системы кормопроизводства Центральной России: молочно-мясное животноводство. М., 2018. 272 с. ISBN 978-5-906906-75-5.

References

1. Amelin A. V., Kostikova N. O., Kondykov I. V., Panarina V. I., Uvarova O. V., Bobkov S. V. Kachestvo zerna u razlichnyh po morfotipu sortov goroha [Grain quality of pea varieties of various morphotypes] // Vestnik Orel GAU. 2011. № 1. S. 86–90.
2. Amelin A. V., Kondykov I. V., Monahova N. A., Chekalin E. I., Klevцова Yu. V. Perspektivy selekcii goroha polevogo na vysokuyu urozhajnost' i kachestvo zerna [Breeding prospects of peas for high productivity and grain quality] // Selekcija i semenovodstvo polevyh kul'tur: jubilejn. sb. nauch. trudov. Ch. 1. Voronezh, FGOU VPO VGAU, 2007. 240 s.
3. Zelenov A. N., Zelenov A. A. Povyshenie bioenergeticheskogo potenciala rasteniya – aktual'naya problema selekcii goroha [Improvement of bioenergetic potential of a plant is an urgent problem of pea breeding] // Zernobobovyie i krupyanye kul'tury. 2016. № 4(20). S. 9–15.
4. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Gryadunova N. V. Razvitie proizvodstva zernobobovyh kul'tur v Rossijskoj Federacii [Development of legume production in the Russian Federation] // Zernobobovyie i krupyanye kul'tury. 2018. № 2(26). S. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
5. Kondykov I. V. Rol' goroha polevogo v diversifikacii syr'evoy bazy kormoproizvodstva [The role of peas in the diversification of the raw material base of feed production] // Zemledelie. 2010. № 5. S. 21–22.
6. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Bychkov G. N., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. Kormoproizvodstvo, racional'noe prirodoopol'zovanie i agroekologiya [Feed production, environmental management and agroecology] // Kormoproizvodstvo. 2016. № 8. S. 5–7.
7. Fadeeva A. N. Izmenchivost' soderzhaniya belka v semenah zernobobovyh kul'tur [Variability of protein percentage in leguminous seeds] // Zernobobovyie i krupyanye kul'tury. 2013. № 1(5). S. 33–36.
8. Shpakov A. S. Sistemy kormoproizvodstva Central'noj Rossii: molochno-myasnoe zhivotnovodstvo [Central Russia feed production systems: dairy and beef cattle breeding] // M., 2018. 272 s. ISBN 978-5-906906-75-5.

Поступила: 27.01.20; принята к публикации: 11.03.20.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Пономарева – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение опыта и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЗНАКА «ВЫСОТА РАСТЕНИЯ» У ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. П. Самофалов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

С. В. Подгорный, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

О. В. Скрипка, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312;

В. Л. Чернова, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Проблема устойчивости к полеганию при возделывании озимой пшеницы не теряет своей актуальности и в современных условиях. Это свойство в значительной степени связано с высотой растений. Вопрос влияния этого признака на урожайность также остается актуальным. Цель проведенных исследований – дать характеристику и выявить общие закономерности проявления признака «высота растения» в условиях юга Ростовской области. Исследования выполнены в 2013–2018 гг. в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объект исследования – коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Установлено, что изменчивость признака «высота растения» во все годы исследований была средней ($10\% < CV < 20\%$), за исключением 2015 г. ($CV = 9,8\%$), что говорит о высокой доле генотипического влияния. За годы проведения исследований большинство изученных образцов (59,2–73,3%) входило в группу короткостебельных (высота растений – от 86 до 105 см). Выявлено, что максимальную урожайность в среднем за 6 лет формировали образцы с высотой растений 81–90 и 91–100 см. Отмечены корреляционные сопряженности высоты растений с урожайностью, а также с устойчивостью к полеганию и временем колошения, причем две последние носили трендовый характер. Выделен ряд полукарликовых образцов с высокой устойчивостью к полеганию, характеризующихся стабильным проявлением высоты растений в различных погодных условиях: Ling xing 99, Fuimai 5 (Китай); Orienta (США); Zlatka (Сербия); Менестрель, CO1044 (Франция).

Ключевые слова: озимая пшеница, высота растения, коллекция, образец, изменчивость, корреляция, исходный материал.

Для цитирования: Самофалов А. П., Подгорный С. В., Скрипка О. В., Чернова В. Л. Изучение признака «высота растения» у озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68) С. 18–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-18-22.



THE STUDY OF THE TRAIT “PLANT HEIGHT” IN WINTER BREAD WHEAT IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

A. P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

S. V. Podgorny, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;

O. V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312;

V. L. Chernova, agronomist of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-0451-2711

Agricultural Research Center “Donskoy”,

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

The problem of resistance to lodging during winter wheat cultivation is of great relevance in modern conditions. This trait largely correlates to plant height. The purpose of the current study was to characterize and identify the general patterns of manifestation of the trait “plant height” in the conditions of the south of the Rostov region. The study was conducted in 2013–2018 in the department of the breeding and seed production of winter bread wheat in the FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”. The objects of the study were the collection wheat samples of various ecological and geographical origin. There has been established that the variability of the trait “plant height” was of a medium size ($10\% < CV < 20\%$) through all the years of study, excepting the year of 2015 ($CV = 9.8\%$). This result has indicated a high degree of genotypic influence. There has been established that the maximum average yields for 6 years were produced by the samples with 81–90 and 91–100 cm of height. There has been identified a correlation between “plant height” and “productivity”, between “resistance to lodging” and “phase of head formation”. There have been identified such semi-dwarf samples with high resistance to lodging, characterized by a stable manifestation of plant height in various weather conditions as “Ling xing 99”, “Fuimai 5” (China); “Orienta” (USA); “Zlatka” (Serbia); “Minstrel”, “CO1044” (France).

Keywords: winter wheat, plant height, collection, sample, variability/changeability, correlation, initial material.

Введение. Выделение и внедрение в производство новых высокопродуктивных неполегающих сортов являются одним из основных условий интен-

сификации производства зерна. Особенно остро проблема устойчивости к полеганию стоит при возделывании озимой пшеницы на орошении и при ис-

пользовании высоких доз удобрений. Это свойство, как известно, в значительной степени связано с высотой растений, контролируемой сложной системой генов. Причинами полегания являются высокорослость и низкая прочность стебля, причем наиболее важной из них является высота растений, от которой на 80% зависит устойчивость к полеганию (Костылев и др., 2018; Каменева и др., 2019; Филиппов и др., 2019).

Опыт селекционной работы со многими зерновыми культурами доказывает, что только короткостебельные сорта полностью соответствуют требованиям интенсивного земледелия, прежде всего своей устойчивостью к полеганию и высокой продуктивностью (Наскидашвили, 1984). Применительно к озимой пшенице высокорослость растений – нежелательный признак, который можно устранить путем скрещивания среднерослых сортов с короткостебельными. Успех таких скрещиваний для создания короткостебельных сортов во многом зависит от наличия и изученности исходного материала, его разнообразия и качества.

Цель проведенных исследований – дать характеристику и выявить общие закономерности проявления признака «высота растения» у озимой мягкой пшеницы в условиях юга Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена в 2013–2018 гг. в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объект исследования – коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Большая часть изучаемых образцов (около 50%) имела российское происхождение. Из зарубежных стран максимально были представлены Украина, Германия, Франция, США, Китай, Канада, Австрия, Румыния и Венгрия.

Климат южной зоны Ростовской области характеризуется как полусухой. Среднегодовое количество осадков составляет 450–600 мм, около 2/3 из которых выпадает в теплое время при среднесуточной температуре воздуха 10 °С. Сумма активных температур за период вегетации составляет 3400–3600 °С. Гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,80–0,85. За летний период наблюдается 60–65 суховейных дней.

Погодные условия в годы проведения исследований (2013–2018) в период активной вегетации растений различались по уровню влаго-, теплообеспеченности и освещенности, что позволило более точно оценить образцы по проявлению изучаемого признака.

Опыты проводили согласно методике государственного сортоиспытания (1985) и методическим указаниям ВИР (1987). Подготовка почвы, посев и уходные мероприятия проводились в оптимальные сроки в соответствии с зональными системами. Учетная площадь делянки – 3,0 м². Повторность – однократная, стандартный сорт Ермак размещался через 10 делянок.

Обработку экспериментальных данных проводилась по Б. А. Доспехову (2011) с использованием программы Excel на персональном компьютере. Для определения степени модификационной изменчивости признака рассчитаны коэффициенты вариации (CV). Проявление признака на фенотипическом уровне проведено по среднему значению (X) и ошибке (Sx). Сопряженность признака с другими оценивали по коэффициенту корреляции (r).

Результаты и их обсуждение. За годы проведения исследований максимальное полегание образцов отмечено в 2014 г., когда среднее по опыту значение устойчивости составило 3,1 балла. В 2015 и 2013 гг. также наблюдалось значительное количество полегших образцов: средняя составила 3,3 и 3,4 балла соответственно. В последующие годы (2016, 2017 и 2018) полегание было незначительным (4,9, 4,8 и 4,8 балла).

Величина коэффициентов вариации признака «высота растения» во все годы проведения исследований была средней (10% < CV < 20%), за исключением 2015 г. (CV = 9,8%) (табл. 1), то есть изменчивость признака вне зависимости от складывающихся погодных условий была невысокой и достаточно стабильной, что говорит о большой доле генотипического влияния. Размах варьирования высоты растений по годам находился в интервале от 55 до 66 см. Максимальная высота отмечена в 2018 г. – 101,7 см, минимальная (91,6 см) наблюдалась в 2014 г.

1. Изменчивость признака «высота растений» в различные по метеорологическим условиям годы, см (2013–2018 гг.)

1. Variability of the trait "plant height" in various weather conditions, cm (2013–2018)

Год	Количество образцов, шт.	Среднее по опыту	CV, %	min	max	Размах	Sx
2013	268	92,4±0,66	11,1	63	118	55	10,30
2014	265	91,6±0,58	10,0	67	120	55	9,20
2015	232	95,1±0,66	9,8	64	120	56	9,31
2016	286	99,4±0,61	11,3	65	130	65	11,20
2017	309	98,1±0,57	10,4	64	130	66	10,20
2018	265	101,7±0,63	10,6	62	128	66	10,76

По высоте растений коллекционные образцы в годы исследований были представлены, согласно шкале В. Ф. Дорофеева (1987), следующими группами: высокорослые (свыше 120 см), среднерослые (106–120 см), короткостебельные (86–105 см), полукарликовые (61–85 см); карликовые (41–60 см) и суперкарликовые образцы (менее 41 см) отсутствовали (табл. 2). Ежегодно большинство изученных образцов входило в группу короткостебельных (59,2–73,3%). Более существенно в зависимости от погодных условий изменялись доли среднерослых (7,5–30,9%) и по-

лукарликовых образцов (6,4–25,0%). Только в условиях 2016, 2017 и 2018 гг. проявлялись высокорослые образцы.

Одной из важнейших задач для селекционеров является выявление морфологического типа растений с оптимальной высотой для определенных почвенно-климатических условий. А. М. Медведевым (2007) было установлено, что оптимальная длина соломины, с которой сочетаются устойчивость растений к полеганию и продуктивность, находится в пределах 75–100 см.

2. Распределение образцов озимой мягкой пшеницы по высоте растения (2013–2018 гг.)

2. Distribution of the samples according to "plant height" (2013–2018)

Группа	Высота, см	Год											
		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Высокорослые	>120	—	0,0	—	0,0	—	0,0	7	2,5	7	2,3	9	3,4
Среднерослые	106–120	35	13,0	22	8,3	36	15,5	67	23,4	58	18,8	82	30,9
Короткостебельные	86–105	166	62,0	189	69,4	170	73,3	188	65,7	217	70,2	157	59,2
Полукарликовые	61–85	67	25,0	59	22,3	26	11,2	24	8,4	27	8,7	17	6,4
Карликовые	41–60	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,0
Количество образцов	—	268	100	265	100	232	100	286	100	309	100	265	100

Анализ урожайности групп коллекционных образцов с разной высотой растений показал, что в среднем за 6 лет исследований максимальную урожайность формировали образцы с высотой 81–90 и 91–100 см (табл. 3). Эта тенденция прослеживалась практически во все годы, за исключением 2016 и 2017 гг., ко-

гда максимальную урожайность показали образцы с высотой растений 101–120 см, что было связано со сложившимися погодными условиями. Также следует отметить, что в 2015 г. максимальная урожайность отмечена у полукарликовых образцов с высотой растений 71–81 см.

3. Урожайность разных по высоте растений коллекционных образцов озимой пшеницы, г/м² (2013–2018 гг.)

3. Productivity of winter wheat samples with various height, g/m² (2013–2018)

Группа образцов с высотой растений	Год						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	среднее
60–70	728	776	912	749	735	1163	844
71–80	713	778	1022	798	920	1290	920
81–90	752	781	994	848	941	1399	953
91–100	749	780	1012	868	978	1338	954
101–110	696	685	998	888	1002	1305	929
111–120	579	604	974	917	1008	1243	888
121–130	–	554	–	846	974	1130	876*
Среднее по опыту	724	762	1000	875	978	1307	941
Ермак, ст.	758	854	992	895	973	1405	980

*среднее за 4 года.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в условиях юга Ростовской области для получения максимального урожая оптимальной является высота растений 81–100 см, но при этом в зависимости от складывающихся погодных условий высокую урожайность могут показывать сорта как более высокорослые, так и полукарлики, что нужно учитывать при проведении отборов.

Это подтверждает проведенный корреляционный анализ. Взаимосвязь между высотой растений и урожайностью по годам носит разную направленность:

в 2013, 2014, 2015 и 2016 гг. – отрицательную, а в 2016 и 2017 гг., когда преимущество имели высокорослые образцы, – положительную (табл. 4).

Наблюдаемая сопряженность высоты растения с устойчивостью к полеганию имела классическую отрицательную направленность, которая отмечена в течение всех лет проведения исследований. В качестве закономерности следует отметить и положительную корреляционную связь высоты растения с датой колошения во все годы наблюдения.

4. Коэффициенты корреляции признака «высота растений» (2013–2018 гг.)

4. Correlation coefficients of the trait "plant height" (2013–2018)

Признак	Год					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Урожайность	–0,17±0,06	–0,33±0,06	–0,03±0,07	0,31±0,06	0,32±0,05	–0,36±0,06
Устойчивость к полеганию	–0,29±0,06	–0,39±0,06	–0,32±0,06	–0,25±0,06	–0,27±0,05	–0,01±0,06
Дата колошения	0,40±0,06	0,36±0,06	0,12±0,07	0,36±0,06	0,23±0,06	0,27±0,06

С массой 1000 зерен, содержанием белка и клейковины в зерне и другими показателями корреляционные сопряженности практически во все годы были незначительными и не носили трендовой направленности.

Учитывая перечисленные закономерности, при создании новых сортов в качестве исходного материала необходимо использовать короткостебельные образцы с прочной соломиной, слабо изменя-

ющие высоту растения в контрастные по погодным условиям годы.

По результатам исследований выделен ряд полукарликовых образцов, характеризующихся стабильным проявлением высоты растений в различных погодных условиях: Ling xing 99, Fuimai 5 (Китай); Orienta (США); Zlatka (Сербия); Менестрель, CO1044 (Франция). Эти образцы являются источниками генов короткостебельности и могут использовать-

ся в соответствующих селекционных программах. Они характеризуются разным сочетанием хозяйственных признаков (табл. 5), что расширяет возможности их практического использования. Для сравнения

также представлены показатели стандартного сорта Ермак, получившего широкое распространение в производстве.

5. Характеристика коллекционных образцов – источников генов короткостебельности (среднее за 2013–2018 гг.)

5. Characteristics of the collection samples as the sources of short-stem genes (average in 2013–2018)

Образец	Страна происхождения	Урожайность, г/м ²	Высота растения, см	Устойчивость к полеганию, балл	Дата колошения, май	Масса 1000 зерен, г	Содержание в зерне, %	
							белка	клейковины
Ling xing 99	Китай	947	73	4,4	10	46,6	13,85	22,1
Fuimai 5	Китай	902	70	4,8	11	43,6	12,72	21,5
Orienta	США	852	73	5,0	29	34,6	13,78	23,1
Zlatka	Сербия	940	80	4,8	16	39,2	14,22	27,4
Менестрель	Франция	1016	79	4,9	22	34,8	13,72	25,1
CO1044	Франция	991	71	5,0	18	34,3	13,90	24,2
Ермак, ст.	Россия	972	97	4,2	16	43,8	14,04	24,4

Таким образом, многолетнее изучение обширно-коллекционного материала, имеющего различное эколого-географическое происхождение, позволяет проследить и выявить закономерности проявления признака «высота растения», что позволит улучшить эффективность селекционного процесса по созданию новых сортов озимой мягкой пшеницы, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства.

Выводы

1. Изменчивость признака «высота растения» во все годы проведения исследований была средней (10% < CV < 20%), за исключением 2015 г. (CV = 9,8%), что говорит о высокой доле генотипического влияния.
2. Изучаемые коллекционные образцы озимой мягкой пшеницы по высоте растений распределились

на 4 группы: высокорослые (свыше 120 см), среднерослые (106–120 см), короткостебельные (86–105 см) и полукарликовые (61–85 см). Большинство из них (59,2–73,3%) было представлено короткостебельной группой.

3. В среднем за 6 лет исследований максимальную урожайность формировали образцы с высотой растений 81–90 и 91–100 см.

4. Выделен ряд полукарликовых образцов озимой мягкой пшеницы с высокой устойчивостью к полеганию, характеризующихся стабильным проявлением высоты растений в различных погодных условиях: Ling xing 99, Fuimai 5 (Китай); Orienta (США); Zlatka (Сербия); Менестрель, CO1044 (Франция).

Библиографические ссылки

1. Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. Р. и др. Пшеницы мира. Л.: Колос, 1987. 560 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., стереотип. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
3. Каменева А. С., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Макарова Т. С., Дубинина О. А., Костыленко О. А., Одырева И. М. Оценка сортов различного экологического происхождения по основным признакам и свойствам // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 52–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-52-57.
4. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Костылева Л. М., Галаян А. Г. Анализ элементов структуры урожайности и других количественных признаков // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 12–17.
5. Медведев А. М., Медведева Л. М. Селекционно-генетический потенциал зерновых культур и его использование в современных условиях. М., 2007. 484 с.
6. Наскидашвили П. П. Межвидовая гибридизация пшеницы. М.: Колос, 1984. 256 с.
7. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Оценка сортов озимого ячменя по хозяйственно ценным признакам в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.

References

1. Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semyonova L. R. i dr. Pshenicy mira [Wheat of the world]. L.: Kolos, 1987. 560 s.
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 study results)]. 6-e izd., stereotip. M.: ID A'l'yans, 2011. 352 s.
3. Kameneva A. S., Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Makarova T. S., Dubinina O. A., Kostylenko O. A., Odyreva I. M. Ocenka sortov razlichnogo ekologicheskogo proiskhozhdeniya po osnovnym priznakam i svoystvam [Estimation of varieties of various ecological origin according to the main traits and properties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 52–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-52-57.
4. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksyonov A. V., Kostyleva L. M., Galayan A. G. Analiz elementov struktury urozhajnosti i drugih kolichestvennykh priznakov [Analysis of the yield structure elements and other quantitative traits] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 12–17.
5. Medvedev A. M., Medvedeva L. M. Selekcionno-geneticheskij potencial zernovykh kul'tur i ego ispol'zovanie v sovremennykh usloviyah [The breeding and genetic potential of grain crops and its use in modern conditions]. M., 2007. 484 s.

6. Naskidashvili P. P. Mezhhvidovaya gibridizaciya pshenicy [Interspecific wheat hybridization]. M.: Kolos, 1984. 256 s.

7. Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P. Ocenka sortov ozimogo yachmenya po hozyajstvenno-cennym priznakam v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [Estimation of winter barley varieties according to economically valuable traits in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.

Поступила: 03.02.20; принята к публикации: 05.03.20.

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. Самофалов А. П., Подгорный С. В., Скрипка О. В., – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Чернова В. Л. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Самофалов А. П. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ВЫРАЖЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НИЗКОДОЗОВОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ ОРИГИНАЛЬНЫХ СЕМЯН

Е. А. Казакова¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-клеточных основ сельскохозяйственной радиобиологии, elisabethafeb19@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2975-5891;

Е. С. Макаренко¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экотоксикологии и радиобиологии сельскохозяйственных растений, makarenko_ek_obninsk@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7519-9550;

М. С. Подлуцкий¹, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-клеточных основ сельскохозяйственной радиобиологии, mikhail.podlutskii@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7890-0469;

А. А. Донцова², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6570-4303;

С. В. Битаршвили¹, научный сотрудник лаборатории экотоксикологии и радиобиологии сельскохозяйственных растений, bitarishvili.s@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3623-7128;

М. А. Лыченкова¹, младший научный сотрудник лаборатории экотоксикологии и радиобиологии сельскохозяйственных растений, lychenkovamariya@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6148-2021;

И. В. Горбатова¹, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-клеточных основ сельскохозяйственной радиобиологии, gorbatovalrina.96@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8028-4397;

Е. Г. Филиппов², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент по специальности, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

Д. П. Донцов², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

Т. В. Чиж¹, младший научный сотрудник группы эксплуатации гамма-установки ГУР-120, taras.chizh@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0764-4621;

А. С. Снегирев¹, младший научный сотрудник группы эксплуатации гамма-установки ГУР-120, Snegir.05@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2100-2449;

П. Ю. Волкова¹, кандидат биологических наук, зав. лабораторией молекулярно-клеточных основ сельскохозяйственной радиобиологии, volkova.obninsk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2824-6232

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 249032, Обнинск, Киевское шоссе, 109 км; e-mail: volkova.obninsk@gmail.com;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: doncova601@mail.ru

Ячмень является основной зернофуражной культурой в Российской Федерации. Зерно этой культуры также используется в пищевой и пивоваренной промышленности (Филиппов, 2013). Известно, что низкие дозы гамма-излучения могут оказывать стимулирующее действие на рост и развитие растений, в частности ячменя. Однако знания о молекулярных путях, ответственных за формирование эффекта стимуляции после низкодозового облучения семян, в настоящее время остаются фрагментарны. Использование сортов, имеющих разную радиочувствительность в ответ на облучение низкими дозами, позволит изучить конкретные молекулярные механизмы формирования стимулирующего эффекта облучения. Такие знания в дальнейшем помогут в разработке сортов с высокой стабильной урожайностью по годам и обладающих высокой устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам. В 2019 г. с целью оценки выраженности ответной реакции на низкодозовое ионизирующее излучение на основе изменения морфологических параметров облученных и необлученных растений проведено гамма-облучение оригинальных семян девяти сортов озимого и ярового ячменя селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Оригинальные семена каждого сорта ячменя облучали в ФГБНУ ВНИИРАЭ на гамма-установке ГУР-120 с источниками излучения ⁶⁰Co, в дозе 20 Гр (мощность дозы – 60 Гр/ч). Статистическая обработка данных выполнена в программной среде Microsoft Office Excel 2019. Морфологический анализ показателей длины и массы корней и побегов проростков позволил установить наличие или отсутствие стимулирующего действия излучения на исследуемые показатели сортов и провести их последующую градацию в зависимости от величины радиобиологического эффекта. Выявлены контрастные по чувствительности к дозе 20 Гр сорта озимого и ярового ячменя. Стимулирующий эффект облучения наблюдали у сортов Фокс 1, Ратник, Ерема и Мастер, для сорта Леон зафиксировано ингибирующее действие излучения.

Ключевые слова: озимый и яровой ячмень, гамма-облучение, низкие дозы, стимуляция роста, морфология.

Для цитирования: Казакова Е. А., Макаренко Е. С., Подлуцкий М. С., Донцова А. А., Битаршвили С. В., Лыченкова М. А., Горбатова И. В., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Чиж Т. В., Снегирев А. С., Волкова Ю. П. Радиочувствительность сортов озимого и ярового ячменя по выраженности морфологического эффекта низкодозового гамма-облучения оригинальных семян // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 23–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-23-28.



RADIO SENSITIVITY OF THE WINTER AND SPRING BARLEY VARIETIES ACCORDING TO THE MORPHOLOGICAL EFFECT OF LOW-DOSE GAMMA IRRADIATION ON THE ORIGINAL SEEDS

E. A. Kazakova¹, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for molecular-cell basis of agricultural radiobiology, elisabethafeb19@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2975-5891;

- E. S. Makarenko**¹, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory for ecotoxicology agricultural radiobiology, makarenko_ek_obninsk@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7519-9550;
- M. S. Podlutsky**¹, junior researcher of the laboratory for molecular-cell basis of agricultural radiobiology, mikhail.podlutski@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7890-0469;
- A. A. Dontsova**², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of barley breeding and seed production, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;
- S. V. Bitarishvili**¹, researcher of the laboratory for ecotoxicology agricultural radiobiology, bitarishvili.s@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3623-7128;
- M. A. Lychenkova**¹, junior researcher of the laboratory for ecotoxicology agricultural radiobiology, lychenkovamariya@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6148-2021;
- I. V. Gorbatoва**¹, junior researcher of the laboratory for molecular-cell basis of agricultural radiobiology, gorbatoва.alina.96@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8028-4397;
- E. G. Filippov**², Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;
- D. P. Dontsov**², Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;
- T. V. Chizh**¹, junior researcher of the group for operation of Gamma-device GUR-120, taras.chizh@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0764-4621;
- A. S. Snegirev**¹, junior researcher of the group for operation of Gamma-device GUR-120, Snegir.05@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2100-2449;
- P. Yu. Volkova**¹, Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory for molecular-cell basis of agricultural radiobiology, volkova.obninsk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2824-6232
- ¹All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, 249032, Obninsk, Kievskoe Shosse, 109 km; e-mail: volkova.obninsk@gmail.com;
- ²Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: doncova601@mail.ru

Barley is the main forage crop in the Russian Federation. Barley grain is also used for food and brewery (Filippov, 2013). It is common knowledge that low doses of gamma irradiation can have a stimulating effect on the growth and development of plants, in particular barley. However, there is a lack of knowledge about the molecular pathways responsible for the formation of the stimulation effect after low-dose seed irradiation. The use of varieties with different radio sensitivity to low-dose gamma irradiation will allow studying specific molecular mechanisms to form a stimulating irradiation effect. Such knowledge could further help in the development of varieties with a large stable productivity over the years and with high resistance to biotic and abiotic stressors. In 2019 there was conducted a gamma irradiation of the original seeds of nine winter and spring barley varieties developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in order to assess intensity of the response on low-dose ionizing irradiation based on changes in the morphological parameters of irradiated and unirradiated plants. The original seeds of each barley variety were irradiated at the FSBSI "All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology" by the gamma device "GUR-120" with ⁶⁰Co radiation sources at a dose of 20 Gy (dose rate of 60 Gy/hour). The statistical data processing was performed by the Microsoft Office Excel 2019. The morphological analysis of the length and weight of roots and sprouts made it possible to establish the presence or absence of the stimulating irradiation effect on the studied indicators of the varieties and to conduct their subsequent ranking according to the value of the radiobiological effect. There have been identified the winter and spring barley varieties with different sensitivity to a dose of 20 Gy. The stimulating irradiation effect was established in such varieties as "Foks 1", "Ratnik", "Yerema" and "Master". The variety "Leon" had an inhibitory irradiation effect.

Keywords: winter and spring barley, gamma-irradiation, low doses, growth stimulation, morphology.

Введение. Низкие дозы гамма-излучения могут оказывать стимулирующее действие на рост и развитие растений (Majeed et al., 2018). В литературе описаны многочисленные примеры положительных эффектов предпосевного гамма-облучения семян сельскохозяйственных культур, в том числе увеличение размеров побегов и корней, а также увеличение биомассы (Araújo et al., 2016; Majeed et al., 2018). В исследованиях, проведенных ранее сотрудниками ФГБНУ ВНИИРАЭ, установлено, что облучение семян ярового ячменя в дозе 20 Гр вызывает стимуляцию роста проростков (Geras'kin et al., 2017). На сегодняшний день показано, что формирование стимулирующих эффектов облучения происходит по сходным с другими стрессорами молекулярным путям (Wiegant et al., 2013). Знания о конкретных молекулярных механизмах формирования стимулирующего эффекта облучения остаются фрагментарными, при этом наиболее перспективным подходом к изучению молекулярных основ эффекта радиационной стимуляции является использование высокопроизводительных методов молекулярной биологии. Однако проведение подобных исследований целесообразно на оригинальных или элитных семенах сортов с контрастным фенотипом, поскольку семена следующих репродукций характеризуются большой вариабельностью радиобиологического эффекта (Volkova et al., 2019).

Таким образом, для выявления молекулярных путей, ответственных за формирование эффекта стимуляции после низкодозового облучения семян, первоочередной задачей является подбор спектра сортов, имеющих разную радиочувствительность в ответ на низкодозовое облучение.

В 2019 г. в ФГБНУ ВНИИРАЭ был проведен эксперимент по гамма-облучению оригинальных семян девяти сортов озимого и ярового ячменя селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» для выявления наличия или отсутствия стимулирующего эффекта и последующего ранжирования сортов по выраженности ответной реакции на облучение низкими дозами ионизирующего излучения.

Материалы и методы исследований. Для проведения скрининга использовали оригинальные семена девяти сортов ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» урожая 2017 г.: Виват, Ерема, Мастер, Тимофей, Фокс 1 (озимый ячмень), Грис, Леон, Ратник, Федос (яровой ячмень).

Облучение и проращивание семян. Облучение оригинальных семян каждого сорта проводили в ФГБНУ ВНИИРАЭ на гамма-установке ГУР-120 с источниками излучения ⁶⁰Со, в дозе 20 Гр (мощность дозы – 60 Гр/ч). Ранее сотрудниками ФГБНУ ВНИИРАЭ было установлено, что данная доза излучения стимулирует рост проростков при облучении

семян ячменя сорта Нур (Geras'kin et al., 2017). В качестве контроля использовали необлученные семена каждого из девяти изучаемых сортов.

Облученные и необлученные семена высевали на смоченные в дистиллированной воде рулоны фильтровальной бумаги, затем аккуратно заворачивали их и помещали в лабораторные стаканы с 200 мл дистиллированной воды. В каждый рулон помещали в среднем 100 семян, по 8 рулонов на вариант опыта. Всего в эксперименте использовали порядка 15 000 семян. Проращивание осуществляли в инкубаторе MIR-254 (Сапуо, Япония) при температуре 20 °С в темноте (Гераськин и др., 2015).

Оценка морфологических параметров проростков. Для каждого сорта ячменя проведена оценка морфологических параметров облученных и контрольных проростков. Длину побегов и корней измеряли на 8-е сутки прорастания с помощью линейки (систематическая погрешность измерений – 0,1 см). Массу побегов и корней после высушивания при комнатной температуре оценивали на аналитических весах Ohaus PA213C (США), дискретность измерений – 0,001 г.

Из полученных значений длин побегов и корней по всем рулонам были исключены выбросы с использованием критерия Стьюдента, также проведена проверка данных на соответствие оптимальному объему выборки. Для каждого сорта значения длины побегов и корней, а также их массы, пересчитанной на 100 проростков, представлены в формате «среднее значение $\pm$ SE». Базируясь на полученных данных по морфологическим параметрам проростков, сорта ячменя были ранжированы по выраженности ответной реакции на облучение.

Ранжирование сортов. Для оценки эффекта облучения для каждого морфологического показателя вычисляли отношение длины и массы побегов и корней растений, облученных в дозе 20 Гр, к соответствующим показателям контрольных проростков, а далее сравнивали полученное значение с единицей. Если

отношение морфологических показателей облученных растений к контрольным было больше 1, то делали заключение о наличии стимулирующего эффекта облучения. Если полученное отношение было меньше 1, говорили об ингибировании роста, а близкие к 1 значения рассматривали как отсутствие эффекта. Значимость наблюдаемого эффекта оценивали с использованием t-критерия Стьюдента.

Выраженность стимулирующего эффекта оценивали, основываясь на шкале ранжирования, состоящей из 9 ступеней – от 1 до 9 (по количеству исследуемых сортов). Сорта присваивали ранг, где единица соответствовала сорту с минимальным отношением морфологического показателя в облученной выборке к контрольной, а девятка – сорту, у которого это отношение было наибольшим. По этому принципу сорта были ранжированы по каждому из изученных показателей: длине побегов, длине корней, массе побегов, массе корней.

Далее ранги, полученные для всех четырех показателей, суммировали и сводили в общую таблицу. По итоговой сумме была предложена оценка сортов, по которой на первом месте оказывался сорт, для которого наблюдался максимальный суммарный стимулирующий эффект, а на последнем – сорт с максимальным ингибированием роста в результате облучения.

Статистическая обработка данных выполнена в программной среде Microsoft Office Excel 2019.

Результаты и их обсуждение. Сравнение морфологических показателей облученных в дозе 20 Гр и контрольных проростков ячменя позволило установить характер ответа исследуемых сортов на облучение, выражающийся в стимуляции или ингибировании роста проростков, а в отдельных случаях – в отсутствии эффекта облучения (рис. 1). Из рисунка видно, что статистически значимая ($p < 0,05$) стимуляция наблюдалась только для сортов Ерема и Мастер по показателю «длина побегов», а ингибирование – для сорта Тимофей по показателю «масса побегов».

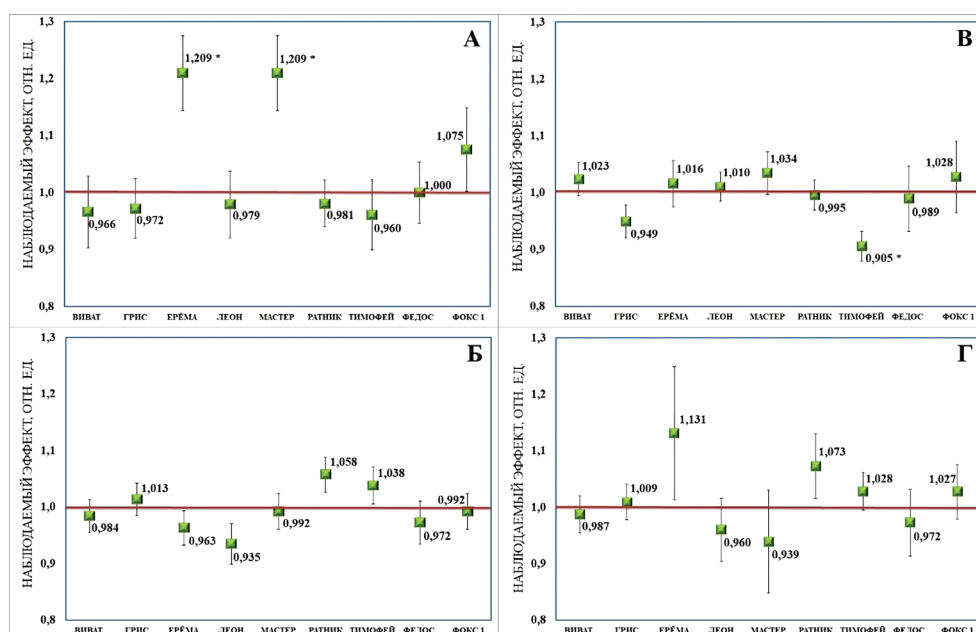


Рис. 1. Эффект гамма-облучения семян ячменя в дозе 20 Гр на морфологические показатели проростков (А – длины побегов; Б – длины корней; В – массы побегов; Г – массы корней)

Примечание: значения выше единицы (красной черты) – стимуляция; ниже – ингибирование; около 1 – отсутствие эффекта; * – эффект статистически значим, $p < 0,05$

Fig. 1. The effect of gamma irradiation of barley seeds by dose of 20 Gy on morphological indicators of seedlings (А – shoot lengths; Б – root lengths; В – shoot weight; Г – root weight)

Note: values above one (red line) – stimulation; lower – inhibition; about 1 – no effect; * – the effect is statistically significant, $p < 0.05$

Выраженность выявленных эффектов была оценена по 9-балльной шкале. На рисунке 2 графически представлены результаты ранжирования сортов по показателям длины и массы корней и побегов после облучения семян. Так, например, сорту Мастер

был присвоен максимальный 9-й ранг по показателям длины и массы побега. Сорта Ерема и Ратник получили наивысший ранг по массе и длине корней соответственно. Сорт Леон ни по одному из показателей не присвоен ранга выше 5 (рис. 2).

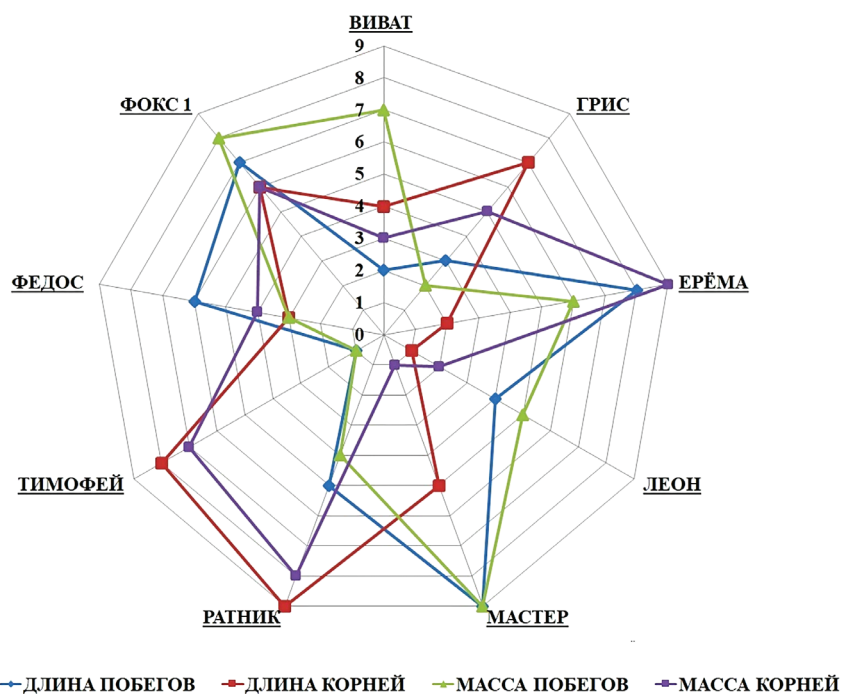


Рис. 2. Ранги от 1 до 9, присвоенные сортам по показателям длины и массы корней и побегов, исходя из характера морфологического ответа проростков на облучение семян (9 – максимальная стимуляция; 1 – максимальное ингибирование)

Fig. 2. The ranks from 1 to 9 assigned to the varieties according to the length and weight of roots and sprouts, based on the nature of the morphological response of sprouts on seed irradiation (9 – maximum stimulation; 1 – maximum inhibition)

По сумме рангов четырех морфологических показателей сорт Фокс 1 получил максимальную позицию при ранжировании (табл. 1). Упомянутые выше сорта Ратник, Ерема и Мастер имели по крайней мере одну максимальную оценку по какому-либо морфологическому показателю и заняли 2–4-е места в оценке

ответа на облучение. Для сорта Леон сумма рангов оказалась наименьшей (9-е место в оценке ответа на облучение). Остальные сорта (Грис, Тимофей, Виват и Федос) по сумме рангов заняли 5–8-е места соответственно (табл. 1).

1. Результаты ранжирования сортов *H. vulgare* по выраженности эффекта гамма-облучения оригинальных семян дозой 20 Гр

1. The ranking results of the varieties *H. vulgare* according to the effect of gamma irradiation with a dose of 20 Gy on the original seeds

Сорт	Сумма рангов	Наблюдаемый эффект облучения по сумме рангов	Оценка сорта
ФОКС 1	27	Стимуляция	1
РАТНИК	26	Стимуляция	2
ЕРЕМА	25	Стимуляция	3
МАСТЕР	24	Стимуляция	4
ГРИС	17	Нет эффекта	5
ТИМОФЕЙ	17	Нет эффекта	6
ВИВАТ	16	Нет эффекта	7
ФЕДОС	16	Нет эффекта	8
ЛЕОН	12	Ингибирование	9

Примечание: результаты ранжирования базируются на сумме рангов, присвоенных сортам по каждому из морфологических показателей.

Таким образом, по результатам ранжирования было установлено, что для сортов Фокс 1, Ратник, Ерема и Мастер доза облучения в 20 Гр является стимулирующей, причем у сорта Фокс 1 наблюдался максимальный суммарный стимулирующий эффект. Напротив, у сорта Леон зафиксировано ингибирование роста. Морфологические параметры проростков сортов Грис, Тимофей, Виват и Федос не отличались от таковых у необлученных семян (табл. 1). Данные, приведенные на рисунках 1 и 2, демонстрируют принципиальную возможность ранжирования изученных сортов по радиочувствительности.

Известно, что стимулирующее действие гамма-излучения в низких дозах чаще наблюдают в случаях, когда качество семян ниже оригинальных, а положительный эффект облучения проявляется сильнее на семенах первой и последующих репродукций (Geras'kin et al., 2017.). Однако высокая гетерогенность этих репродукций затрудняет воспроизводство стимулирующего эффекта и его детальное изучение, поэтому выявление сортов, у которых облучение ори-

гинальных семян также приводит к индукции стимулирующего эффекта, является необходимым этапом на пути к расшифровке молекулярных основ эффекта радиационной стимуляции. В данной работе на оригинальных семенах было показано, что у проростков четырех из девяти сортов ячменя наблюдается стимуляция ростовых процессов после облучения их семян в дозе 20 Гр.

Выводы. Девять сортов озимого и ярового ячменя ранжированы по выраженности эффекта гамма-облучения оригинальных семян в дозе 20 Гр на основе морфологического анализа выросших из облученных семян проростков. Выявлены контрастные по чувствительности к данной дозе сорта: для четырех сортов (Фокс 1, Ратник, Ерема и Мастер) наблюдается стимулирующее действие облучения, а для сорта Леон – ингибирование роста. Контрастные сорта будут использованы в дальнейших экспериментах по поиску молекулярных механизмов стимулирующего действия низкодозового гамма-облучения.

Библиографические ссылки

1. Гераськин С. А., Чурюкин Р. С., Казакова Е. А. Модификация γ -облучением семян развития растений ячменя на ранних этапах онтогенеза // Радиационная биология. Радиоэкология. 2015. Т. 55, № 6. С. 607–615. DOI: 10.7868/S0869803115060065.
2. Филиппов Е. Г. Эффективность возделывания новых сортов ячменя // Зерновое хозяйство России. 2013. № 4. С. 36–40.
3. Araújo S. S., Paparella S., Dondi D., Bentivoglio A., Carbonera D., Balestrazzi A. Physical methods for seed invigoration: advantages and challenges in seed technology // Frontiers in Plant Science. 2016. Vol. 7:646. DOI: 10.3389/fpls.2016.00646.
4. Geras'kin S., Churyukin R., Volkova P. Radiation exposure of barley seeds can modify the early stages of plants' development // Journal of Environmental Radioactivity. 2017. Vol. 171. Pp. 71–83. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2017.06.008.
5. Majeed A., Muhammad Z., Ullah R., Ali H. Gamma irradiation i: Effect on germination and general growth characteristics of plants // Pakistan Journal of Botany. 2018. Vol. 50, no. 6. Pp. 2449–2453.
6. Volkova P. Yu., Duarte G. T., Soubigou-Taconnat L., Kazakova E. A., Pateyron S., Bondarenko V. S., Bitarishvili S. V., Makarenko E. S., Churyukin R. S., Lychenkova M. A., Gorbatoval I. V., Meyer C., Geras'kin S. A. Early response of barley embryos to low- and high-dose gamma irradiation of seeds triggers changes in the transcriptional profile and an increase in hydrogen peroxide content in seedlings // Journal of Agronomy and Crop Science. 2019. DOI: 10.1111/jac.12381.
7. Wiegant F. A., de Poot S. A., Boers-Trilles V. E., Schreij A. M. Hormesis and cellular quality control: A possible explanation for the molecular mechanisms that underlie the benefits of mild stress // Dose Response. 2013. Vol. 11. Pp. 413–430. DOI: 10.2203/dose-respo nse.12-030.

References

1. Geras'kin S. A., Churyukin R. S., Kazakova E. A. Modifikaciya γ -oblucheniem semyan razvitiya rastenij yachmenya na rannih etapah ontogeneza [Modification of barley seeds by γ -radiation in the early stages of ontogenesis] // Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya. 2015. T. 55, № 6. S. 607–615. DOI: 10.7868/S0869803115060065.
2. Filippov E. G. Effektivnost' vozdelvaniya novyh sortov yachmenya [The efficiency of cultivation of the new barley varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2013. № 4. S. 36–40.
3. Araújo S. S., Paparella S., Dondi D., Bentivoglio A., Carbonera D., Balestrazzi A. Physical methods for seed invigoration: advantages and challenges in seed technology // Frontiers in Plant Science. 2016. Vol. 7:646. DOI: 10.3389/fpls.2016.00646.
4. Geras'kin S., Churyukin R., Volkova P. Radiation exposure of barley seeds can modify the early stages of plants' development // Journal of Environmental Radioactivity. 2017. Vol. 171. Pp. 71–83. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2017.06.008.
5. Majeed A., Muhammad Z., Ullah R., Ali H. Gamma irradiation i: Effect on germination and general growth characteristics of plants // Pakistan Journal of Botany. 2018. Vol. 50, no. 6. Pp. 2449–2453.
6. Volkova P. Yu., Duarte G. T., Soubigou-Taconnat L., Kazakova E. A., Pateyron S., Bondarenko V. S., Bitarishvili S. V., Makarenko E. S., Churyukin R. S., Lychenkova M. A., Gorbatoval I. V., Meyer C., Geras'kin S. A. Early response of barley embryos to low- and high-dose gamma irradiation of seeds triggers changes in the transcriptional profile and an increase in hydrogen peroxide content in seedlings // Journal of Agronomy and Crop Science. 2019. DOI: 10.1111/jac.12381.
7. Wiegant F. A., de Poot S. A., Boers-Trilles V. E., Schreij A. M. Hormesis and cellular quality control: A possible explanation for the molecular mechanisms that underlie the benefits of mild stress // Dose Response. 2013. Vol. 11. Pp. 413–430. DOI: 10.2203/dose-respo nse.12-030.

Поступила: 26.12.19; принята к публикации: 19.03.20.

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. Казакова Е. А. – проведение морфологических анализов, подготовка рукописи; Макаренко Е. С. – проведение морфологических анализов; Подлущий М. С. – выполнение статистической

обработки результатов; Донцова А. А. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи; Битаришвили С. В., Лыченкова М. А., Горбатова И. В. – проведение морфологических анализов; Филиппов Е. Г., Донцов Д. П. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Чиж Т. В., Снегирев А. С. – облучение семян; Волкова П. Ю. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.15:631.521(470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-29-33

АНАЛИЗ СОРТОВОЙ СТРУКТУРЫ КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА ЗЕРНО В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. Б. Арженовская, экономист лаборатории экономики производства зерна, ORCID ID: 0000-0003-3855-372X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Современный этап развития растениеводства характеризуется сортовой политикой, направленной на увеличение количества предлагаемых новых сортов (гибридов) для производственных посевов. Такая особенность сортового разнообразия по культуре дает возможность выбора сорта (гибрида) для конкретных природно-климатических, почвенных условий, предшественника, с различной адаптивностью и длиной вегетационного периода, качеством продукции. Одним из крупнейших регионов по посевным площадям кукурузы в России является Ростовская область, условия которой позволяют возделывать кукурузу с разными сроками созревания. В статье представлена динамика урожайности зерна кукурузы в России и в Ростовской области. Проведен анализ высеваемых гибридов и сортов кукурузы в Ростовской области по году внесения их в Госреестр РФ. Определено, что наибольшее количество гибридов кукурузы возделывалось в 2018 г. из числа внесенных в Госреестр РФ за период с 2009 по 2013 г. (52 шт.), а в 2019 г. – с 2010 по 2014 г. (57 шт.). Показан удельный вес гибридов кукурузы в посевных площадях в зависимости от сроков нахождения их в производстве. Так, наибольший удельный вес (в 2018 г. – 44,6% и в 2019 г. – 52,6%) занимали гибриды, находящиеся в производственных посевах от 6 до 10 лет. Определены популярные гибриды кукурузы, возделываемые в Ростовской области в 2018 и 2019 гг. Рассчитан удельный вес отечественных гибридов (сортот) в посевных площадях и отмечено стоимостное преимущество отечественных семян кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, сортотмена, сортовая структура.

Для цитирования: Арженовская Ю. Б. Анализ сортовой структуры кукурузы, возделываемой на зерно в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 29–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-29-33.



THE ANALYSIS OF VARIETAL STRUCTURE OF MAIZE CULTIVATED FOR GRAIN IN THE ROSTOV REGION

Yu. B. Arzhenovskaya, economist of the laboratory for grain production economy,
ORCID ID: 0000-0003-3855-372X
Agricultural Research Center "Donskoy"
347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current stage of plant growing is characterized by varietal policies aimed at increasing the number of new varieties (hybrids) being bred for production. This feature of varietal diversity makes it possible to choose a variety (hybrid) for specific forecrops and soil-climatic conditions, a variety with specific adaptability, length of vegetation period and product quality. One of the largest regions of the maize sown area in Russia is the Rostov region, the conditions of which allow cultivating maize with different ripening periods. The current paper has presented the dynamics of the maize productivity in Russia and in the Rostov region. There has been conducted an analysis of sown maize hybrids and varieties in the Rostov region according to the year of including them into the State List of the Russian Federation. It has been determined that the largest number of maize hybrids was cultivated in 2018 from the number included into the State List of the Russian Federation for the period from 2009 to 2013 (52 pcs.), and in 2019 from the number included into the State List of the Russian Federation for the period from 2010 to 2014 (57 pcs.). There has been demonstrated a share of maize hybrids in the sown area depending on their time being in production. So, the hybrids that have been cultivated for 6–10 years occupied the largest share (44.6% in 2018; 52.6% in 2019). There have been identified the most popular maize hybrids cultivated in the Rostov region in 2018 and 2019. There has been calculated a share of domestic hybrids (varieties) in the sown areas and the cost advantage of domestic maize seeds.

Keywords: maize, productivity, variety changing, varietal structure.

Введение. Кукуруза – одна из высокопроизводительных культур разностороннего использования. Зерно кукурузы является сырьем для промышленной переработки и основой кормовой базы всех видов сельскохозяйственных животных. По состоянию на 2018 г. Ростовская область занимает третье место в России по количеству посевных площадей кукурузы (7,7%), а по валовым сборам – только девятое (4,8%). Основным фактором, оказавшим влияние на валовый сбор, является низкая урожайность. Средняя урожайность по Ростовской области за последние пять лет ниже средней урожайности по стране на 31–43% (Единая межведомственная информационно-статистическая система) (рис. 1).

Представленные показатели значительно меньше потенциальных возможностей этой культуры в регионе. Важным направлением повышения урожайности зерна кукурузы и ее стабильности по годам является сортотмена. Ее экономическая сущность заключается

в том, что внедрение в производство нового сорта является наименее затратным и более экономичным способом увеличения производства зерна (Нечаев и др., 2006; Марченко и др., 2016). Анализ статистических данных позволяет определить количество гибридов кукурузы, возделываемых длительный срок, и их удельный вес в посевах, а значит, выявить возможный резерв прироста урожайности и увеличения производства зерна в Ростовской области.

Цель работы – охарактеризовать сортовую структуру посевов кукурузы на зерно, определить гибриды, лидирующие по занимаемым посевным площадям в Ростовской области; установить удельный вес отечественных гибридов.

Материалы и методы исследований. Методологической основой исследований являются методы динамических рядов, группировок, сравнительного анализа, графической интерпретации, реализованные в компьютерной программе Microsoft Excel (Коваленко и др., 2004).



Рис. 1. Динамика урожайности зерна кукурузы за 2014–2018 гг., т/га (составлено по данным ЕМИСС)
Fig. 1. Dynamics of maize productivity in 2014–2018, t/ha (compiled according to EMISS)

Результаты и их обсуждение. В России научные исследования по селекции и семеноводству кукурузы проводятся в восьми государственных научно-исследовательских учреждениях, а также ряде селекционных центров и фирм различных форм собственности. Селекционерами создано большое количество гибридов кукурузы, которые используются в производстве (Кривошеев и др., 2015). На 2019 г. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, содержит 989 гибридов и сортов кукурузы. Количество гибридов (сорт) кукурузы, допущенных к использованию по Северо-Кавказскому региону, составляет 359 единиц, из них 16 были внесены за последний год (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2019 г.). В Ростовской области в 2019 г. высевалось 143 гибрида и сорта кукурузы, что на 5 единиц больше по срав-

нению с 2018 г. В 2018 г. возделывалось 52 гибрида (сорта), внесенных в Госреестр РФ за период с 2009 по 2013 г., и 42 – из внесенных в Госреестр РФ за период с 2014 по 2018 г. В 2019 г. в производственных посевах использовалось 57 гибридов (сорт), внесенных за период с 2010 по 2014 г., и 45 – из внесенных в Госреестр РФ за период с 2015 по 2019 г. Около 40% высеваемых гибридов (сорт) были включены в Госреестр РФ в течение 5–10 лет, а более 30% – за последние 5 лет. Также использовались и гибриды (сорта), внесенные в Госреестр РФ свыше 20 лет, но их количество незначительно сократилось (на 2 единицы). На рисунках 2 и 3 представлено распределение гибридов (сорт) кукурузы, возделываемых в Ростовской области по году внесения в Госреестр РФ за 2018 и 2019 гг.

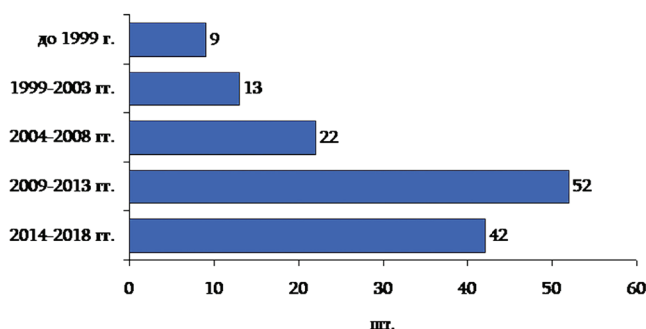


Рис. 2. Распределение гибридов (сорт) кукурузы, возделываемых в Ростовской области по году внесения в Госреестр РФ (2018 г.)

Fig. 2. Distribution of maize varieties and hybrids, cultivated in the Rostov region according to the year of including into the State List of RF (2018)

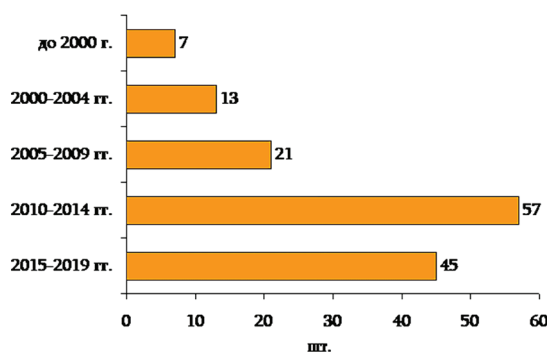


Рис. 3. Распределение гибридов (сорт) кукурузы, возделываемых в Ростовской области по году внесения в Госреестр РФ (2019 г.)

Fig. 3. Distribution of maize varieties and hybrids, cultivated in the Rostov region according to the year of including into the State List of RF (2019)

Анализируя полученные значения удельного веса гибридов (сортов) кукурузы в посевных площадях Ростовской области в зависимости от сроков нахождения их в производстве в 2018–2019 гг., можно отметить, что наименьшая доля принадлежит гибридам

(сортам), возделываемым свыше 20 лет. Установлено снижение удельного веса данной группы с 3,1 до 2,5%. Новые гибриды (сорта), внедренные в производство за последний пятилетний период, заняли больше 20% всей площади посевов (рис. 4).

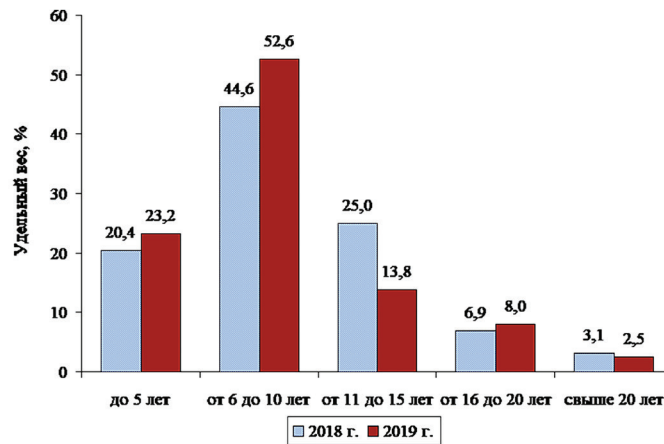


Рис. 4. Удельный вес гибридов (сортов) кукурузы в посевных площадях в зависимости от сроков нахождения в производстве в 2018–2019 гг., %

(рассчитано и составлено по данным районных управлений сельского хозяйства Ростовской области)

Fig. 4. Share of maize varieties and hybrids in the sown area depending on their time being in production in 2018–2019, % (calculated and compiled according to the data of district farms of the Rostov region)

Наибольший удельный вес имеют гибриды (сорта), находящиеся в производстве от 6 до 10 лет. Причем их доля значительно увеличилась в 2019 г. по сравнению с 2018 г. с 44,6 до 52,6%.

Из 143 гибридов (сортов) кукурузы на зерно, возделываемых в 2019 г., выделяется ряд с наибольшим удельным весом в посевных площадях. Более

55% площади посевов кукурузы в Ростовской области занимают тринадцать основных гибридов: ДКС 4014, Краснодарский 291 АМВ, П 8400, СИ Феномен, Ладожский 292 АМВ, Ладожский 250 МВ, П 9241, Кубанский 250 МВ, П 8816, Краснодарский 194 МВ, Делитоп, ДКС 5007, ДКС 4964 (рис. 5).

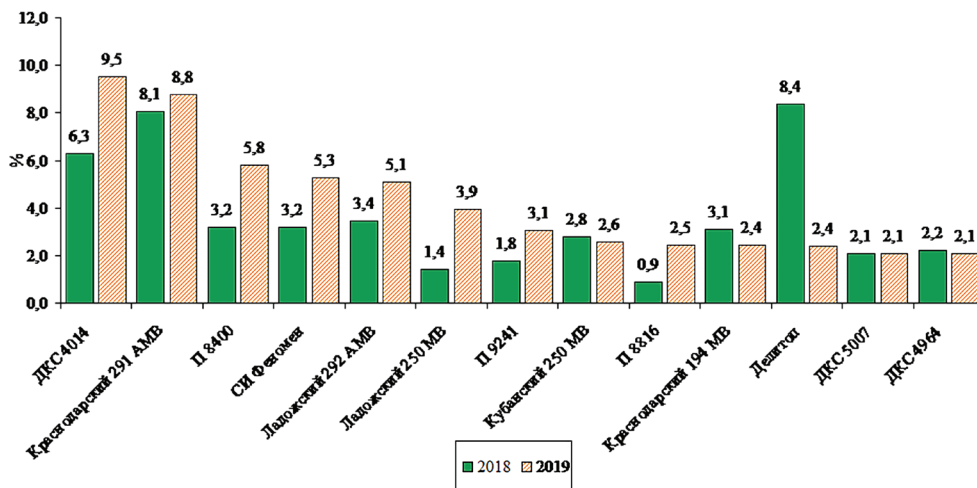


Рис. 5. Рейтинг гибридов кукурузы – лидеров при возделывании кукурузы на зерно в Ростовской области (2018–2019 гг.)

Fig. 5. Rating of the leading maize hybrids cultivated for grain in the Rostov region (in 2018–2019)

Среди представленных гибридов пять (ДКС 4014, Краснодарский 291 АМВ, П 8400, СИ Феномен, Ладожский 292 АМВ) имеют стабильное положение и значительный удельный вес, который имеет тенденцию к увеличению в 2019 г. по сравнению с 2018 г. Их суммарная доля в посевах составляет: в 2018 г. – 24,2%, в 2019 г. – 34,5%. Данные гибриды имеют большую популярность у сельхозтоваропроизводителей

Ростовской области. К гибридам-лидерам относятся как представители иностранной селекции, так и отечественной. В Ростовской области в 2018 г. удельный вес гибридов иностранной селекции составил 67,3% в общей площади посева кукурузы на зерно. В 2019 г. данный показатель снизился более чем на 5% и составил 61,6% (рис. 6).

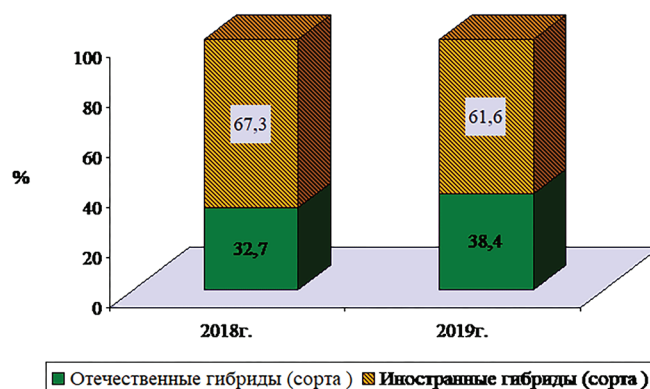


Рис. 6. Удельный вес отечественных и иностранных гибридов (сортов) в общей площади посева кукурузы на зерно в Ростовской области, % (2018–2019 гг.)

Fig. 6. Share of domestic and foreign maize varieties and hybrids cultivated for grain in the sown area of the Rostov region, % (in 2018–2019)

Одним из важных факторов, на который обращают внимание производители при выборе семян, является их стоимость. Для сравнения цен между отечественными и иностранными семенами использовали прайс-листы на сезон продаж 2019–2020 гг. на гибриды кукурузы, которые популярны у аграриев и имеют стабильное положение, следующих компаний: ООО ТД «АВЕРС», ООО «Агротехник», НПО «Семеноводство Кубани» (табл. 1).

1. Цена семян гибридов кукурузы на сезон продаж 2019–2020 гг.
1. The price of maize hybrids' seeds in the sales season of 2019–2020

Наименование гибрида	Цена за 1 п. ед., руб.
ДКС 4014	8600,00
Краснодарский 291 AMB	2700,00
П 8400	12 158,00
СИ Феномен	10 558,00
Ладожский 292 AMB	3300,00
Ладожский 250 MB	2000,00
П 9241	12 158,00

Как видно из таблицы 1, импортные семена гибридов кукурузы стоят в 2,6–6,0 раза дороже отечественных,

но, несмотря на невысокую стоимость посевного материала отечественной селекции, сельхозтоваропроизводители в Ростовской области большей частью предпочитают высевать иностранные гибриды.

Выводы. Госреестр РФ в настоящее время насчитывает более 350 гибридов и сортов кукурузы, допущенных к использованию по Северо-Кавказскому региону. Однако результаты работы селекционеров внедряются не в полной мере, что обуславливает использование в сельскохозяйственном производстве «устаревших» гибридов и сортов (в 2018 г. высевалось девять гибридов (сортов), занимавших 3,1% всей посевной площади, в 2019 г. – семь гибридов (сортов), занимавших 2,5%). Данные гибриды (сорта) необходимо заменить новыми, более продуктивными, экологически пластичными и адаптивными к почвенно-климатическим условиям. Среди используемых для выращивания гибридов (сортов) кукурузы на зерно установлены лидеры. Большинство высеваемых гибридов – это представители иностранной селекции. Несмотря на ряд очевидных преимуществ отечественной селекции кукурузы (на адаптивность, засухоустойчивость) и более низкую стоимость семян, иностранные гибриды в Ростовской области занимают более 60% посевных площадей.

Библиографические ссылки

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (офиц. изд.). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 516 с.
2. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru>.
3. Коваленко Н. Я., Агирбов Ю. И., Серова Н. А. и др. Экономика сельского хозяйства. М.: Юркнига, 2004. 384 с.
4. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Шевченко Н. А. Среднеспелые гибриды кукурузы Зерноградский 354 МВ и Гефест МВ // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6. С. 53–61.
5. Марченко Д. М., Филенко Г. А., Некрасов Е. И. Семеноводство озимой пшеницы в Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 11. С. 57–59.
6. Нечаев В. И., Моисеев В. В., Бондаренко В. В., Черных Г. В., Блинникова Е. А., Ковтуненко Б. В. Основные направления повышения устойчивости и эффективности зернового производства. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2006. 402 с.
7. Сорта и гибриды ФГБНУ «АНЦ «Донской». Ростов н/Д.: ИП Андрущенко И. Е., 2018. 128 с.

References

1. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu [The State List of Breeding Achievements, approved for use]. T. 1. Sorta rastenij (ofic. izd.). M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2019. 516 s.
2. Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema [The Unified Interdepartmental Information and Statistical System] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.fedstat.ru>.
3. Kovalenko N. Ya., Agirbov Yu. I., Serova N. A i dr. Ekonomika sel'skogo hozyajstva [Economy of agriculture]. M.: Yurkniga, 2004. 384 s.

4. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Shevchenko N. A. Srednespelye gibrity kukuruzy Zernogradskij 354 MV i Gefest MV [The middle ripening maize hybrids "Zernogradsky 354 MV" and "Gefest MV"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 6. S. 53–61.
5. Marchenko D. M., Filenko G. A., Nekrasov E. I. Semenovodstvo ozimoj pshenicy v Rostovskoj oblasti [Winter wheat seed production in the Rostov region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. № 11. S. 57–59.
6. Nechaev V. I., Moiseev V. V., Bondarenko V. V., Chernyh G. V., Blinnikova E. A., Kovtunenkov B. V. Osnovnye napravleniya povysheniya ustojchivosti i effektivnosti zernovogo proizvodstva [The main directions to improve sustainability and efficiency of grain production]. Krasnodar: Kubanskij GAU, 2006. 402 s.
7. Sorta i gibrity FGBNU "ANC "Donskoj" [The varieties and hybrids of the FSBSI "ARC "Donskoy"]. Rostov n/D.: IP Andryushchenko I. E., 2018. 128 s.

Поступила: 13.01.20; принята к публикации: 24.02.20.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Арженовская Ю. Б. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение опыта и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ ГИБРИДА ЗЕРНОГРАДСКИЙ 354 МВ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. А. Васильченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;
Г. В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Полевые опыты проводили в 2017–2019 гг. в лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград). Опытное поле находится в южной сельскохозяйственной зоне Ростовской области (недостаточное и неустойчивое увлажнение). Почвой опытного участка является чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках с содержанием гумуса 3,2%; P₂O₅ – 18,5–20,0; K₂O – 342–360 мг/кг почвы. Величина гидротермического коэффициента в годы исследований находилась в пределах от 0,32 до 0,89 (недостаточной влагообеспеченности вегетационного периода). В статье представлены результаты изучения влияния гербицидов МайсТер Пауэр и Элюмис на урожайность зерна кукурузы среднеспелого (ФАО 360) гибрида Зерноградский 354 МВ (включен в Госреестр по 6-му региону в 2010 г.). Применяемые гербициды оказали положительное влияние на снижение засоренности посева кукурузы однодольными и двудольными сорняками (снижение численности сорняков через 21 день после применения составило более 90%), что способствовало повышению урожайности зерна. В фазу полной спелости количество сорняков в опытных вариантах было в 2,7–3,1 раза меньше, чем на контроле. Прибавка к контролю была достоверной и находилась на уровне 0,55–0,83 т/га. Наибольший условно-чистый доход (22 545 руб./га) получен при применении гербицида Элюмис. Высокая стоимость препаратов отрицательно отразилась на себестоимости продукции, где превышение к контролю составляло 436–519 руб./т. Рентабельность применяемых гербицидов была ниже контроля на 30 и 39%. Полученная в опыте прибавка зерна окупала затраты на применение гербицидов, окупаемость составляла 1,15–1,57 руб.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, гербициды, гибрид, рентабельность, себестоимость.

Для цитирования: Васильченко С. А., Метлина Г. В. Применение гербицидов при возделывании кукурузы гибрида Зерноградский 354 МВ в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 34–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-34-38.



THE USE OF HERBICIDES IN CULTIVATION OF THE MAIZE HYBRID “ZERNOGRADSKY 354 MV” IN THE SOUTH OF ROSTOV REGION

S. A. Vasilchenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technologies of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;
G. V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technologies of row crops, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The field trials were conducted in 2017–2019 in the laboratory for cultivation technologies of row crops in the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”. The experimental plots were located in the southern soil-climatic zone of the Rostov region characterized with insufficient and unstable moisture. The soil of the experimental plots was heavy-loamy ordinary blackearth (chernozem) on forestry loams with 3.2% of humus, fertilized with 18.5 – 20.0 mg/kg of P₂O₅ and 342 – 360 mg/kg of K₂O. The current paper has presented the study results of the effect of herbicides on middle ripening maize hybrid “Zernogradsky 354 MV”, included in the State List of RF in 2010. The used herbicides had a positive effect on reducing the contamination of maize sowings with monocotyledonous and dicotyledonous weeds (90% decrease), which contributed to an improvement of grain crop productivity. In the phase of full ripeness, the number of weeds in the experimental variants was 2.7–3.1 times less than in the control variant. The productivity increase in the control variant was 0.55–0.83 t/ha. The largest net income (22 545 rub/ha) was obtained due to the use of the herbicide “Elumis”. The high cost of the preparations negatively affected the cost of production, which exceeded the control variant on 436–519 rubles per ton. The profitability of the applied herbicides was lower than the control variant on 30 and 39%. The grain productivity increase obtained in the trials has paid for the costs of herbicides' use; the payback amount was 1.15–1.57 rubles.

Keywords: maize, productivity, herbicides, hybrid, profitability, net cost.

Введение. Кукуруза – теплолюбивая высокопродуктивная культура, имеющая широкое распространение в Ростовской области (в 2019 г. посевные площади под ней составляли 165,6 тыс. га (4-е место в стране). Однако по валовым сборам регион занимает девятое место (4,8% от валового сбора зерна по РФ). Территория области достаточно обеспечена теплом, однако в условиях континентального климата часто создается неустойчивость в его поступлении (Алабушев, 2008). Поэтому урожайность в области за последние годы ниже средней урожайности по стране на 31–43%. Варьирование по урожайности объясняется большой зависимостью производства

зерна от резко меняющихся погодных условий, которые создаются в период вегетации (Филенко, 2017).

Представленные показатели меньше потенциальных возможностей культуры в регионе. Положительное влияние на валовые сборы зерна оказывает сортовая агротехника в совокупности с благоприятными климатическими условиями. Соблюдение всех элементов и приемов агротехники возделывания необходимо для наиболее эффективной реализации генетического потенциала продуктивности отдельного сорта (Кривошеев, 2019).

В ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводятся селекционная работа по выведению гибридов кукурузы зерно-

вого направления, а также исследования по сортовой агротехнике.

Целью работы являлось определение эффективности применения гербицидов Элюмис и МайсТер Пауэр при возделывании на зерно гибрида кукурузы Зерноградский 354 МВ в южной зоне Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в 2017–2019 гг. в лаборатории технологии возделывания пропашных культур. Закладку полевых опытов осуществляли по методикам Б. А. Доспехова (2014) и методическим указаниям по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве (1981). Учетная площадь делянки – 63 м². Повторность – четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница. Норма высева – 60 тыс. шт./га. Посев осуществляли сеялкой СПБ-8М.

Агротехника возделывания общепринятая для южной зоны Ростовской области, за исключением изучаемых элементов технологии возделывания.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус – 3,2%; рН – 7,0; P₂O₅ – 18,5–20,0; K₂O – 342–360 мг/кг почвы.

Математическую обработку результатов исследований проводили на персональном компьютере с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016.

Объект исследований: Зерноградский 354 МВ (среднеспелый, ФАО 360). Зубовидная, масса 1000 зерен – 300–320 г., содержание крахмала – 70–72%. Средняя урожайность – 5,1; потенциальная – 12 т/га. Засухоустойчивость – выше средней. Устойчив к поражению пыльной головней, стеблевыми гнилями, южным гельминтоспориозом. Слабо

поражается пузырчатой головней. Допущен к возделыванию в 6-м регионе на зерно и силос (Сорта и гибриды ФГБНУ «АНЦ «Донской», 2018).

Применяемые гербициды:

1) Элюмис, МД (75 + 30 г/л) д. в. (мезотрион + никосульфурон) – послевсходовый гербицид для контроля многолетних, однолетних злаковых и двудольных сорняков на кукурузе. Современная формуляция (МД – масляная дисперсия) повышает устойчивость препарата на обработанной поверхности и улучшает проникновение в растение. Опрыскивание посевов в фазе 3–6(8) листьев. Рекомендуемый расход гербицида при одной обработке – 1,7 л/га (расход рабочей жидкости – 200–300 л/га). Производитель – компания Syngenta;

2) МайсТер Пауэр МЭ (31,5 + 1 + 10 + 15 г/л) д. в. (форамсульфурон + йодосульфурон-метил-натрий + тиенкарбазон-метилом + ципросульфамидом) – универсальный послевсходовый гербицид для контроля однолетних и многолетних двудольных и однодольных сорняков в посевах кукурузы. Опрыскивание посевов в фазе 3–6 листьев и в ранние фазы роста сорняков. Рекомендуемый расход гербицида при одной обработке – 1,5 л/га (расход рабочей жидкости – 150–250 л/га). Производитель – компания Bayer.

Схема опыта:

1. Контроль без обработок.
2. Обработка гербицидом Элюмис (1,7 л/га).
3. Обработка гербицидом МайсТер Пауэр (1,5 л/га).

В контрольном варианте осуществляли междурядную культивацию в фазу 5–6 листьев с помощью пропашного культиватора КРН-5,6.

Обработку гербицидами проводили в фазу 3–5 листьев кукурузы с помощью опрыскивателя ОНШ-600 (рис. 1).



Рис. 1. Обработка посева кукурузы в фазе 3–5 листьев гербицидом Элюмис с нормой расхода 1,7 л/га

Fig. 1. Treatment of maize in the phase of 3-5 leaves by the herbicide "Elumis" with 1.7 l per hectare

Биологическую эффективность применения гербицидов определяли через 21 день после обработки и в фазу полной спелости.

В годы исследований величина гидротермического коэффициента находилась в пределах от 0,32 до 0,89. Это свидетельствует о недостаточной влагообеспеченности вегетационного периода.

Результаты и их обсуждение. Учет численности и видовой состав сорного компонента в посевах кукурузы выявил преобладание двудольных сорняков над однодольными. На опытном участке отмечалось более 10 видов сорных растений. Наибольшее число сорняков было двух видов: щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) – 22% и марь белая (*Chenopodium album*) – 15% (рис. 2).

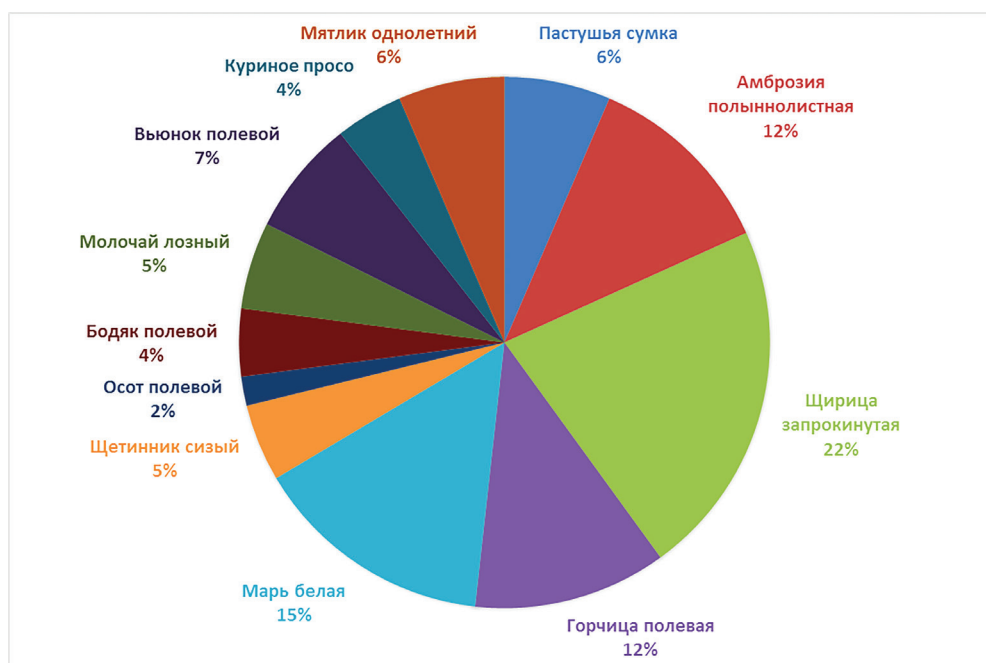


Рис. 2. Видовой состав сорняков в посеве кукурузы (2017–2019 гг.)

Fig. 2. Varietal composition of weeds in maize (2017–2019)

Применение гербицидов МайсТер Пауэр и Элюмис снижало численность сорняков в посеве кукурузы более чем на 90%. Изучаемые гербициды были эффек-

тивны против как однодольных, так и двудольных сорняков (табл. 1).

1. Численность сорных растений через 21 день после внесения гербицида (2017–2019 гг.) 1. Number and weight of weeds 21 days after herbicide treatment (2017–2019)

Видовой состав сорняков	Количество сорняков в посевах кукурузы, шт./м ²			
	МайсТер Пауэр, 1,5 л/га		Элюмис, 1,7 л/га	
	3–5 листьев	через 3 недели	3–5 листьев	через 3 недели
Пастушья сумка обыкновенная <i>Capsella bursapastoris</i>	5	0	6	1
Амброзия полыннолистная <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	11	0	9	0
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i>	26	2	11	0
Горец вьюнковый <i>Fallópia convólulus</i>	–	–	10	1
Марь белая <i>Chenopodium album</i>	16	1	9	0
Щетинник сизый <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.	4	1	4	0
Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i> L.	2	0	1	0
Бодяк полевой <i>Cirsium arvense</i>	4	0	3	0
Молочай лозный <i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.	5	0	4	1
Вьюнок полевой <i>Convolvulus arvensis</i>	4	0	8	1
Просо куриное <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	3	1	4	0
Мятлик однолетний <i>Poa bulbosa</i> L.	5	1	6	1
Всего	85	6	75	5

В дальнейшем, в фазу полной спелости, был произведен еще один контроль численности и массы сорных растений в посеве кукурузы (табл. 2).

2. Влияние гербицидов на число и массу сорных растений в посеве кукурузы в фазе полной спелости (2017–2019 гг.)

2. Effect of herbicides on number and weight of weeds in maize being in the phase of full ripeness (2017–2019)

Сорные растения	Контроль без гербицидов		Элюмис, 1,7 л/га		МайсТер Пауэр, 1,5 л/га	
	шт.	г	шт.	г	шт.	г
Двудольные:	20,2	413,2	6	44,9	5,1	41,5
пастушья сумка обыкновенная <i>Capsella bursapastoris</i>	0	0	0	0	0	0
амброзия полыннолистная <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0,9	9,1	0	0	0	0
вьюнок полевой <i>Convolvulus arvensis</i>	17,5	223,5	5,5	38,0	4,5	34,8
дурнишник обыкновенный <i>Xanthium strumarium</i>	0	0	0	0	0	0
горец вьюнковый <i>Fallópia convólulus</i>	0,4	5,8	0	0	0	0
марь белая <i>Chenopodium album</i>	9,5	154,0	0	0	0	0
щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i>	2,2	13,4	0,5	6,9	0,6	6,7
осот полевой <i>Sonchus arvensis</i> L.	0,5	2,8	0	0	0	0
яснотка стеблеобъемлющая <i>Lamium amplexicaule</i>	1,4	4,0	0	0	0	0
Однодольные:	4,5	26,7	3,1	6,7	2,8	5,0
просо куриное <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	0,7	7,1	0	0	0	0
мятлик однолетний <i>Poa bulbosa</i> L.	3,8	19,6	3,1	6,7	2,8	5,0
Всего	24,7	439,9	9,1	51,6	7,9	46,5

В вариантах с обработкой гербицидами МайсТер Пауэр и Элюмис отмечалось снижение количества сорняков в 2,7 и 3,1 раза к контролю. Еще более значительное снижение было массы сорняков. Так, снижение массы сорняков при применении МайсТер Пауэр составило 8,5 раза, а Элюмис – 9,5 раза. Отмечаемое снижение массы сорняков произошло в результате улучшения водного и пищевого режимов культурных растений, в связи с чем сорняки не имели возможности полноценно развиваться.

Таким образом, агрономическая эффективность применяемых гербицидов выражалась в снижении численности сорняков, что способствует улучшению фитосанитарной обстановки агрофитоценоза.

Отсутствие конкуренции со стороны сорняков способствовало повышению урожайности зерна кукурузы, в результате чего прибавка к контролю находилась на уровне 0,55–0,83 т/га (табл. 3).

3. Экономическая эффективность применения гербицида Элюмис и МайсТер Пауэр при возделывании кукурузы (2017–2019 гг.)

3. Economic efficiency of use of the herbicides “Elumis” and “Meister Power” in maize cultivation (2017–2019)

Показатель	Контроль	Элюмис, 1,7 л/га	МайсТер Пауэр, 1,5 л/га
Урожайность, т/га*	3,56	4,39	4,11
Стоимость полученной продукции, руб./га**	32 040	39 510	36 990
Производственные затраты, руб./га	12 205	16 965	16 519
Условно-чистый доход, руб./га	19 835	22 545	20 471
Себестоимость продукции, руб./т	3428	3864	4019
Рентабельность, %	163	133	124
Окупаемость прибавки, руб./руб.	–	1,57	1,15

*НСП₀₅ – 0,19 т/га; **цена реализации зерна – 9 руб./кг.

Однако эффективные гербициды Элюмис и МайсТер Пауэр имели высокую рыночную стоимость, из-за чего производственные затраты выросли на 39,0 и 35,3%. Поэтому условно-чистый доход был фактически на уровне с контрольным вариантом при применении гербицида МайсТер Пауэр (+3,2% к контролю) и на 13,7% превышал контроль при применении Элюмис. Также полученная продукция имела высокую себестоимость – 3864 и 4019 руб./т против

3428 руб./т на контроле, в результате чего снижение уровня рентабельности к контролю в опытных вариантах составило 39 и 30%. Окупаемость полученной прибавки зерна от применения гербицидов находилась на уровне 1,15–1,57 руб.

Выводы. Применяемые гербициды показали высокую эффективность в борьбе с сорняками в посеве кукурузы (снижение численности сорняков свыше 90% к их количеству до обработки), что положительно

но отразилось на урожайности культуры (прибавка – окупались полученной продукцией (окупаемость – 0,55–0,83 т/га). Затраты на применение гербицидов 1,15–1,57 руб.).

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Коломийцев Н. Н., Гриценко А. А. и др. Климатические особенности нижнего Дона и возделывание ячменя. Ростов н/Д.: ООО «Терра Принт», 2008. 160 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений (офиц. изд.). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 516 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru>.
5. Кривошеев Г. Я., Игнат'ев А. С. Восстановительная и закрепительная способность линий кукурузы в стерильной цитоплазме «М» и «С» типов ЦМС // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 38–41. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-38-41.
6. Сорты и гибриды ФГБНУ «АНЦ «Донской». Ростов н/Д.: ИП Андриященко И. Е., 2018. 128 с.
7. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Филиппов Е. Г. Динамика посевных площадей и урожайность ярового ячменя в РФ // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 20–25.

References

1. Alabushev A. V., Kolomijcev N. N., Gricenko A. A. i dr. Klimaticheskie osobennosti nizhnego Dona i vozdelivanie yachmenya [Climatic features of the Nizhny Don area and barley cultivation]. Rostov n/D.: ООО "Terra Print", 2008. 160 s.
2. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu [The State List of Breeding Achievements, approved for use]. T. 1. Sorta rastenij (ofic. izd.). M.: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2019. 516 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)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. Stereotip. izd. Perepech. s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema [Elektronnyj resurs] [The Unified Interdepartmental Information and Statistical System]. Rezhim dostupa: <https://www.fedstat.ru>.
5. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Vosstanovitel'naya i zakrepitel'naya sposobnost' linij kukuruzy v steril'noj citoplazme "M" i "S" tipov CMS [The regenerative and fixative ability of the maize lines in the sterile cytoplasm "M" and "C" of CMS types] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 38–41. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-38-41.
6. Sorta i gibridy FGBNU "ANC "Donskoj" [The varieties and hybrids of the FSBSI "ARC "Donskoj"]. Rostov n/D.: IP Andryushchenko I. E., 2018. 128 s.
7. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvorcova Yu. G., Filippov E. G. Dinamika posevnyh ploshchadej i urozhajnost' yarovogo yachmenya v RF [The dynamics of sown areas and spring barley productivity in the Russian Federation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 20–25.

Поступила: 27.01.20; принята к публикации: 20.02.20.

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. Васильченко С. А., Метлина Г. В. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ BLOOM & GROW И IMMUNE SYSTEM НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ И МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

А. Г. Ложкин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Lozhkin_tmvl@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1859-3794;

О. А. Васильев, доктор биологических наук, профессор кафедры землеустройства, кадастров и экологии, ORCID ID: 0000-0002-5269-7335;

В. Л. Димитриев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID ID: 0000-0003-4757-6173;

А. В. Крамаренко, магистрант, ORCID ID: 0000-0002-9545-6224

ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»,
428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29

Представлены экспериментальные данные роста, развития, урожайности и качества зерна яровой твердой и мягкой пшеницы при применении микроудобрений Bloom & Grow и Immune System в условиях светло-серых лесных почв северной зоны Чувашской Республики. Опыты по возделыванию твердой пшеницы в условиях Чувашской Республики проводили впервые. Результаты двухлетних исследований выявлено, что у растений, обработанных препаратами, сокращается вегетационный период до 7–8 дней. При этом высота обработанных растений мягкой пшеницы достоверно превысила контрольный вариант на 12,5 см, превышение длины главного колоса составило 0,4 см, количества зерен в нем – 6,1 шт., а массы зерен – 0,23 г. Растения яровой твердой пшеницы, обработанные микроудобрениями, по высоте растений превысили контрольный вариант на 25,1 см, по показателям длины главного колоса, числа зерен в нем и по массе зерна достоверно превышали контрольный вариант. Масса 1000 семян превышала контрольный вариант на 7,28 г. Установлено, что по сравнению с контролем прибавка урожайности яровой мягкой пшеницы составила 0,89 т/га (26,3%), а твердой пшеницы – 0,93 т/га (28,6%). Применение препаратов Bloom & Grow и Immune System привело к увеличению содержания клейковины в зерне яровой мягкой и твердой пшеницы, улучшению показателя деформации клейковины до 1-й группы с накоплением минеральных веществ. Проведенные научные исследования в условиях вегетационного периода 2018–2019 гг. показали, что препараты Bloom & Grow и Immune System являются эффективными препаратами, сочетающими в себе свойства стимулятора роста и иммуномодулятора.

Ключевые слова: микроудобрение, качество урожая, клейковина, структура урожая, урожайность, фазы развития, яровая пшеница.

Для цитирования: Ложкин А. Г., Васильев О. А., Димитриев В. Л., Крамаренко А. В. Влияние препаратов Bloom & Grow и Immune System на продуктивность яровой твердой и мягкой пшеницы в условиях Чувашской Республики // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 39–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-39-43.



THE EFFECT OF BIO PRODUCTS BLOOM & GROW AND IMMUNE SYSTEM ON SPRING DURUM AND BREAD WHEAT PRODUCTIVITY IN THE CHUVASH REPUBLIC

A. G. Lozhkin, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, plant growing, breeding and seed production, Lozhkin_tmvl@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1859-3794;

O. A. Vasiliev, Doctor of Biological Sciences, professor of the department of land management, land register and ecology, ORCID ID: 0000-0002-5269-7335;

V. L. Dmitriev, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, plant growing, breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4757-6173;

A. V. Kramarenko, Master's Degree student, ORCID ID: 0000-0002-9545-6224

Chuvash State Agricultural Academy,
428000, Chuvash Republic, Cheboksary, Karl Marks Str., 29

The current paper has presented experimental data on the growth, development, productivity and grain quality of spring durum and bread wheat after use of bio products Bloom & Grow and Immune System on light-gray forest soils of the north of the Chuvash Republic. The trials on the durum wheat cultivation in the conditions of the Chuvash Republic were carried out for the first time. The results of two-year study have showed that the plants treated with bio products had a 7–8 days' shorter vegetation period. At the same time, the height of the treated bread wheat plants significantly has exceeded the control variant on 12.5 cm; the main head was on 0.4 cm longer, the number of grains in it was 6.1 pieces more, and the grain weight was larger on 0.23 grams. The height of the spring durum wheat plants treated with micronutrients has exceeded the control variant on 25.1 cm, and the length of the main head, the number of grains in it and the grain weight have significantly exceeded the indices of the control variant. 1000-grain weight has exceeded the value of the control variant on 7.28 grams. It has been established that the productivity increase of spring bread wheat was 0.89 t/ha (26.3%) and that of durum wheat was 0.93 t/ha (28.6%) compared with the control variant. The use of bio products Bloom & Grow and Immune System has resulted in an increase of gluten content in spring bread and durum wheat, and in an improvement of the gluten deformation rate to group 1 with the accumulation of minerals. The current study conducted in the vegetation period of 2018–2019 has showed that the bio products Bloom & Grow and Immune System are effective, and combine the properties of a growth stimulator and an immune modulator.

Keywords: micro-fertilizer, yield quality, gluten, yield structure, productivity, phases of development, spring wheat.

Введение. Производство зерна постоянно находится в центре аграрной политики Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. По данным Министерства РФ на 30.10.2019, в России собра-

но около 78 млн т пшеницы. По объему экспорта пшеницы начиная с 2016 г., когда Россия обогнала своего главного конкурента – США, Россия занимает 1-е место в мире (39 млн т в 2018 г.). Однако муки Россия вывозит за рубеж лишь 280 тыс. т (0,7% от экспорта зерна пшеницы). При этом Турция, закупающая зерно в России, перерабатывает его и выходит на лидерские позиции в мире по экспорту муки.

В России в последние годы имеет место тенденция снижения качества зерна. Так, доля непродовольственной пшеницы (зернофуража) в 2018 г. составила более 30% от всего объема производства, что на 3% больше, чем в 2017 г., и на 9% выше среднего уровня за последние 5 лет. Объем глубокой переработки зерна в России составляет чуть более 300 тыс. т, тогда как внутреннее потребление и экспортный потенциал страны могли бы довести эти объемы до 7 млн т и более (Васильев и др., 2019).

Среднегодовое производство зерна твердой пшеницы в России за последние 3–4 года колеблется в пределах 500–600 тыс. т, а его экспорт составляет 100–150 тыс. т. В то же время закупка зерна твердой пшеницы из Казахстана превышает 250 тыс. т ежегодно. Импорт макаронных изделий (в основном из Италии) ежегодно превышает 100 тыс. т. Потребность российского рынка в высококачественных макаронных изделиях оценивается величиной 750–800 тыс. т, в пшеничных крупах высокого качества – в 100 тыс. т, что эквивалентно 1,5 млн т зерна твердой пшеницы. С учетом перспектив развития экспортного потенциала и импортозамещения, объем производства твердой пшеницы в России должен быть не менее 2,0–2,5 млн т ежегодно (Ложкин и др., 2018).

По данным Росстата, посевные площади пшеницы озимой и яровой в России в 2019 г. в хозяйствах всех категорий составили 28 069,8 тыс. га (на озимую пшеницу пришлось 56,3% всех посевов, на яровую – 43,7%), то есть по отношению к 2018 г. выросли на 3,0% (на 805,7 тыс. га), а за последние 5 лет – на 11,1% (на 2812,2 тыс. га). По отношению к 2001 г. площади посевов выросли на 18,1% (на 4306,1 тыс. га), однако за последние 10 лет они сократились на 2,2% (на 632,0 тыс. га). Поэтому существенное увеличение валового сбора зерна может главным образом идти за счет подъема урожайности (Димитриев и др., 2015; Димитриев и др., 2016).

Применение макро- и микроудобрений, стимуляторов роста и иммуномодуляторов имеет решающее значение в повышении урожая сельскохозяйственных культур (Коршунова и Ложкин, 2007; Lozhkin et al., 2017). Различные технологии обработки почвы, применение местных нетрадиционных удобрений также показали свою эффективность на зерновых культурах (Ильина и др., 2017). Следует отметить, что яровая твердая пшеница не возделывается в Чувашской Республике. Данная культура впервые изучается в полевых опытах с целью расширения ареала этой культуры в северных регионах Поволжья.

Цель исследований – выявить влияние препаратов Bloom & Grow и Immune System на продуктивность яровой мягкой и твердой пшеницы в биоклиматических условиях северной зоны Чувашской Республики.

Материалы и методы исследований. Производственные опытные участки размещались в поле № 4 полевого севооборота Учебного научно-производственного центра (УНПЦ) «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. Препараты Bloom & Grow и Immune System применялись для обработки яровой мягкой пшеницы на площади 2 га, яровой твердой пшеницы – 2 га. Всего препаратами обработано 4 га зерновых культур. С учетом контрольных вариан-

тов общая площадь под производственными опытами составила 8 га.

Почва опытного участка УНПЦ «Студенческий» – светло-серая лесная, среднесуглинистая на лессовидном суглинке, с мощностью пахотного слоя 25 см; мощность подпахотного горизонта А2В – 13 см.

Содержание гумуса в пахотном слое светло-серых лесных почв опытного поля варьируется от 2,30 до 2,55%; подвижного фосфора по Кирсанову – 146–155 мг/кг (повышенное содержание); обменного калия – 115–119 мг/кг (среднее содержание); pH обменной кислотности – 5,72–6,00 (близкая к нейтральной). Сумма поглощенных оснований варьируется от 14,5 до 16,0 мг-экв/100 г почвы; гидролитическая кислотность – от 1,20 до 1,75 мг-экв/100 г.

В целом вегетационный период 2018 г. характеризовался недостатком влаги и прохладным летом (осадков выпало несколько менее среднесуточных значений), что в недостаточной мере способствовало росту, развитию зерновых культур и формированию урожая. В 2019 г. с мая по июль выпало осадков на 32% меньше, а в августе – 150% осадков от среднесуточных показателей. Среднемесячная температура была ниже среднесуточной на 2,1 °С, что угрожало снижением качества урожая зерновых культур, в особенности яровой твердой пшеницы.

В опытах использована яровая мягкая пшеница сорта Маргарита – среднеранний сорт, вегетационный период – 75–96 дней. Год включения в реестр – 2008 г. Регионы допуска: 4-й и 7-й. Патентообладатель – ГНУ Ульяновский НИИСХ РАСХН. Ботаническая характеристика: пшеница мягкая яровая, разновидность – лютеценс.

Яровая твердая пшеница – Безенчукская Нива – среднеспелая, вегетационный период – 75–96 дней. Включена в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации в 2012 г. Допущена к использованию в Уральском (9-м) регионе. Сорт защищен патентом РФ. Авторы: П. Н. Мальчиков, А. А. Вьюшков, М. Г. Мясникова.

Весной за 10 дней до обработки почвы на поверхность поля опрыскивателем ОПШ-2500 был внесен водный раствор препарата Bloom & Grow (из расчета 1 л/га препарата); далее по вегетирующим растениям было проведено два опрыскивания с интервалом 14–16 дней препаратом Immune System при норме расхода 0,3 л/га.

Посев зерновых культур на опытных участках провели в 2018 г. 20 мая, а в 2019 г. – 10 мая. Для посева использовали категорию семян «элита», норма высева яровой мягкой и твердой пшеницы составила 5 млн всхожих семян на 1 га.

Перед посевом семена протравливали против болезней препаратом Оплот при норме 0,5 л/т семян. При посеве в рядки вносилось минеральное азотное удобрение – аммиачная селитра в норме 100 кг физического веса на 1 га. Дружные всходы появились через 7–8 дней после посева. В фазу кушения яровой пшеницы в июне была проведена химическая прополка баковой смесью препаратов «Балерина + Магnum» с одновременной азотной листовой подкормкой карбамидом в норме 15 кг/га в физическом весе.

Первое опрыскивание посевов яровой мягкой и твердой пшеницы препаратом Immune System было проведено в июле в фазу выхода в трубку яровых зерновых культур. Норма расхода препарата – 0,3 л/га, норма рабочей жидкости – 300 л/га. Второе опрыскивание проводили спустя 2 недели после первого опрыскивания в фазу начала колошения. Фенологические наблюдения на опытных полях проводили по всем вариантам в течение всего вегетационного сезона. Наступление фаз развития растений пшеницы уста-

навливали глазомерно. За начало фазы принимали день, когда в данную фазу вступило не менее 10% растений; за полное наступление фазы – когда она распространялась не менее чем на 75% растений. В отдельных случаях для большей точности визуальную оценку заменяли подсчетом растений. Все наблюдения и учеты в период вегетации, уборку и учет урожая вели согласно методике государственного сортоиспытания.

Урожайность оценивали методом анализа пробных снопов в четырехкратной повторности, которые были отобраны перед уборкой урожая. Математическая обработка полученных данных проводилась дисперсионным методом по Б. А. Доспехову.

Результаты и их обсуждение. Данные по наблюдениям продолжительности фаз роста и развития яровой мягкой и твердой пшеницы в 2018–2019 гг. приведены в таблице 1.

1. Влияние препаратов на продолжительность фаз роста и развития яровой мягкой и твердой пшеницы 1. The effect of bio products on the length of growing period of spring durum and bread wheat

Варианты опыта	Годы	Фенологические фазы развития мягкой пшеницы, дней				
		выход в трубку	колошение и цветение	молочная спелость	восковая спелость	полная спелость
Контроль	2018	39	56	74	90	104
	2019	35	52	71	87	110
	среднее	37	54	72,5	88,5	107
Микроудобрения	2018	39	54	71	85	97
	2019	34	50	70	81	104
	среднее	36,5	52	70,5	83	100,5
Фенологические фазы развития твердой пшеницы, дней						
Контроль	2018	41	58	76	94	110
	2019	38	54	72	96	120
	среднее	39,5	56	74	95	115
Микроудобрения	2018	41	58	73	90	102
	2019	38	53	70	94	115
	среднее	39,5	55,5	71,5	92	108,5

Из представленных данных видно, что продолжительность вегетации твердой пшеницы дольше, чем мягкой пшеницы, в среднем на 8 дней (за 2 года исследований).

Климатические условия испытываемых лет влияли и на продолжительность фаз вегетации: наиболее короткая вегетация наблюдалась в условиях 2018 г. В августе 2019 г. обильные осадки в сочетании с низ-

кой температурой значительно удлинители сроки созревания культур в среднем на 7 и 13 дней по сравнению с 2018 г. Применение микроудобрений в среднем за два года ускорило прохождение этапов органогенеза растениями яровой мягкой и твердой пшеницы на 6,5 дня по сравнению с контрольным вариантом.

Данные элементов структуры урожая яровой мягкой пшеницы представлены в таблице 2.

2. Влияние препаратов на биометрию и элементы структуры урожая яровой мягкой пшеницы в среднем за 2018–2019 гг.

2. The effect of bio products on biometrics and yield structure elements of spring bread wheat, average in 2018–2019

Вариант	Высота растений, см	Кустиность		Главный колос			Масса 1000 зерен, г
		общая	продукт.	длина, см	количество зерен, шт.	масса зерна в колосе, г	
Контроль (без обработки)	84,1	1,2	1,1	6,2	14,9	0,56	36,1
Микроудобрения	96,6	1,2	1,2	6,6	21,0	0,79	35,6
НСР ₀₅	6,2	0,1	0,1	0,2	3,4	0,1	0,8

Полученные данные свидетельствуют, что при применении микроудобрений высота растений достоверно превышает контрольный вариант на 12,5 см. В наших исследованиях показатель общей и продуктивной кустиности составляет 1,2 и 1,1 соответственно. По вариантам опыта достоверного изменения показателя кущения не отмечено.

Исследованиями установлено, что при применении микроудобрений существенно увеличилась дли-

на главного колоса на 0,4 см, что привело к формированию большего количества зерна с колоса (на 6,1 шт.) и повлияло на увеличение массы зерна с колоса на 0,23 г по сравнению с контрольным вариантом. Масса 1000 зерен в вариантах опыта оказалась в пределах ошибки полевого опыта.

Данные биометрических и структурных показателей растений яровой твердой пшеницы представлены в таблице 3.

3. Влияние препаратов на биометрию и элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в среднем за 2018–2019 гг.

3. The effect of bio products on biometrics and yield structure elements of spring durum wheat, average in 2018–2019

Вариант	Высота растений, см	Кустиность		Главный колос			Масса 1000 зерен, г
		общая	продукт.	длина, см	количество зерен, шт.	масса зерна в колосе, г	
Контроль (без обработки)	74,4	1,5	1,5	5,60	22,4	0,89	37,84
Микроудобрения	99,5	1,5	1,4	6,57	32,2	1,24	45,12
НСР ₀₅	8,3	0,1	0,1	0,4	4,3	0,23	3,7

Посевы, обработанные микроудобрениями, отличаются более интенсивным ростом растений, высота их превысила контрольный вариант в среднем на 25,1 см; показатели кустистости не зависели от внесения препарата. По показателям длины главного колоса, числа зерен в нем и массе зерна с колоса обработанные препаратом растения пшеницы достоверно превышали контрольный вариант. Масса 1000 зерен обработанных препаратом растений твердой пшеницы существенно превышала контрольный вариант на 7,28 г.

Урожайные данные яровой пшеницы в опытах представлены на рисунке. Анализ научных данных свидетельствует, что применение микроудобрений в среднем за два года способствовало повышению урожайности зерновых культур. Урожайность яровой мягкой пшеницы в варианте с микроудобрениями превысила контрольный вариант на 0,89 т/га (26,3%) и составила 4,27 т/га, а яровой твердой пшеницы – на 0,93 т/га (28,6%) и составила соответственно 4,18 т/га.

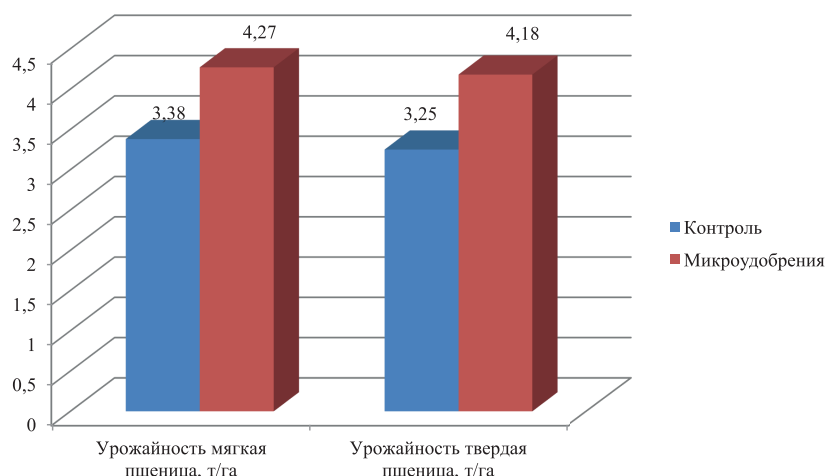


Рис. 1. Урожайность яровой пшеницы в среднем за 2018–2019 гг.

Fig. 1. Spring wheat productivity average in 2018–2019

Результаты анализа качественных показателей зерна в среднем за 2 года представлены в таблице 4.

При биохимическом анализе влажность зерна яровой мягкой и твердой пшеницы составляла соответственно 9,3 и 10,4%, содержание сухого вещества – 90,7 и 89,6%.

Применение препаратов на яровой мягкой и твердой пшенице способствовало увеличению содержания клейковины на 7,2 и 7% соответственно. Показатель индекса деформации клейковины (ИДК) мягкой пшеницы в варианте с применением микроудобрений составил 52,6 ед., что относит ее к 1-й группе по качеству муки – «хорошая», а в контрольном ва-

рианте она относится к удовлетворительно крепкой с уровнем индекса деформации от 20 до 40 единиц. Такая же тенденция с ИДК наблюдается и в опытах с твердой пшеницей: применение препаратов позволило получить зерно с наилучшим показателем клейковины, соответствующим 1-й группе по качеству муки.

В зерне пшеницы наибольшая доля золы приходится на оксиды фосфора, калия и магния (свыше 85%). В контрольном варианте мягкой пшеницы содержание золы оказалось выше обработанного препаратом варианта.

4. Влияние препаратов на качество яровой мягкой и твердой пшеницы 4. The effect of bio products on quality of spring durum and bread wheat

Показатели	Ед. измерения	Мягкая пшеница		Твердая пшеница	
		контроль	микроудобрения	контроль	микроудобрения
Клейковина	%	18,0	25,2	23,3	30,3
ИДК	ед.	92,8	52,6	38,2	67,2
Зольность	%	1,85	1,33	1,71	1,77
Массовая доля сырого жира в пересчете на а. с. в.	%	1,89	2,13	1,63	1,61
Массовая доля влаги	%	9,3	9,6	9,3	10,4

Содержание сырого жира в зернах яровой пшеницы при применении препаратов повысилось на мягкой пшенице на 0,24% по сравнению с контролем, на твердой пшенице осталось неизменным.

Выводы. Таким образом, по результатам двухлетних исследований можно сделать следующие выводы:

1. На светло-серых лесных почвах северной сельскохозяйственной зоны Чувашской Республики возможно производство яровой твердой пшеницы.

2. Применение препаратов Bloom & Grow и Immune System при возделывании сортов яровой мягкой и твердой пшеницы способствует сокращению вегетационного периода, улучшению биометрических и структурных показателей урожая, увеличению урожайности зерна.

3. Препараты Bloom & Grow и Immune System способствовали улучшению качества зерна яровой мягкой и яровой твердой пшеницы.

Библиографические ссылки

1. Васильев О. А., Ложкин А. Г., Зайцева Н. Н. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на урожайность и химический состав ячменя // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1(8). С. 5–10.
2. Дмитриев В. Л., Шашкаров Л. Г. К вопросу об организации севооборота, посева семян и ухода за растениями конопли и других культур // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: мат. междунар. науч.-практ. конференции. Чебоксары, 2015. С. 90–96.
3. Дмитриев В. Л., Шашкаров Л. Г., Деметьев Д. А., Гурьев А. А. Урожайность конопли в зависимости от агротехнических приемов возделывания // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. № 4(42). С. 29–34.
4. Ильина Т. А., Ильин А. Н., Васильев О. А. Влияние технологий обработки на запасы влаги в серой лесной почве Чувашии // Вестник Казанского аграрного университета. 2017. № 4(46). С. 8–11.
5. Коршунова Л. В., Ложкин А. Г. ОСВ – источник макро- и микроэлементов // Агрохимический вестник. 2007. № 5. С. 37–38.
6. Ложкин А. Г., Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Яровая твердая пшеница в условиях лесостепной зоны Чувашской Республики // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4 (58). С. 59–62.
7. Lozhkin A. G., Makushev A. E., Pushkarenko N. N., Kornilova L. M., Stepanova V. V., Fedorova O. N. Revival of hop-production in the chuvash republic: Problems, challenges and opportunities // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 – Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth 30. 2017. Pp. 5295–5299.

References

1. Vasil'ev O. A., Lozhkin A. G., Zajceva N. N. Vliyanie nekornevoj podkormki mikroudobreniyami na urozhajnost' i himicheskij sostav yachmenya [The effect of foliar micronutrient fertilization on the productivity and chemical composition of barley] // Vestnik Chuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 1(8). S. 5–10.
2. Dimitriev V. L., Shashkarov L. G. K voprosu ob organizacii sevooborota, poseva semyan i uhoda za rasteniyami konopli i drugih kul'tur [On the organization of crop rotation, seeds sowing and caring for cultured hemp and other crops] // Prodovol'stvennaya bezopasnost' i ustojchivoe razvitie APK: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Cheboksary, 2015. S. 90–96.
3. Dimitriev V. L., Shashkarov L. G., Dement'ev D. A., Gur'ev A. A. Urozhajnost' konopli v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyomov vozdel'vaniya [Cultured hemp productivity depending on the agro-technical cultivation methods] // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 4(42). S. 29–34.
4. Il'ina T. A., Il'in A. N., Vasil'ev O. A. Vliyanie tekhnologij obrabotki na zapasy vlagi v seroj lesnoj pochve Chuvashii [The influence of processing technologies on moisture reserves in the gray forest soil of Chuvashia], // Vestnik Kazanskogo agrarnogo universiteta. 2017. № 4(46). S. 8–11.
5. Korshunova L. V., Lozhkin A. G. OSV – istochnik makro- i mikroelementov [OSV is a source of macro- and microelements] // Agrohimičeskij vestnik. 2007. № 5. S. 37–38.
6. Lozhkin A. G., Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G. Yarovaya tverdaya pshenica v usloviyah lesostepnoj zony Chuvashskoj Respubliki [Spring durum wheat in the forest-steppe zone of the Chuvash Republic] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 59–62.
7. Lozhkin A. G., Makushev A. E., Pushkarenko N. N., Kornilova L. M., Stepanova V. V., Fedorova O. N. Revival of hop-production in the chuvash republic: Problems, challenges and opportunities // Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 – Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth 30. 2017. Pp. 5295–5299.

Поступила: 11.11.19; принята к публикации: 04.02.20.

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. Ложкин А. Г. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Васильев О. А., Дмитриев В. Л. – выполнение лабораторных опытов, анализ данных и их интерпретация; Крамаренко А. В. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.174:633.282:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-44-48

ДОСТИЖЕНИЯ В СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ ПО СОЗДАНИЮ СОРТОВ И ГИБРИДОВ СОРГО В «АНЦ «ДОНСКОЙ»

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Сорго – одна из наиболее важных культур во всех засушливых тропических и субтропических регионах Африки, Азии и Центральной Америки. В РФ площадь посева сорго в период с 1999 по 2018 г. существенно варьировала по годам (от 8,7 до 228,6 тыс. га). Основная доля (93–98%) посевной площади сорго в России расположена в Приволжском и Южном федеральных округах. В Южном федеральном округе выделяется Ростовская область, на которую приходится до 46–69% посевов сорго в регионе (Ковтунов, 2018). Наиболее эффективными способами повышения урожайности и качества продукции являются создание и внедрение в сельскохозяйственное производство новых сортов, приспособленных к почвенно-климатическим условиям выращивания. В ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» созданы белозерные сорта сорго зернового Великан, Зерноградское 88 и Атаман, формирующие урожайность зерна 5,41–5,85 т/га, предназначенные для использования не только на кормовые, но и на пищевые цели (крахмал, спирт). Сорта сорго сахарного Лиственит, Южное и Феникс с урожайностью зеленой массы на силос 38–46 т/га предназначены для использования на зеленый корм и силос и отличаются интенсивным начальным ростом, устойчивостью к полеганию, засухоустойчивостью, устойчивостью к поражению пыльной головней, бактериозом, к повреждению злаковой тлей. Сорта суданской травы селекции «АНЦ «Донской» Анастасия, Алиса, Грация отличаются высокой интенсивностью начального роста и послеуборочного отрастания, среднеспелые, засухоустойчивые, с высокой урожайностью зеленой массы (41–44 т/га) и сухого вещества (8,3–8,6 т/га). Созданы и проходят конкурсное испытание ряд перспективных сорго-суданских гибридов с урожайностью зеленой массы в сумме за два укоса 62–77 т/га и сухого вещества – 11,4–16,6 т/га.

Ключевые слова: сорго, суданская трава, сорт, гибрид, урожайность, зерно, зеленая масса.

Для цитирования: Алабушев А. В. Достижения в селекционной работе по созданию сортов и гибридов сорго в «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 44–48. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-44-48.



THE ACHIEVEMENTS IN THE SORGHUM VARIETIES AND HYBRIDS' BREEDING IN THE ARC "DONSKOY"

A. V. Alabushev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, director,
ORCID ID: 0000-0001-5675-1021

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

Sorghum is one of the most important crops in all arid tropical and subtropical regions of Africa, Asia, and Central America. In the Russian Federation, the sowing area of sorghum varied from 8.7 to 228.6 thousand ha throughout about 20 years (1999–2018). The main share (93–98%) of the sowing area of sorghum in Russia is located in the Pre-Volga region and the Southern Federal District. The Rostov Region as a part of the Southern Federal District accounts for up to 46–69% of sorghum crops (Kovtunov, 2018). The most effective way to increase productivity and product quality is to create new varieties adapted to the soil and climatic conditions of cultivation and introduce them into agricultural production. The FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" developed the white-kernelled sorghum varieties "Velikan", "Zernogradskoye 88" and "Ataman" with 5.41–5.85 t/ha of productivity not only for fodder, but also for food (starch, alcohol). The sweet sorghum varieties "Listvenit", "Yuzhnoye" and "Feniks" with green mass productivity of 38–46 t/ha are intended for use on green fodder and silage and are characterized by intensive initial growth, lodging resistance, drought resistance, resistance to dust smut, bacteriosis and to cereal aphids. The Sudan grass varieties "Anastasiya", "Alisa" and "Gratsiaya" developed in the Agricultural Research Center "Donskoy" are characterized by the intensive initial growth and regrowth. They are middle-ripening, drought tolerant, highly productive with 41–44 t/ha of green mass and 8.3–8.6 t/ha of dry matter. There have been developed and are being tested the promising sorghum-Sudan hybrids with 62–77 t/ha of green mass and 11.4–16.6 t/ha of dry matter obtained in mowing the aftermath.

Keywords: sorghum, Sudan grass, hybrid, productivity, grain, green mass.

Введение. Сорго – одна из наиболее важных культур во всех засушливых тропических и субтропических регионах Африки, Азии и Центральной Америки. Учитывая устойчивость к высоким температурам и засухе, сорго является ключевой культурой в обеспечении продовольственной безопасности для населения в этих регионах. Более 35% выращивается непосредственно для потребления человеком в пищу (в Азии и Африке используется в основном в качестве про-

довольственной культуры), остальное используется в качестве корма для сельскохозяйственных животных, сырья для производства алкоголя и других продуктов переработки (Awika and Rooney, 2004).

В мировом земледелии за последние 20 лет (1997–2016 гг.) посевная площадь сорго составила 39–46 млн га. В Российской Федерации площадь посева сорго в период с 1999 по 2018 г. существенно варьировала по годам (от 8,7 до 228,6 тыс. га) (рис. 1).

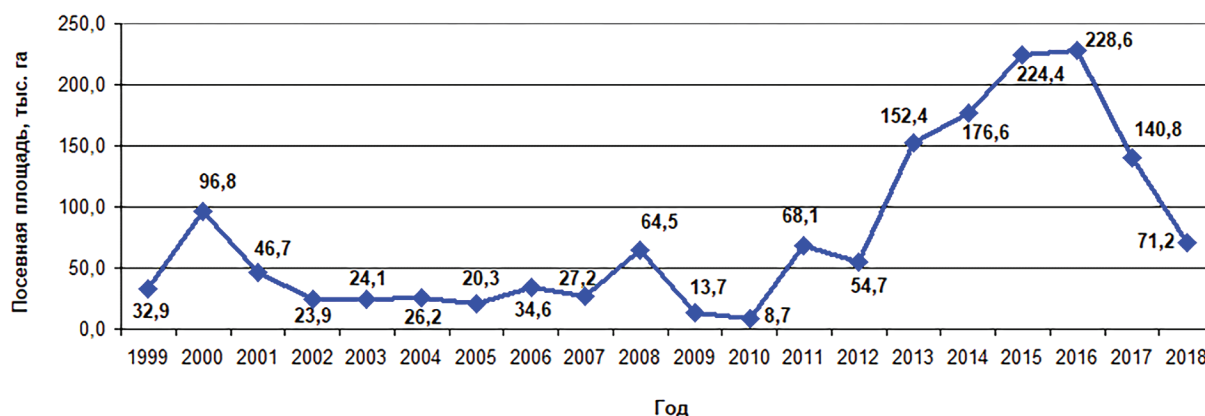


Рис. 1. Посевная площадь сорго зернового в России (1999–2018 гг.)

Fig. 1. Sown area of grain sorghum in Russia (1999–2018)

Основная доля (93–98%) посевной площади сорго в России расположена в Приволжском и Южном федеральных округах. В Южном федеральном округе выделяется Ростовская область, на которую приходится до 46–69% посевов сорго в регионе (Ковтунов, 2018).

По народно-хозяйственному использованию выделяют три основных вида сорго: зерновое (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), сахарное (*Sorghum sahharatum* (L.) Pers.) и травянистое (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). Зерно сорго зернового используют для приготовления комбикормов и концентрированного корма; сорго сахарное – для приготовления одновидового или комбинированного силоса, а зеленую массу сорго травянистого (суданская трава и сорго-суданковые гибриды) – для получения зеленого корма, сена, сенажа.

Фенотипически эти виды сорго значительно различаются. Сорго зерновое отличается низкорослостью, крупнозерностью, хорошей вымолачиваемостью зерна. Сахарное сорго имеет мощные высокорослые растения с крупными листьями, пленчатым зерном, сочным стеблем, в соке которого находится высокое содержание сахаров. Растения сорго травянистого – высокорослые, тонкостебельные, кустистые, с длинной хорошо продуваемой метелкой, пленчатым мелким зерном, могут быть как сочностебельными, так

и сухостебельными (используются исключительно для получения сена), характеризуются хорошей отращаемостью, что позволяет получать 2–3 укоса зеленой массы (Ковтунова и Ковтунов, 2018).

В связи с различными направлениями использования и биологическими отличиями направления селекционной работы с разными видами сорго имеют свои особенности. Основной задачей селекции любой культуры является повышение урожайности и качества продукции. Наиболее эффективными способами достижения этих задач являются создание и внедрение в сельскохозяйственное производство новых сортов, приспособленных к почвенно-климатическим условиям выращивания.

В ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» селекционная работа по сорго зерновому направлена на создание раннеспелых высокоурожайных, а также с высоким качеством зерна и приспособленных к механизированной уборке сортов (Ковтунов и др., 2018). В период с 2012 по 2018 г. в научном центре созданы и успешно прошли государственное сортоиспытание белозерные сорта сорго зернового Великан (2012 г.), Зерноградское 88 (2013 г.) и Атаман (2018 г.), формирующие урожайность зерна на уровне 5,41–5,85 т/га, что существенно превышает ранее созданный сорт Хазине 28 (4,96 т/га) на 0,45–0,89 т/га (табл. 1).

1. Морфо-биологическая и биохимическая характеристика новых сортов сорго зернового (2016–2018 гг.)

1. Morphological, biological and biochemical characteristics of the new grain sorghum varieties (2016–2018)

Сорт	Окраска зерновки	Период вегетации «всходы – полная спелость зерна», дней	Высота растений, см	Урожайность зерна, т/га	Содержание в зерне, %		
					белка	крахмала	танина
Хазине 28, ст.	Белая	99	120	4,96	11,7	74,9	0,98
Великан	Белая	97	130	5,41	12,4	74,7	0,46
Зерноградское 88	Белая	95	100	5,53	11,9	75,8	0,41
Атаман	Белая	96	125	5,85	12,0	76,1	0,12
НСР ₀₅	–	–	–	0,34	–	–	–

Созданные сорта сорго зернового созревают за 95–97 дней, что на 2–4 дня раньше Хазине 28. Это позволяет выращивать новые сорта без досушки зерна. Высота растений у созданных сортов находится на уровне сорта Хазине 28 и не превышает 130 см, а у сорта сорго зернового Зерноградское 88–100 см. Новые сорта обладают высоким качеством зерна. Содержание белка в зерне составляет 11,9–12,4%, а содержание крахмала достигает 76,1%. Кроме того, в результате целенаправленной селекции уда-

лось снизить содержание танина в зерне до 0,12%. Причем, согласно классификатору СЭВ, содержание танина менее 1% считается низким.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию стрессоустойчивых сортов сорго. В лаборатории физиологической оценки растений проводится изучение новых перспективных сортов зернового сорго на холодостойкость. Выделены линии сорго зернового Лазурит 601/16, ЗСК 427/10, ЗСК 600/15, ЗСК 444/16 и др., обладающие высокой холодостойкостью.

Селекционная работа по сорго сахарному направлена на создание сортов раннеспелых, сочностебельных, среднерослых, высокоурожайных, с высоким качеством зеленой массы на силос (Алабушев и др., 2019). С 2012 г. внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию по Северо-Кавказскому региону сорт Лиственит. В 2018 г. переданы на государственное испытание сорта сорго сахарного Южное и Феникс. Они отличаются интенсивным начальным ростом, устойчивостью к полеганию, засухоустойчивостью, повышенной облиственностью (35–40%), высокой урожайностью

(38–46 т/га), качеством зеленой массы на силос, устойчивостью к поражению пыльной головней, бактериозом, к повреждению злаковой тлей. Рекомендуются для использования на зеленый корм и силос.

Новый сорт Южное относится к раннеспелой группе созревания и созревает на 105–110 день после всходов, превосходя стандарт Зерноградский янтарь по урожайности зеленой массы на 4 т/га. Сорта Лиственит и Феникс принадлежат к среднеспелой группе созревания (вегетационный период – 115–123 дня), их урожайность составляет 44–46 т/га, что выше стандарта на 10–12 т/га (табл. 2).

2. Морфо-биологическая характеристика сортов сорго сахарного (2016–2018 гг.) 2. Morphological and biological characteristics of the sweet sorghum varieties (2016–2018)

Сорт	Вегетационный период, дней	Высота растений, см	Количество листьев, шт.	Содержание сахаров, %	Урожайность, т/га		Сбор переваримого протеина, т/га
					зеленой массы	сухого вещества	
Зерноградский янтарь, ст.	113	171	9	12,6	34	11,2	0,63
Лиственит	123	214	12	9,7	46	14,3	0,79
Южное	108	199	9	14,6	38	12,4	0,78
Феникс	115	203	11	10,6	44	14,1	0,91
НСР ₀₅	–	–	–	–	3,7	2,1	0,19

Сорго сахарное может служить сырьем для производства пива, сиропа и сока, так как в его соке помимо сахарозы содержатся глюкоза и растворимый крахмал, препятствующие кристаллизации сахара. Поэтому из сока сорго получают не сахар, а сорговый мед («жидкий сахар») и патоку. Для сортов силосного направления содержание сахара не должно быть высоким, в пределах 8–12%; для сортов, предназначенных на переработку на спирт, сироп, – более 14% (Ковтунова и Ковтунов, 2016). Для этих целей наиболее подходит сорт Южное, из зеленой массы которого при содержании сахаров в соке стеблей 14,6% и урожайности 38 т/га возможно получение 2,90 т/га «жидкого» сахара.

Селекция суданской травы ведется по следующим направлениям: интенсивность начального роста и послеукосного отрастания; скороспелость (продолжительность периода «всходы – выметывание» – до 40 дней); среднерослость (до 2 м) и выравненность главного стебля и подгонов; повышенная кустистость

и облиственность; тонкостебельность; высокое качество и урожайность зеленой массы (Шишова и др., 2018). С 2010 г. включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ сорта суданской травы Анастасия (2010 г., допущен к использованию по Северо-Кавказскому региону) и Алиса (2018 г., допущен к использованию по Центрально-Черноземному, Нижневолжскому и Северо-Кавказскому регионам РФ). Проходит государственное сортоиспытание с 2018 г. сорт Грация. Сорта отличаются высокой интенсивностью начального роста и послеукосного отрастания, засухоустойчивые, с высокой урожайностью и качеством зеленой массы, предназначены для использования на зеленый корм.

Указанные сорта, имея продолжительность периода «всходы – 1-й укос» на уровне стандарта (56–58 дней), позволяют получать семена на 85–88 день после всходов и значительно превосходят сорт Александрина по урожайности зеленой массы на 3–6 т/га и сухого вещества – на 0,6–0,9 т/га (табл. 3).

3. Морфо-биологическая и биохимическая характеристика новых сортов суданской травы (2016–2018 гг.)

3. Morphological, biological and biochemical characteristics of the new Sudan grass varieties (2016–2018)

Сорт	Продолжительность периода, дней		Кустистость, стебель/растение	Урожайность за 2 укоса, т/га		Сбор переваримого протеина, т/га
	«всходы – выметывание»	«всходы – полная спелость»		зеленой массы	сухого вещества	
Александрина, ст.	61	92	2,3	38	7,7	0,63
Анастасия	56	85	2,0	41	8,3	0,65
Алиса	58	88	3,5	44	8,6	0,64
Грация	58	87	3,9	42	8,6	0,68
НСР ₀₅	–	–	–	2,6	0,45	0,08

При скрещивании высокоурожайных сортов суданской травы с ЦМС-линиями сорго зернового и сахарного получают высокогетерозисные сорго-суданковые гибриды, превосходящие родительские формы по урожайности зеленой массы в 1,5 раза и более. Фенотипически (по форме куста, высоте, кустистости) они сходны с суданской травой, но растения гораздо мощнее, стебель толще, листья крупнее (Ковтунова и Шишова, 2013; Болдырева и Луговская, 2017). Исследования с целью создания новых сорго-суданковых гибридов с высокими эффектами гете-

розиса по урожайности зеленой массы и сухого вещества с последующим их внедрением в производство являются актуальным направлением селекции сорго (Шишова и др., 2019). В Государственном реестре селекционных достижений РФ находится сорго-суданковый гибрид Густолистный селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», допущенный к использованию по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам РФ. Он отличается высокой интенсивностью начального роста и послеукосного отрастания, засухоустойчивостью, высокой урожайностью и качеством зеленой мас-

сы. Созданы и проходят конкурсное испытание ряд перспективных сорго-суданковых гибридов (табл. 4). Они относятся к среднеспелой группе созревания (продолжительность периода «всходы – выметыва-

ние» – 62–67 дней) с урожайностью зеленой массы в сумме за 2 укоса 62–77 т/га и сухого вещества – 11,6–16,6 т/га, что выше, чем у стандарта, на 5–10 и 0,2–5,0 т/га соответственно.

4. Морфо-биологическая характеристика новых сорго-суданковых гибридов (2016–2018 гг.) 4. Morphological and biological characteristics of the new sorghum-Sudan hybrids (2016–2018)

Гибрид	Период, дней		Кустистость, стеблей/растение	Урожайность за 2 укоса, т/га		Сбор переваримого протеина, т/га
	«всходы – 1-й укос»	«1-й укос – 2-й укос»		зеленой массы	сухого вещества	
Густолистный, ст.	67	38	2,1	57	11,6	1,00
АПВ-1115 х Светлопленчатая 1	64	34	1,8	63	11,8	0,92
АПВ-1115 х Алиса	62	39	1,8	77	16,6	1,42
Зерста 38 х Светлопленчатая 1	67	40	2,3	67	13,3	1,14
Зерста 38 х Чернопленчатая 11	63	41	2,3	76	16,3	1,15
Зерста 38 х Чернопленчатая 10	67	38	1,8	62	15,8	1,00
Зерста 90 х Грация	63	38	3,3	63	11,8	1,10
НСР ₀₅	–	–	–	4,3	1,6	0,10

Исследования подтверждают высокую ценность сорго-суданковых гибридов в зеленом конвейере, которые позволяют получать 2–3 укоса высококачественной зеленой массы с урожайностью до 80 т/га даже в самых неблагоприятных условиях возделывания.

Выводы. В ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» созданы белозерные сорта сорго зернового Великан, Зерноградское 88 и Атаман с урожайностью зерна 5,41–5,85 т/га, предназначенные для использования не только на кормовые цели, но и на пищевые цели (крахмал, спирт); сорта со-

рого сахарного Лиственит, Южное и Феникс с урожайностью зеленой массы 38–46 т/га – для использования на зеленый корм и силос. Сорта суданской травы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Анастасия, Алиса, Грация отличаются высокой интенсивностью начального роста и послеукосного отрастания, среднеспелые, засухоустойчивые, с высокой урожайностью зеленой массы (41–44 т/га) и сухого вещества (8,3–8,6 т/га). Созданы и проходят конкурсное испытание ряд перспективных сорго-суданковых гибридов с урожайностью зеленой массы в сумме за 2 укоса 62–77 т/га и сухого вещества – 11,4–16,6 т/га.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Романюкин А. Е., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Ковтунов В. В. Использование многокритериальной оценки в селекции сахарного сорго // Земледелие. 2019. № 2. С. 39–41. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10211.
2. Болдырева Л. Л., Луговская А. А. Суданская трава и сорго-суданковые гибриды как источник исходного материала для селекции // Труды КубГАУ. 2017. № 66. С. 41–45.
3. Даниленко Ю. П., Зибаров А. А., Володин А. Б. Сахарное сорго и сорго-суданковые гибриды в Нижнем Поволжье // Земледелие. 2013. № 2. С. 33–34.
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru>.
5. Ковтунов В. В. Посевная площадь и урожайность сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3. С. 47–49.
6. Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Игнатъева Н. Г. Селекция белозерных сортов сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 17–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-17-20.
7. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 49–52. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-49-52.
8. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Использование сорго и основные направления селекционной работы во ВНИИЗК им. И. Г. Калининко // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 3(7). С. 60–70.
9. Ковтунова Н. А., Шишова Е. А. Сорго-суданковые гибриды селекции ВНИИЗК // Зерновое хозяйство России. 2013. № 3. С. 38–41.
10. Шишова Е. А., Ковтунова Н. А., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М., Горпиниченко С. И. Источники ценных признаков суданской травы и их использование в селекционном процессе // Наука Кубани. 2018. № 2. С. 70–75.
11. Шишова Е. А., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Романюкин А. Е. Создание и хозяйственно-биологическая характеристика сорго-суданковых гибридов // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2. С. 27–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-27-31.
12. Awika J. M., Rooney L. W. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health // Phytochemistry. 2004. Vol. 65. Pp. 1199–1221.

References

1. Alabushev A. V., Romanyukin A. E., Kovtunova N. A., Shishova E. A., Kovtunov V. V. Ispol'zovanie mnogokriterial'noj ocenki v selekcii saharnogo sorgo [The use of multicriteria assessment in sweet sorghum breeding] // Zemledelie. 2019. № 2. S. 39–41. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10211.
2. Boldyreva L. L., Lugovskaya A. A. Sudanskaya trava i sorgo-sudankovye gibridy kak istochnik iskhodnogo materiala dlya selekcii [Sudan grass and sorghum-Sudan hybrids as a source of initial material for breeding] // Trudy KubGAU. 2017. № 66. S. 41–45.
3. Danilenko Yu. P., Zibarov A. A., Volodin A. B. Saharnoe sorgo i sorgo-sudankovye gibridy v Nizhnem Povolzh'e [Sweet sorghum and sorghum-Sudan hybrids in the Nizhnee Povolzhie] // Zemledelie. 2013. № 2. S. 33–34.

4. Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema [The Unified Interdepartmental Information and Statistical System] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.fedstat.ru>.
5. Kovtunov V. V. Posevnaya ploshchad' i urozhajnost' sorgo zernovogo [Sown area and productivity of grain sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3. S. 47–49.
6. Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Lushpina O. A., Suhenko N. N., Ignat'eva N. G. Selekcija belozernyh sortov sorgo zernovogo [Breeding of the white-grain sorghum varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 17–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-17-20.
7. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Bioraznoobrazie sorgo [Biodiversity of sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59) S. 49–52. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-49-52.
8. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Ispol'zovanie sorgo i osnovnye napravleniya selekcionnoj raboty vo VNIIZK im. I. G. Kalinenko [The use of sorghum and the main directions of breeding work in the ARIGC named after I. G. Kalinenko] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2016. № 3(7). S. 60–70.
9. Kovtunova N. A., Shishova E. A. Sorgo-sudankovyje gibridy selekcii VNIIZK [Sorghum-Sudan hybrid developed by the ARIGC named after I. G. Kalinenko] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2013. № 3. S. 38–41.
10. Shishova E. A., Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Ermolina G. M., Gorpinichenko S. I. Istochniki cennyh priznakov sudanskoj travy i ih ispol'zovanie v selekcionnom processe [Sources of valuable traits of Sudan grass and their use in the breeding process] // Nauka Kubani. 2018. № 2. S. 70–75.
11. Shishova E. A., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Romanyukin A. E. Sozdanie i hozyajstvenno-biologicheskaya harakteristika sorgo-sudankovyh gibridov [Development and economic and biological characteristics of sorghum-Sudan hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2. S. 27–31. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-27-31.
12. Awika J. M., Rooney L. W. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health // Phytochemistry. 2004. Vol. 65. Pp. 1199–1221.

Поступила: 26.07.19; принята к публикации: 17.08.19.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью права и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Алабушев А. В. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

УДК 633.174:631.527:575.222.2

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-49-53

ЭФФЕКТЫ ГЕТЕРОЗИСА У ГИБРИДОВ F_1 СОРГО НА ОСНОВЕ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ

О. П. Кибальник, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник отдела сорговых культур, kibalnik79@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1808-8974;

О. Б. Каменева, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии, kamenewa.olga2012@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1583-7711;

Е. А. Жук, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии, и. о. зам. директора по научной работе и международному сотрудничеству, e.a.zhuk@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6763-3724;

Т. В. Ларина, старший научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии, larinatv@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3845-6578;

Л. А. Орехова, младший научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии, liudmilaorekhova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9171-7888;

Ю. А. Калинин, научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии, Jurdos14051962@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6979-3318

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»,
410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, д. 4

В настоящее время создание высокопродуктивных гибридов сорго с высоким содержанием основных питательных компонентов зерна остается актуальным. В данной статье представлены результаты оценки эффектов истинного и гипотетического гетерозиса у гибридов первого поколения по содержанию в зерне протеина, жира и крахмала. В опыте проанализировали 54 комбинации, полученные на основе трех ЦМС-линий и 18 опылителей. Компоненты скрещиваний и их потомство выращивали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2015–2017 гг. в трехкратной повторности на делянках площадью 7,7 м² с густотой стояния растений 100 тыс. раст./га. Биохимический состав зерна определяли на инфракрасном анализаторе SpectraStarXT. Родительские компоненты и их потомство различались по биохимическому составу зерна, что подтверждается результатами дисперсионного анализа. Слабое варьирование показателя признака «содержание крахмала» наблюдалось у материнских и отцовских форм, гибридов F_1 ($V = 2,5\text{--}8,3\%$). Средняя вариабельность отмечена у исходных форм ($V = 7,9\text{--}14,6\%$) и слабая – у гибридов ($V = 9,1\text{--}10,8\%$) по количеству протеина. Более высокие значения коэффициента вариации выявлены по концентрации жира – $9,0\text{--}17,2\%$. Частота проявления истинного и гипотетического гетерозиса составила по содержанию протеина (у 31,5–62,9% и 44,4–79,6% гибридов соответственно), жира (у 20,4–57,4% и 20,4–75,9% гибридов), крахмала (у 16,6–33,3% и 16,6–44,4% гибридов). Целенаправленный подход в селекции на повышение биохимических компонентов зерна позволил выделить 9 комбинаций, характеризующихся ежегодным эффектом гетерозиса: по протеину – 4; жиру – 2; крахмалу – 3.

Ключевые слова: сорго, ЦМС, гибриды, гетерозис, зерно, протеин, крахмал, жир.

Для цитирования: Кибальник О. П., Каменева О. Б., Жук Е. А., Ларина Т. В., Орехова Л. А., Калинин Ю. А. Эффекты гетерозиса у гибридов F_1 сорго на основе цитоплазматической мужской стерильности // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 49–53. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-49-53.



THE EFFECTS OF HETEROSIS OF THE SORGHUM HYBRIDS F_1 BASED ON CYTOPLASMIC MALE STERILITY

O. P. Kibalnik, Candidate of Biological Sciences, main researcher of the department of sorghum crops, kibalnik79@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-1808-8974;

O. B. Kameneva, Candidate of Agricultural Sciences, main researcher of the department of biochemistry and biotechnology, kamenewa.olga2012@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1583-7711;

E. A. Zhuk, Candidate of Agricultural Sciences, main researcher of the department of biochemistry and biotechnology, acting deputy director on Sciences and International Cooperation, e.a.zhuk@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6763-3724;

T. V. Larina, senior researcher of the department of biochemistry and biotechnology, larinatv@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3845-6578;

L. A. Orekhova, junior researcher of the department of biochemistry and biotechnology, liudmilaorekhova@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9171-7888;

Yu. A. Kalinin, researcher of the department of biochemistry and biotechnology, Jurdos14051962@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6979-3318

Russian research and Project-Technological Institute of Sorghum and Maize "Rossorgo",
410050, Saratov, the 1st Institutsky proezd, 4

Currently, the development of highly productive sorghum hybrids with a high content of the main nutritional components in grain is of great relevance. The current paper has presented the estimation results of the effects of true and hypothetical heterosis on percentage of protein, oil and starch in grain of the first-generation hybrids. There have been analyzed 54 combinations obtained on the basis of three CMS-lines and 18 pollinators. The components of the hybrids and their progeny were grown on the FSBSI RosNIISK "Rossorgo" experimental plots of 7.7 m², in triple sequences with plant density of 100 thousand plants per ha. The biochemical composition of the grain was determined by the SpectraStarXT infrared analyzer. The parental components and their progeny differed in the biochemical composition of grain, which was confirmed by the analysis of variance. There was identified a slight variation of the

trait 'starch content' in maternal and paternal forms of the hybrids F_1 ($V = 2.5-8.3\%$). There was identified an average variability of protein percentage in the initial forms ($V = 7.9-14.6\%$) and a weak variability in hybrids ($V = 9.1-10.8\%$). There were identified larger values of variation of oil content ($9.0-17.2\%$). The manifestation frequency of true and hypothetical heterosis of protein percentage was identified in $31.5-62.9\%$ and $44.4-79.6\%$ of hybrids; of fat content was identified in $20.4-57.4\%$ and $20.4-75.9\%$ of hybrids; of starch content was identified in $16.6-33.3\%$ and $16.6-44.4\%$ of hybrids. A focused approach in breeding the varieties with the improved biochemical components of grain allowed us to identify 9 combinations characterized by the annual effect of heterosis in protein content (4 combinations), in raw oil accumulation (2 combinations) and in starch accumulation (3 combinations).

Keywords: sorghum, CMS, hybrids, heterosis, grain, protein, starch, oil.

Введение. Сорго – универсальная культура, предназначенная для использования в сельскохозяйственном производстве (животноводстве, кормопроизводстве, рыбоводстве), перерабатывающей и пищевой промышленности и т. д. (Чепрасова, 2011; Косарева и др., 2014; Метлина и др., 2016; Кибальник и др., 2019). Одним из направлений селекции является выведение гибридов для использования на зернофураж с улучшенным биохимическим составом зерна, характеризующим его полноценность, питательность и качество. Кроме того, сорго рассматривается как альтернативный источник сырья для получения крахмала. Для этой отрасли рекомендуются низкобелковые гибриды с высоким содержанием крахмала. Получение гибридных семян основано на использовании цитоплазматической мужской стерильности, способствующей проявлению эффекта гетерозиса по основным хозяйственным признакам, широко применяемой в практической селекции многих сельскохозяйственных культур, в том числе и сорго. Однако выявить комбинации с гетерозисом по комплексу необходимых признаков удается не всегда. В литературе отмечены немногочисленные сведения о проявлении гетерозиса по биохимическим компонентам зерна. В основном гибриды первого поколения характеризуются промежуточным количеством протеина, жира и крахмала по сравнению с родительскими формами (Кибальник и др., 2010; Ковтунов и др., 2014). Выделение гибридов F_1 на основе показателей истинного и гипотетического гетерозиса изучаемых признаков является актуальным.

Материалы и методы исследований. В схему скрещиваний включены три материнские линии (А3 Желтозерное 10, А4 Желтозерное 10, 9Е Желтозерное 10) и 18 отцовских форм (Перспективный 1, Старт, Меркурий, Огонек, Камелик, Топаз, Факел, Аванс, Азарт, Волжское 615, Гелеофор, Кремовое, Пищевое 614, Сармат, Восторг, Гарант, Пищевое 35, Л-КСИ 28/13) зернового сорго. Гибриды F_1 и родительские компоненты высевали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2015–2017 гг. широкоярым

способом с междурядьем 70 см. Площадь делянки – 7,7 м². Размещение делянок – рендомизированное. Повторность в опыте – трехкратная. Густоту стояния растений устанавливали вручную – 100 тыс. раст./га. Биохимический состав зерна определяли на инфракрасном анализаторе SpectraStarXT (у 30 гибридов в 2015 г. и 54 – в 2016–2017 гг.). Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с помощью пакета программ AGROS 2.09 методом дисперсионного однофакторного анализа и статистической выборки (Доспехов, 2011).

Гетерозис рассчитывали по следующим формулам (Гужов и др., 1999):

$$G_{\text{истинный}} = ((F_1 - P_n)/P_n) \cdot 100\%;$$

$$G_{\text{гипотетический}} = ((F_1 - P_{\text{ср}})/P_{\text{ср}}) \cdot 100\%,$$

где F_1 – показатель гибрида; P_n – показатель лучшей родительской формы; $P_{\text{ср}}$ – среднее значение родительских форм.

Для интерпретации экспериментальных данных по частоте проявления истинного и гипотетического гетерозиса выделены следующие интервалы варьирования: 1) <0; 2) 0–25%; 3) 25–50%; 4) 50–75%.

Метеоусловия за сезоны исследования были различными. В 2015 г. растения развивались при сильно выраженной недостаточной естественной влагообеспеченности; гидротермический коэффициент составил 0,41. В 2016–2017 гг. вегетация гибридов и родительских форм проходила в «засушливых» условиях (ГТК = 0,64–0,90).

Результаты и их обсуждение. Эффективность проявления гетерозиса зависит от включенных в схему скрещиваний родительских форм. Исходный материал и гибриды F_1 различались по содержанию биохимических компонентов зерна в зависимости от особенностей генотипа, что подтверждается результатами дисперсионного анализа: $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$ (табл. 1–2). У родительских форм установлено среднее варьирование по количеству сырого протеина (за исключением показателей 2015 г., $V = 11,1-14,6\%$) и жира ($V = 14,4-17,2\%$); слабое – по крахмалу ($V = 2,5-3,5\%$).

1. Характеристика родительских форм по основным биохимическим показателям зерна

1. Characteristics of parental forms according to the main biochemical indices of grain

Статистический показатель	Год	Содержание в зерне		
		сырого протеина	сырого жира	крахмала
Лимиты (min – max) ¹ , %	2015	11,28–15,85	3,08–5,82	67,40–75,14
	2016	8,21–13,56	3,11–4,98	70,61–79,38
	2017	9,06–14,16	2,08–4,78	70,82–79,20
Средняя и ее ошибка ($\bar{x} \pm Sx$), %	2015	13,56±0,25	4,33±0,17	71,68±0,41
	2016	10,62±0,34	3,91±0,12	76,43±0,48
	2017	11,18±0,27	3,54±0,13	74,13±0,57
Стандартное отклонение (S)	2015	1,08	0,73	1,79
	2016	1,56	0,56	2,20
	2017	1,25	0,61	2,60
Коэффициент вариации (V), %	2015	7,9	16,9	2,5
	2016	14,6	14,4	2,9
	2017	11,1	17,2	3,5
$F_{\text{факт.}}$	2015	10,3*	29,2*	4,9*
	2016	5,0*	21,4*	8,4*
	2017	25,3*	51,5*	12,6*

Примечание: ¹(min – max) – минимальное и максимальное значение признака; * $p \leq 0,05$.

Концентрация биохимических компонентов зерна у гибридов за 2015–2017 гг. варьировала в следующих пределах: сырой протеин – 7,90–14,75% ($V = 9,1–10,8\%$); сырой жир – 3,06–5,22% ($V = 9,0–13,7\%$); крахмал – 57,74–78,46% ($V = 3,3–8,3\%$).

2. Характеристика гибридов F_1 по биохимическим компонентам зерна 2. Characteristics of hybrids F_1 according to the biochemical components of grain

Статистический показатель	Год	Содержание в зерне		
		сырого протеина	сырого жира	крахмала
Лимиты (min – max) ¹ , %	2015	9,44–14,75	3,06–4,80	62,15–74,62
	2016	7,90–14,38	3,20–4,53	57,74–77,71
	2017	8,48–13,71	3,11–5,22	66,60–78,46
Средняя и ее ошибка ($\bar{x} \pm Sx$), %	2015	12,73 $\pm$ 0,25	3,93 $\pm$ 0,08	68,69 $\pm$ 0,59
	2016	12,05 $\pm$ 0,15	3,87 $\pm$ 0,05	68,03 $\pm$ 0,76
	2017	10,98 $\pm$ 0,15	4,07 $\pm$ 0,08	73,58 $\pm$ 0,33
Стандартное отклонение (S)	2015	1,37	0,43	3,21
	2016	1,10	0,35	5,62
	2017	1,07	0,56	2,41
Коэффициент вариации (V), %	2015	10,8	11,1	4,7
	2016	9,1	9,0	8,3
	2017	9,8	13,7	3,3
$F_{\text{факт.}}$	2015	8,62*	2,83*	2,71*
	2016	9,62*	4,20*	3,33*
	2017	5,33*	17,84*	2,35*

Примечание: ¹(min – max) – минимальное и максимальное значение признака; * $p \leq 0,05$.

При выведении гибрида фуражного направления использования необходимо улучшать основные питательные компоненты – протеин и жир. Проявление

гетерозиса по накоплению сырого протеина различалось в зависимости от года выращивания растений (табл. 3).

3. Частота проявления гетерозиса у гибридов F_1 3. Frequency of heterosis manifestation in hybrids F_1

Признак	Год	Количество гибридов с разной степенью гетерозиса						
		истинный			гипотетический			
		<0	0–25	25–50	<0	0–25	25–50	50–75
Сырой протеин	2015	29	1	–	4	26	–	–
	2016	20	28	6	11	34	9	–
	2017	37	17	–	30	23	1	–
Сырой жир	2015	19	11	–	19	10	1	–
	2016	32	21	1	22	31	1	–
	2017	23	25	6	13	30	8	3
Крахмал	2015	25	5	–	25	5	–	–
	2016	50	4	–	49	5	–	–
	2017	36	18	–	30	24	–	–

В 2015 г. превышение над лучшей родительской формой установлено в одной комбинации – А3 Желтозерное 10/Огонек (2,9%). Наибольшие значения в 2016 г. отмечены у 5 из 54 гибридов с опылителями Старт, Меркурий, Гелеофор, Кремовое, Пищевое 35 в скрещиваниях с 9Е Желтозерное 10 ($\Gamma_{\text{ист.}} = 28,1–39,8\%$). В 2017 г. положительными значениями гетерозиса ($\Gamma_{\text{ист.}} = 0,3–21,4\%$) отличались 17 гибридов. Ежегодно истинный гетерозис наблюдался у комбинаций А3 Желтозерное 10/Огонек, А3 и 9Е Желтозерное 10/Пищевое 35, А3 Желтозерное 10/Топаз, А4 Желтозерное 10/Факел (0,3–31,6%).

Преимущество над средним показателем родительских форм по количеству сырого протеина в 2017 г. установлено у 42,6% гибридов; в 2016 г. – 62,9%; в 2015 г. – 86,7% в диапазоне 0–25%. В отдельные годы высокий гетерозис установлен у гибридов на цитоплазме 9Е с опылителями Старт, Гелеофор, Кремовое, Пищевое 35, Аванс, Меркурий (28,0–44,3%) и на цитоплазме А3 с сортами Камелик, Пищевое 35, Л-КСИ 28/13 (30,1–36,8%). Ежегодное проявление гетерозиса у гибридов с сортом Пищевое 35 на всех ци-

топлазмах, А3 и А4 Желтозерное 10/Топаз, А4 и 9Е Желтозерное 10/Факел, А4 Желтозерное 10/Кремовое, 9Е Желтозерное 10/Сармат, 9Е Желтозерное 10/Гарант (0,4–40,1%).

Эффекты гетерозиса за 2016–2017 гг. исследований по накоплению протеина отмечены у 4 комбинаций (рис. 1).

По содержанию сырого жира в зерне проявление истинного гетерозиса в каждый год исследований было у 36,7–54,4% гибридов от их общего числа. Высокие показатели у А3 Желтозерное 10/Огонек в 2016 г. ($\Gamma_{\text{ист.}} = 35,2\%$) и у 6 комбинаций в 2017 г. ($\Gamma_{\text{ист.}} = 26,3–41,5\%$).

Наибольшее число гибридов (всего 41) с гипотетическим гетерозисом по содержанию сырого жира наблюдалось в 2017 г., из них у 30 – 0,2–23,8%; у 8 – 25,4–45,3%; у 3 – 58,2–73,1%. В 2016 г. 32 гибрида выделились преимущественным количеством жира в зерне по отношению к среднему показателю компонентов скрещиваний ($\Gamma_{\text{гип.}} = 0,3–36,9\%$). В 2015 г. гетерозис проявился у 11 гибридов в интервале 1,6–19,0%. За период 2016–2017 гг. исследований ис-

тинный и гипотетический гетерозис по накоплению жира выявлен у 8 комбинаций: АЗ Желтозерное 10/Старт, АЗ и А4 Желтозерное 10/Пищевое 614, А4 Желтозерное 10/Меркурий, А4 и 9Е Желтозерное 10/Факел, А4 Желтозерное 10/Кремовое, 9Е Желтозерное 10/Сар-

мат (3,4–37,7 и 4,7–63,6% соответственно). В течение 2015–2017 гг. превышение показателей только у двух гибридов над исходными компонентами скрещиваний представлено на рисунке 2.

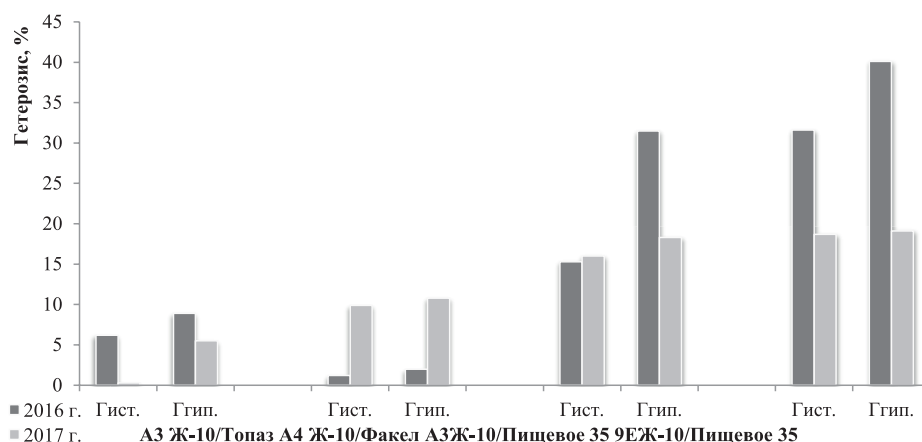


Рис. 1. Комбинации гибридов с эффектом гетерозиса по содержанию протеина (2016–2017 гг.)
Fig. 1. The combinations of hybrids with heterosis effect in protein content (2016–2017)

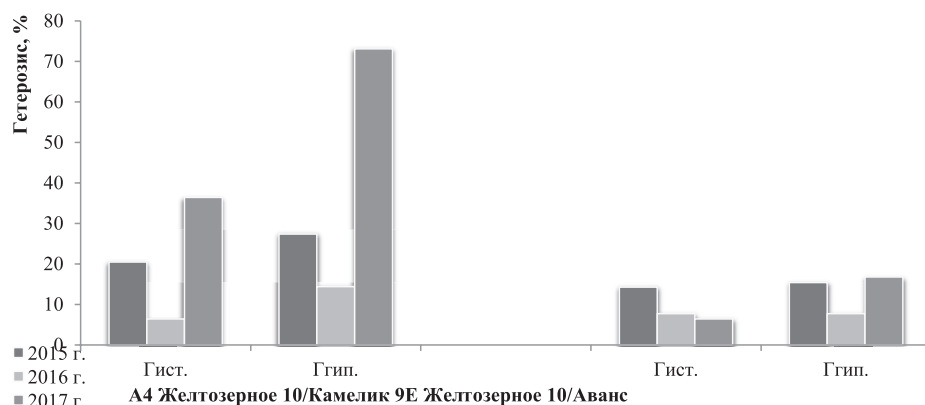


Рис. 2. Комбинации гибридов с эффектом гетерозиса по накоплению сырого жира (2015–2017 гг.)
Fig. 2. The combinations of hybrids with heterosis effect in raw oil accumulation (2015–2017)

Выведение гибридов с высоким содержанием крахмала – это отдельное направление селекции. В 2015 г. истинный гетерозис у 5 комбинаций составил 1,6–3,3%; в 2016 г. у 4 – 0,2–1,8% и в 2017 г. у 18 гибридов – 0,1–4,9%. Ежегодное преимущество над лучшей родительской линией наблюдалось у гибридов с сортом Азарт на цитоплазмах АЗ и А4 (1,3–3,1%); с сортом Перспективный 1 на цитоплазме А4 (1,8–3,3%).

Гипотетический гетерозис по содержанию крахмала у 44,4% гибридов выявлен в 2017 г., тогда как в 2016 г. – 9,3% и в 2015 г. – 16,7% от общего числа комбинаций. Ежегодное проявление гетерозиса также отмечено в зерне комбинаций АЗ и А4 Желтозерное 10/Азарт (1,3–3,1%), А4 Желтозерное 10/Перспективный 1 (2,3–4,6%) (рис. 3).

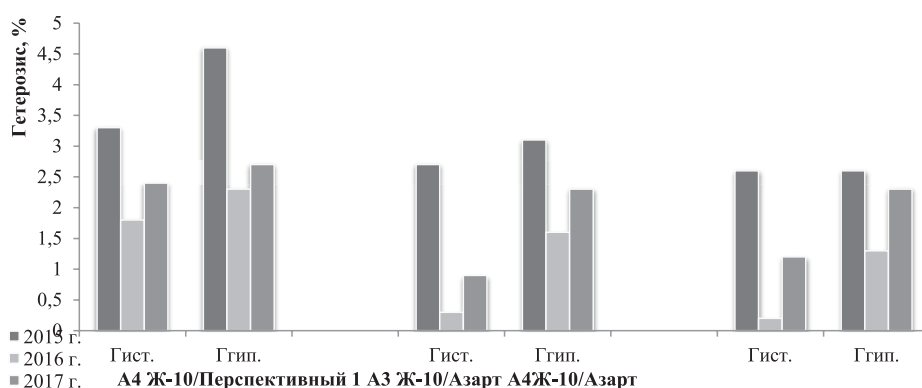


Рис. 3. Комбинации гибридов с эффектом гетерозиса по накоплению крахмала (2015–2017 гг.)
Fig. 3. The combinations of hybrids with heterosis effect in starch accumulation (2015–2017)

Выводы. Установлено слабое варьирование признака «содержание крахмала» у ЦМС-линий, опылителей и гибридов ($V = 2,5-8,3\%$). Средняя вариабельность признака «содержание протеина» отмечена у исходных форм ($V = 7,9-14,6\%$) и слабая – у гибридов ($V = 9,1-10,8\%$). Более высокие значения коэффициента вариации выявлены по количеству жира – $9,0-17,2\%$.

Наиболее частое проявление эффектов истинного и гипотетического гетерозиса наблюдалось по содержанию протеина (у $31,5-62,9$ и $44,4-79,6\%$ гибридов соответственно), жира (у $20,4-57,4$ и $20,4-75,9\%$ гибридов). Реже выявлен гетерозис по накоплению

крахмала: истинный – у $16,6-33,3\%$ гибридов, а гипотетический – у $16,6-44,4\%$ комбинаций от общего числа скрещиваний в 2015–2017 гг.

Целенаправленный подход к селекции на повышение биохимических компонентов зерна позволил выделить комбинации, характеризующиеся ежегодным эффектом гетерозиса: по протеину – АЗ Желтозерное 10/Топаз, А4 Желтозерное 10/Факел, АЗ и 9Е Желтозерное 10/Пищевое 35; по жиру – А4 Желтозерное 10/Камелик и 9Е Желтозерное 10/Аванс; по крахмалу – АЗ и А4 Желтозерное 10/Азарт, А4 Желтозерное 10/Перспективный 1.

Библиографические ссылки

1. Гужов Ю. Л., Фукс А., Валичек П. Селекция и семеноводство культивируемых растений. М., 1999. 536 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2011. 352 с.
3. Кибальник О. П., Ефремова И. Г., Семин Д. С., Горбунов В. С., Каменева О. Б., Старчак В. И., Куколева С. С. Оценка качества зерна и биомассы сорго с целью использования в кормопроизводстве // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4. С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-64-4-3-7.
4. Кибальник О. П., Бычкова В. В., Пешкова В. О., Эльконин Л. А. Питательная ценность зерна гибридов F_1 и родительских форм сорго // Актуальные проблемы животноводства, ветеринарной медицины, переработки с.-х. продукции и товароведение: мат. междунар. науч.-практ. конференции. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2010. С. 213–216.
5. Ковтунов В. В., Костылев П. И., Ковтунова Н. А. Закономерности наследования сырого белка в зерне гибридов F_1-F_2 сорго зернового // Аграрный вестник Урала. 2014. № 9(127). С. 9–13.
6. Косарева Н. А., Васильев А. А., Гоголкин А. А. Использование зернового сорго в индустриальном рыбодоводстве // Аграрный научный журнал. 2014. № 2. С. 15–18.
7. Метлина Г. В., Ковтунов В. В., Лушпина О. А., Васильченко С. А. Продуктивность и энергетическая эффективность возделывания сортов сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3. С. 54–57.
8. Чепрасова О. В. Повышение яичной продуктивности кур-несушек при использовании в рационах сорго и нута // Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 1(21). С. 139–143.

References

1. Guzhov Yu. L., Fuks A., Valichek P. Seleksiya i semenovodstvo kul'tiviruemykh rastenii [Breeding process and seed production of cultivated plants]. M., 1999, 536 s.
2. Dosphehov 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)]. M., 2011. 352 s.
3. Kibalnik O. P., Efremova I. G., Semin D. S., Gorbunov V. S., Kameneva O. B., Starchak V. I., Kukoleva S. S. Otsenka kachestva zerna i biomassy sorgo s tsel'yu ispol'zovaniya v kormoproizvodstve [Estimation of the sorghum grain and biomass quality for use in feed production] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 4. S. 3–7.
4. Kibalnik O. P., Bychkova V. V., Peshkova V. O., Elkonin L. A. Pitatel'naya tsennost' zerna gibridov F_1 i roditel'skih form sorgo [The nutritional value of grain hybrids F_1 and parental forms of sorghum] // Aktualnye problemy zhyvotnovodstva, veterinarnoy meditsiny, pererabotki s.-h. produktov i tovarovedenie: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Voronezh: FGOU VPO VGU, 2010. S. 213–216.
5. Kovtunov V. V., Kostylev P. I., Kovtunova N. A. Zakonomernosti nasledovaniya syrogo belka v zerne gibridov F_1-F_2 sorgo zernovogo [Patterns of inheritance of raw protein in grain sorghum hybrids F_1, F_2] // Agrarnyi vestnik Urala. 2014. № 9(127). S. 9–13.
6. Kosareva N. A., Vasil'ev A. A., Gogolkin A. A. Ispol'zovanie zernovogo sorgo v industrial'nom rybovodstve [The use of grain sorghum in industrial fish farming] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2014. № 2. S. 15–18.
7. Metlina G. V., Kovtunov V. V., Lushpina O. A., Vasil'chenko S. A. Produktivnost' i energeticheskaya effektivnost' vosklyvaniya sortov sorgo zernovogo [Productivity and energy efficiency of cultivating grain sorghum varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 3. S. 54–57.
8. Cheprasova O. V. Povyshenie yaichnoy produktivnosti kur-nesushek pri ispol'zovanii v racionah sorgo i nuta [Improvement of egg productivity of hens fed with sorghum and chickpea] // Izvestiya Nizhegorodskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2011. № 1(21). S. 139–143.

Поступила: 20.01.20; принята к публикации: 24.02.20.

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. Кибальник О. П. – концептуализация исследования, интерпретация данных, подготовка рукописи; Каменева О. Б., Жук Е. А. – анализ данных; Ларина Т. В., Орехова Л. А. – выполнение лабораторного опыта; Калинин Ю. А. – подготовка опыта.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ И ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ

Н. Е. Самофалова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

Н. П. Иличкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322;

Т. С. Макарова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2286-637x;

О. А. Дубинина, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

О. А. Костыленко, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5060-0034;

А. С. Каменева, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-1466-250x;

Т. Г. Дерова, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, ORCID ID: 0000-0001-7969-054x

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Успех в создании сортов озимой твердой пшеницы с повышенным уровнем адаптивности к абио- и биотическим стрессовым условиям, высокой и стабильной урожайностью определяется разнообразием исходного материала, методами его получения. Наиболее эффективным методом создания генетической variability в популяциях озимой твердой пшеницы и других культур является гибридизация (внутривидовая, межвидовая и межродовая). Цель исследований данной работы заключалась в оценке селекционного материала, полученного в процессе селекции среди внутривидовых и межвидовых гибридов разных типов скрещиваний, по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам и выявлении более результативного метода, типа скрещивания. Объектом исследований были 28 селекционных линий озимой твердой пшеницы, выделенных от следующих типов скрещиваний: 1-й тип – *T. durum* оз. х *T. durum* оз. (парные и ступенчатые) – 7 образцов; 2-й тип – *T. durum* оз. х *T. durum* яр. (парные) – 3 образца; 3-й тип – F_1 (*T. durum* оз. х *T. durum* оз.) х *T. durum* оз. – 4 образца; 4-й тип – *T. aestivum* оз. х *T. durum* оз. (прямые и обратные) – 7 образцов; 5-й тип – F_1 (*T. aestivum* оз. х *T. durum* оз.) х *T. durum* оз. (тройные) – 7 образцов. По результатам сравнительного изучения селекционного материала внутривидовых и межвидовых скрещиваний установлено, что более эффективным методом создания сортов озимой твердой пшеницы является внутривидовая парная и ступенчатая гибридизация, обеспечивающая высокую продуктивность, качество зерна. Остальные типы скрещиваний, в первую очередь межвидовые, необходимы для получения исходного материала с повышенным уровнем зимостойкости, устойчивости к полеганию, болезням, для дальнейшего их использования во внутривидовой ступенчатой гибридизации.

Ключевые слова: пшеница, селекционная линия, внутривидовая, межвидовая гибридизация, тип скрещивания, урожайность, адаптивность.

Для цитирования: Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Макарова Т. С., Дубинина О. А., Костыленко О. А., Каменева А. С., Дерова Т. Г. Методы создания исходного материала в селекции озимой твердой пшеницы и их результативность // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 54–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-54-60.



METHODS FOR THE DEVELOPMENT OF THE INITIAL MATERIAL IN THE PROCESS OF WINTER DURUM WHEAT BREEDING AND THEIR EFFICIENCY

N. E. Samofalova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

N. P. Ilichkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322;

T. S. Makarova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2286-637x;

O. A. Dubinina, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

O. A. Kostylenko, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5060-0034;

A. S. Kameneva, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-1466-250x;

T. G. Derova, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, ORCID ID: 0000-0001-7969-054x

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The success in development of winter durum wheat varieties with a high adaptability to abio- and biotic stress conditions, large and stable productivity is usually determined by the diversity of initial material and methods for its preparation. The most effective method to develop genetic variability among winter durum wheat varieties and other grain crops is hybridization (intraspecific, inter-specific, and intergeneric). The purpose of the current study was to evaluate the breeding material obtained in the breeding process

among intraspecific and interspecific hybrids of different types of hybridization according to the main economically valuable traits and properties and to identify a more effective method/type of hybridization. The object of the study was 28 breeding lines of durum winter wheat identified from the following types of hybridization: the 1st type was *T. winter durum* x *T. winter durum* (paired and gradual), 7 samples; the 2nd type was *T. winter durum* x *T. winter durum* (paired), 3 samples; the 3rd type was F_1 (*T. winter durum* x *T. winter durum*) x *T. winter durum*, 4 samples; the 4th type was *T. winter aestivum* x *T. winter durum* (direct and reverse), 7 samples; the 5th type was F_1 (*T. winter aestivum* x *T. winter durum*) x *T. winter durum* (triple), 7 samples. According to the comparative study results of breeding material of intraspecific and interspecific hybrids, it has been found that intraspecific paired and gradual hybridization, which provided high productivity and grain quality was a more effective method for developing of winter durum wheat varieties. The rest types of crossings, primarily interspecific, could be helpful to obtain initial material with a high level of winter tolerance, resistance to lodging and diseases, for their further use in intraspecific gradual hybridization.

Keywords: wheat, breeding line, intraspecific, interspecific hybridization, type of hybridization, productivity, adaptability.

Введение. Основной задачей в селекции озимой твердой пшеницы на Дону является выведение сортов с повышенным уровнем адаптивности к абиотическим и биотическим стрессовым условиям, которые обеспечивали бы стабильность урожаев в любые по погодным условиям годы.

Успех в создании таких сортов определяется особенностями имеющегося исходного материала и его разнообразием. Известен целый ряд методов получения исходного материала: мутагенез, рекомбиногенез, трансгрессивные эффекты, биотехнология, гибридизация и др. Однако наиболее эффективным методом создания генетической variability в популяциях до сих пор остается гибридизация со следующим за ней рекомбиногенезом (Вьюшков, 2012). По мнению А. А. Жученко (2001), «и в обозримом будущем метод комбинационной селекции, базирующейся на гибридизации, мейотической рекомбинации, будет определяющим в управлении наследственной изменчивостью культурных растений».

Гибридизация делится на внутривидовую, межвидовую и межродовую. Отдаленная (межвидовая и межродовая) гибридизация представляет исключительный интерес в практическом и теоретическом плане, поскольку отдаленные гибриды часто отличаются мощностью развития, крупностью плодов и семян, зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и вредителям, то есть путем транслокаций или замещения структурных изменений хромосом часть генетической информации передается от одного вида к другому (Давоян, 2012; Комаров, 2012). Результаты работ П. П. Лукьяненко, А. П. Шехурдина, Н. В. Цицина, А. Ф. Шулындина, И. Г. Калинин и др. показали, что чем больше различаются скрещиваемые формы в генетическом отношении, тем перспективнее их трансгрессии (Филиппов и Донцова, 2014; Самофалова, 2016).

Скрещивания внутри рода *Triticum* постоянно используют в селекции мягкой и твердой пшеницы. В гибридизацию вовлекаются полба, тургидум, Тимофеева и другие виды. При этом созданы весьма ценные сорта яровой твердой пшеницы: Харьковская 46, Мелянопус 7 и др.

Стремление объединить высокую урожайность озимой мягкой пшеницы с отличными макаронными качествами яровой твердой побудило многих селекционеров к созданию пшеницы твердой озимой. Выведению сортов озимой твердой пшеницы Мичуринка, Рубеж, Харьковская 1, Харьковская 909 и др. методом межвидовой гибридизации, изучению наследования большого числа признаков и свойств в 70–80-е гг. прошлого столетия посвящено очень много работ (Кириченко, 1967; Шулындина, 1960; Калинин, 1995). Эти сорта в дальнейшем в полной мере использовали селекционеры Одессы, Краснодар, Зернограда, Саратова и Нови-Сада (Югославия) для создания короткостебельных и высокопродуктивных сортов озимой твердой пшеницы (Мудрова, 2016; Щипак, 2012).

В ФГБНУ «АНЦ «Донской» и в настоящее время основными методами остаются внутривидовая и межвидовая гибридизация с использованием разных типов скрещиваний, привлечение в качестве родительских форм современных интенсивных сортов мягкой и твердой озимой, твердой яровой пшеницы с высоким уровнем продуктивности, устойчивости к полеганию, зимостойкости и т.д.

Цель исследований заключалась в оценке селекционного материала, отобранного в процессе селекции среди внутривидовых и межвидовых гибридов разных типов скрещиваний, по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам и выявлении более результативного метода, типа скрещиваний.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в 2015–2017 гг. в лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград), расположенного в южной зоне Ростовской области.

Объектом исследований послужили 28 лучших по продуктивности селекционных линий озимой твердой пшеницы, выделенных в каждом типе скрещиваний и дошедших до станционных испытаний, созданных методами внутривидовой и межвидовой гибридизации разных типов скрещиваний. Скрещивания и отбор родоначальных растений выполнены с 2005 по 2014 г. в разных поколениях (табл. 1).

1. Год гибридизации и поколение отбора линий озимой твердой пшеницы разных типов скрещиваний 1. The year of hybridization and selection of the winter durum wheat lines of various types of hybridization

№ типа	Тип скрещиваний	Наименование линии	Год скрещивания	Поколение отбора	Количество линий, шт.
Внутривидовая гибридизация					
1	<i>T. durum</i> оз. x <i>T. durum</i> оз. (парные и ступенчатые)	655/13	2008	F_2	7
		80/14	2009	F_3	
		97/14	2010	F_2	
		117/14	2010	F_2	
		126/14	2010	F_2	
		159/14	2010	F_2	
		168/14	2010	F_2	
2	<i>T. durum</i> оз. x <i>T. durum</i> яр. (парные)	656/14	2010	F_2	3
		1172/14	2009	F_3	
		2418/0			
3	F_1 (<i>T. durum</i> оз. x <i>T. durum</i> оз.) x <i>T. durum</i> оз.	944/14	2009, 2010	F_2	4
		957/14		F_2	

		959/14		F ₂	
		973/14		F ₂	
Межвидовая гибридизация					
4	<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз. (прямые и обратные)	488/11	2004	F ₅	7
		1119/12	2004	F ₆	
		660/14	2009	F ₃	
		661/14	2009	F ₃	
		667/14	2009	F ₃	
		671/14	2009	F ₃	
		672/14	2009	F ₃	
5	F ₁ (<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз. (тройные)	645/11	2004, 2005	F ₄	7
		1087/12	2005, 2006	F ₅	
		1121/12	2005, 2006	F ₅	
		58/14	2009, 2010	F ₂	
		624/14	2004, 2005	F ₄	
		676/14	2006, 2007	F ₅	
		682/14	2008, 2009	F ₃	

Опыты проводили по предшественнику сидеральный пар. Учетная площадь делянки – 10 м². Повторность – шестикратная, норма высева – 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Закладку полевого опыта, фенологические наблюдения, оценку устойчивости к полеганию, болезням, зимостойкости, учет урожая выполняли в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019) и методикой полевого опыта (2014).

Качество зерна и макарон определяли по методикам, изложенным в издании «Методы оценки технологических качеств зерна» (1988), седиментацию (SDS-вариант) – по модифицированной методике Н. С. Васильчука (2001) для яровой твердой пшеницы с градацией для озимой (Самофалова и др., 2014). Стандартный сорт в опытах – Дончанка.

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли по Б. А. Доспехову (2014).

Данные урожайности и других признаков изучаемых линий приведены к средней по каждому типу скрещиваний. Морозостойкость при промораживании в КНТ-1 рассчитана относительно высокоморозостойкого для этого вида стандартного сорта Дончанка.

Метеоусловия в годы проведения исследований были разными, что дало возможность всесторонне оценить изучаемый селекционный материал по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам. Наиболее благоприятным по влаго- и теплообеспе-

ченности оказался 2017 г., что позволило получить самую высокую урожайность с высокими показателями качества зерна (крупность, выполненность, стекловидность, цвет макарон).

Самым неблагоприятным для озимой твердой пшеницы по урожайности и качеству был 2016 г.: из-за засушливой осени (отсутствие осадков перед и в период сева), позднего срока посева, разреженных всходов, их слабого кущения из-за низкого температурного режима в октябре, ноябре, высокого в марте, апреле. К тому же обильные осадки в мае (156,8 мм при среднемноголетней 51,3 мм) способствовали проявлению листовых болезней, полеганию.

Несмотря на засуху в сентябре и перенос сроков посева на поздние, 2015 г. был более благоприятным, чем 2016 г., по влагообеспеченности и температурному режиму в октябре, ноябре, марте, апреле, что позволило растениям хорошо раскуститься, сформировать плотный агроценоз, крупное хорошо выполненное зерно, достаточно высокий уровень урожайности.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных урожайности линий озимой твердой пшеницы разных типов скрещиваний как по годам исследований, так и в среднем за 2015–2017 гг. показал, что самой высокой она была при внутривидовой гибридизации с использованием парных и ступенчатых скрещиваний *T. durum* оз. х *T. durum* оз. и *T. durum* оз. х *T. durum* яр. (рис. 1).

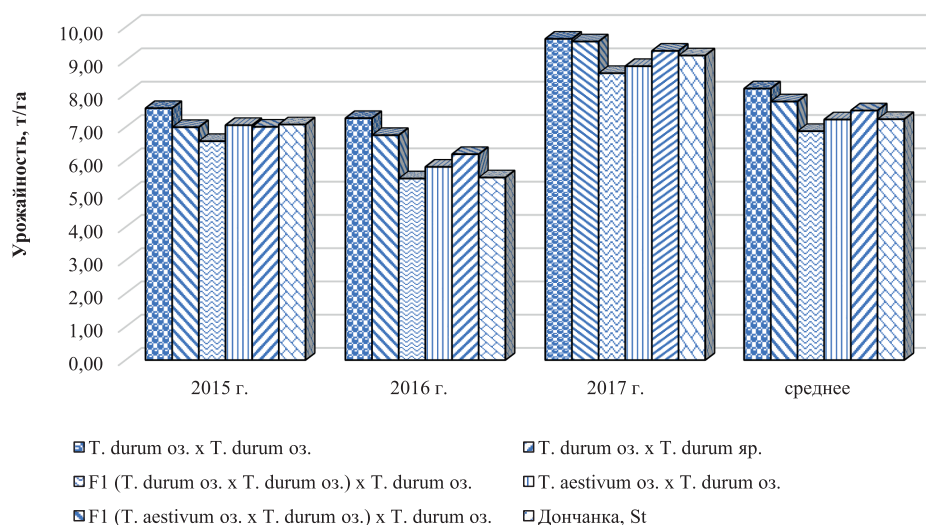


Рис. 1. Средняя урожайность линий озимой твердой пшеницы по разным типам скрещиваний
Fig. 1. Average productivity of the winter durum wheat lines of various types of hybridization

Средняя за годы исследований их урожайность составила 8,16 и 7,77 т/га с варьированием по первому типу скрещиваний от 7,27 т/га в 2016 г. до 9,65 т/га в 2017 г.; по второму – от 6,76 до 9,57 т/га соответственно. Средняя прибавка к стандартному сорту Дончанка – 0,92 и 0,53 т/га соответственно. Довольно высокая урожайность получена также по группе линий озимой твердой пшеницы от межвидовых тройных скрещиваний F_1 (*T. aestivum* оз. х *T. durum* оз.) х *T. durum* оз. – 7,50 т/га с варьированием от 6,19 до 9,29 т/га. Превышение к стандарту составило 0,26 т/га, однако они уступили внутривидовым парным и ступенчатым (первый тип) в среднем на 0,66 т/га с варьированием от 0,36 т/га в благоприятном 2017 г. и до 1,08 т/га в неблагоприятном 2016 г.

Урожайность остальных типов скрещиваний, как внутривидовых тройных F_1 (*T. durum* оз. х *T. durum* оз.) х *T. durum* оз., так и межвидовых парных *T. aestivum* оз. х *T. durum* оз. (прямые и обратные), была на уровне ниже стандарта и существенно уступала первому типу скрещиваний соответственно на 1,28 и 0,93 т/га.

Что касается адаптивных свойств по лимитирующим для озимой твердой пшеницы признакам зимостойкости, устойчивости к полеганию и болезням, на повышение которых привлекается в скрещивания озимая мягкая пшеница, то в наших опытах существенных различий линий от межвидовой гибридизации (4-й и 5-й типы скрещиваний) в сравнении с линиями от внутривидовой (1, 2, 3-й типы) не установлено (табл. 2).

2. Адаптационные свойства линий озимой твердой пшеницы разных типов скрещиваний (2015–2017 гг.)

2. Adaptive traits of the winter durum wheat lines of various types of hybridization (2015–2017)

№ п/п	Тип скрещиваний	Статистические параметры	Оценка переизимовки, балл	Морозостойкость при промораживании, %		Устойчивость к полеганию, балл	Поражаемость на инфекционном фоне			
				КНТ при –17 °С	стеллажи		бурая ржавчина, %	стеблевая ржавчина (2017), %	септориоз, %	мучнистая роса, балл
1	<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз. (парные и ступенчатые)	среднее	4,4	92,4	56,7	4,2	–	–	–	–
		min	4,3	80	48,2	3,5	0–5	10–15	15–20	01
		max	4,5	112	70,5	5	40–50	50–100	40–50	1
2	<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> яр.	среднее	4,4	83,4	42,8	4,7	–	–	–	–
		min	4,3	81,6	41,2	4,5	сл	0–5	20–30	01
		max	4,5	87,0	44,7	5	0–5	30–40	60–80	1
3	F_1 (<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз.	среднее	4,4	110,3	71,1	4,4	–	–	–	–
		min	4,3	99,4	49,1	3,5	10–15	0–5	20–30	сл
		max	4,7	118,1	97,4	5	50–60	60–80	30–40	1
4	<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз. (прямые и обратные)	среднее	4,4	88,6	63,3	4,1	–	–	–	–
		min	4,3	68,1	47,2	3,5	5–10	0–5	10–15	0,1
		max	4,6	97,8	84,3	5	50–60	20–30	40–50	1,5
5	F_1 (<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз. (тройные)	среднее	4,4	81,3	70,6	4,1	–	–	–	–
		min	4,4	71,5	62,0	3	0–5	0–5	20–30	сл
		max	4,7	98,4	82,6	5	5–10	50–60	40–50	1,5
	Дончанка, ст.		4,5	10,0	62,5	3	50–60	30–40	20–30	0,1
	S		0,5	12,9	14	0,4	–	–	–	–

Так, по зимоморозостойкости как в полевых условиях, так и при промораживании в камерах холодильной установки и в стеллажах значения у межвидовых скрещиваний парных и тройных (4-й и 5-й типы) составили в среднем: 4,4 и 4,4 балла; 88,6 и 81,3%; 63,3 и 70,6%. Линии всех типов скрещиваний (за исключением второго – *T. durum* оз. х *T. durum* яр.) были в этом отношении на уровне лучшего эталона среди сортов нашей и инорайонной селекции стандартного сорта Дончанка. То же самое можно сказать по устойчивости межвидовых скрещиваний в сравнении с внутривидовыми к полеганию и болезням. Как по средним, так и по минимальным и максимальным показателям все они практически находились на одном уровне в пределах стандартного отклонения. Однако необходимо отметить, что в каждом типе скрещиваний выявлены генотипы с максимальными значениями зимостойкости (на уровне Дончанки), устойчивости к полеганию, слабой или средней восприимчивости к болезням. Выделены лучшие линии с сочетанием адаптивных свойств: 655/13, 80/14, 126/14 (первый тип); 656/14 (второй тип); 944/14 (третий тип); 660/14, 661/14 (четвертый тип); 58/14, 1087/14 (пятый тип).

По показателям качества зерна достоверных различий между внутривидовыми и межвидовыми типами скрещиваний практически не было (табл. 3).

Однако отмечаются некоторые преимущества первого типа скрещиваний *T. durum* оз. х *T. durum* оз. над межвидовыми (4-й, 5-й типы) по таким признакам: по крупности зерна (масса 1000 зерен у первого типа скрещиваний – 45,1 г., у четвертого и пятого – 40,4 и 41,7 г.); выполненности зерна (натура – 798 и 779, 780 г/л); числу падения – 403 и 384, 379 с; цвету макарон – 4,7; 3,6 и 4,0 балла соответственно.

Во всех группах имелись генотипы с максимальным выражением значений признаков качества: 655/13, 90/14, 159/14, 168/14 (первый тип); 656/14 (второй тип); 944/14 (третий тип); 667/14, 672/14 (четвертый тип); 624/14, 682/14 (пятый тип).

Таким образом, результаты изучения линий разных типов скрещиваний по хозяйственно полезным признакам показали, что более эффективным в создании исходного материала оказался метод внутривидовой гибридизации – парные и ступенчатые скрещивания лучших сортов и форм между собой, а также с сортами инорайонной селекции.

3. Качество зерна линий озимой твердой пшеницы разных типов скрещиваний (2015–2017 гг.)
3. Kernel quality of the winter durum wheat lines of various types of hybridization (2015–2017)

№ п/п	Тип скрещиваний	Статистические параметры	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Натура, г/л	Белок, %	Клейковина, %	SDS-седиментация, мл	Число падения, с	Цвет макарон, балл
1	<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз. (парные и ступенчатые)	среднее	45,1	95	798	14,96	25,4	33	403	4,7
		min	42,9	93	787	14,52	24,4	30	384	4
		max	47,8	99	817	15,27	26,9	34	425	5
2	<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> яр.	среднее	39,4	96	789	15,02	25,4	36	425	4,5
		min	34,5	93	787	14,64	24,6	36	414	4
		max	45,8	99	795	15,34	26,5	37	434	5
3	F_1 (<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз.	среднее	38,6	93	777	15,28	26,3	36	345	3,7
		min	36,0	92	772	15,02	25,3	33	245	3,5
		max	44,6	94	791	15,58	27,2	38	441	4,5
4	<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз. (прямые и обратные)	среднее	40,4	94	779	14,90	24,5	37	384	3,6
		min	34,1	90	713	14,47	23,7	35	289	3,0
		max	47,8	99	811	15,77	25,4	41	411	4,0
5	F_1 (<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз. (тройные)	среднее	41,7	94	780	15,21	24,8	34	379	4
		min	36,4	89	735	14,78	23,4	30	338	3,5
		max	45,3	97	794	16,26	26,0	37	417	4,5
	Дончанка, ст.		38,9	87	766	15,17	25,4	33	386	5
	S		3,7	11,5	21,9	0,41	1,5	4	46,8	0,7

Преимущество метода внутривидовой гибридизации особенно отчетливо видно при анализе результативности различных схем скрещиваний за период с 2005 по 2014 г. В таблице 4 представлены данные о количестве образцов по питомникам селекционного процесса от гибридов первого поколения до ли-

ний-лидеров, дошедших до конкурсных испытаний. В последних двух графах показано отношение количества образцов в конкурсном сортоиспытании к общему количеству комбинаций и переданных на государственное сортоиспытание.

4. Сравнительная эффективность методов, типов скрещиваний при создании исходного материала озимой твердой пшеницы
4. Comparative efficiency of the methods, types of hybridization while developing the initial material of winter durum wheat

№ п/п	Тип скрещиваний	Количество образцов по питомникам и годам				Отношение количества линий в КСИ к количеству комбинаций в F ₁	Передано на ГСИ из цикла скрещиваний, 2005–2010 гг.
		в гибридных питомниках первого поколения (F ₁), 2005–2010 гг.		в конкурсных испытаниях, 2009–2014 гг.			
		комбинаций, шт.	%	линий, шт.	%		
1	<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз. (парные и ступенчатые)	726	79,7	191	85,7	0,26	8
2	<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> яр.	16	1,8	5	2,2	0,31	0
3	F ₁ (<i>T. durum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз.	27	2,9	10	4,5	0,37	0
4	<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз. (прямые и обратные)	52	5,7	9	4,0	0,17	0
5	F ₁ (<i>T. aestivum</i> оз. х <i>T. durum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз. и F ₁ (<i>T. durum</i> оз. х <i>T. aestivum</i> оз.) х <i>T. durum</i> оз.	90	9,9	8	3,6	0,09	0
	Итого	911	100	223	100	–	–

Из общего объема гибридизации (911 комбинаций) доля внутривидовых скрещиваний (типы 1–3) составила 769 (84,4%); межвидовых (типы 4–5) – 142 (15,6%); до конкурсных испытаний доведены 206 (92,4%) и 17 (7,6%) линий. Причем основная часть скрещиваний приходилась на внутривидовые парные и ступенчатые *T. durum* оз. х *T. durum* оз. И только по этому типу скрещиваний были выделены и переданы на ГСИ 8 сортов озимой твердой пшеницы,

от остальных типов скрещиваний – ни одного. То есть результативность первого типа скрещиваний оказалась значительно выше остальных, в том числе и межвидовых.

Методом внутривидовой, в основном ступенчатой, гибридизации получены включенные в Госреестр селекционных достижений РФ сорта озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» по Северо-Кавказскому (6) и Нижневолжскому (8) ре-

гионам Дончанка (6), Гелиос (6), Аксинит (6, 8), Курант (6, 8), Амазонка (6), Агат донской (6, 8), Кристелла (6), Лазурит (6), Онис (6, 8) Диона (6), Эйрена (6), Киприда (8), Яхонт (6), Юбилярка (6). Сорта Аксинит, Амазонка и Агат донской включены в Госреестр Республики Беларусь; Аксинит – Республики Армения; Курант – Республики Кыргызстан.

Причины более низкой результативности межвидовых скрещиваний объясняются, с одной стороны, небольшими объемами гибридизации, с другой – элиминацией рекомбинантов вследствие нарушения генетического баланса. Чем контрастнее различия между компонентами скрещивания (видами), тем сильнее ограничения на рекомбинацию, меньше вероятность получения трансгрессий. В F_2 при расщеплении наблюдается возврат к исходным родительским видам – 28- и 42-хромосомным растениям с устойчивой видовой конституцией. Выщепляются и промежуточные формы, по всей видимости гетерозиготные, которые в свою очередь расщепляются на морфотипы, близкие к мягкой и твердой пшенице.

Возврат к исходным формам, даже и при больших объемах таких скрещиваний, вряд ли намного увеличит выход трансгрессивных по продуктивности образцов по сравнению с внутривидовой парной ступенчатой гибридизацией. Но у межвидовых скрещиваний возможен обмен отдельными генами, определяющими многие морфологические признаки и некоторые физиолого-биотехнологические.

В наших опытах это линии, выделенные по морозостойкости при промораживании в КНТ-1 и стеллажах (667/14, 671/14, 672/14, 661/14 – 4-й тип; 1121/12 – 5-й тип); устойчивости к таким болезням, как стеблевая ржавчина (671/14, 672/14, 661/14, 660/14, 667/14 – 4-й тип; 645/11, 1087/1258/14 – 5-й тип), септориоз (671/14 – 4-й тип), к полеганию (660/14, 661/14, 676/14, 682/14 – 5-й тип). Но по продуктивности они не превышали линии от внутривидовых парных и ступенчатых скрещиваний.

Поэтому нельзя не согласиться с мнением А. А. Вьюшкова (2012), что если «большинство хозяй-

ственно ценных признаков детерминирована сложными полигенными системами и половая гибридизация ведет к полиомной перекombинации генов, то нетрудно представить объем нереализованного внутривидового потенциала и многократно возрастающие сложности при попытке собрать сбалансированные блоки аддитивных генов при межвидовой гибридизации». Исходя из всего этого, основным методом в селекции озимой твердой пшеницы для создания реализуемой генетической вариативности на ближайшую перспективу останется внутривидовая гибридизация. Межвидовая гибридизация должна широко использоваться при получении исходного материала, который будет привлекаться в дальнейшем во внутривидовые скрещивания с целью введения в генотип озимой твердой пшеницы для повышения адаптивных признаков и свойств.

Выводы. Таким образом, сравнительное изучение селекционного материала (линий) озимой твердой пшеницы по основным признакам и свойствам, полученного методами внутривидовой и межвидовой гибридизации разных типов скрещиваний, показало, что более результативным в селекции на продуктивность и качество зерна, макаронных изделий являются внутривидовые парные и ступенчатые скрещивания.

Средняя урожайность по такому типу скрещиваний за 2015–2017 гг. составила 8,16 т/га; межвидовых парных и тройных – 7,23 и 7,50 т/га; средняя прибавка к межвидовым – 0,93 и 0,56 т/га. Преимущество внутривидовой парной и ступенчатой гибридизации доказывается тем, что все сорта озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Дончанка, Аксинит, Курант, Агат донской и др.), включенные в Госреестр селекционных достижений по РФ и другим республикам, созданы в этой системе скрещиваний.

Другие типы скрещиваний, особенно межвидовые, целесообразно применять для обогащения генофонда озимой твердой пшеницы такими признаками, как зимостойкость, устойчивость к септориозу, пятнистостям листа, фузариозу колоса и т.д.

Библиографические ссылки

1. Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. 2-е изд. Самара: Известия Самарского научного центра РАН, 2012. 536 с.
2. Давоян Р. О., Бебякина И. В., Давоян О. Р., Зинченко А. Н., Давоян Э. Р., Кравченко А. М., Зубанова Ю. С. Синтетические формы как основа для сохранения и использования генофонда диких сородичей мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 1. С. 44–51.
3. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов. 2001. 1489 с.
4. Кириченко Ф. Г. Методы выведения сортов озимой мягкой и твердой пшеницы для степи УССР // В кн.: Достижения отечественной селекции. М., 1967.
5. Комаров Н. М. Агроэкологическая роль отдаленной гибридизации // Научное обеспечение земледелия СК ФО Сев.-Кав. отделение землед. Россельхозакадемии: мат. Всерос. юбилейн. науч.-практ. конференции. Ставрополь, 2012. С. 252–256.
6. Мудрова А. А., Яновский А. С. Результативность использования исходного материала при селекции сортов пшеницы твердой озимой в условиях Кубани // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1(48). С. 24–27.
7. Самофалова Н. Е. Мечта и явь академика И. Г. Калиненко в создании озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1(48). С. 3–9.
8. Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Селекция озимого ячменя. Ростов-н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.
9. Шулындин А. Ф. Межвидовые гибриды пшеницы и создание твердой пшеницы // Отдаленная гибридизация растений. М.: Сельхоз ГИЗ, 1960. С. 256–270.
10. Щипак Г. В., Недоступов Р. А., Щипак В. Г. Селекция озимой твердой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16, № 2. С. 455–463.

References

1. V'yushkov A. A., Mal'chikov P. N., Syukov V. V., Shevchenko S. N. Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie yarovoj pshenicy [Breeding and genetic improvement of spring wheat]. 2-е изд. Samara: Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2012. 536 s.
2. Davoyan R. O., Bebyakina I. V., Davoyan O. R., Zinchenko A. N., Davoyan E. R., Kravchenko A. M., Zubanov Yu. S. Sinteticheskie formy kak osnova dlya sohraneniya i ispol'zovaniya genofonda dikih sorodichey

myagkoj pshenicy [Synthetic forms as the basis to preserve and use the gene pool of wild relatives of bread wheat] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012. T. 16, № 1. S. 44–51.

3. Zhuchenko A. A. Adaptivnaya sistema selekcii rastenij (ekologo-geneticheskie osnovy) [Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis)]: v 2 t. M.: Izd-vo Ros. un-ta druzhby narodov. 2001. 1489 s.

4. Kirichenko F. G. Metody vyvedeniya sortov ozimoy myagkoj i tverdoj pshenicy dlya stepi USSR [The cultivation technology for winter bread and durum wheat varieties for the steppe of the Ukrainian SSR] // V kn.: Dostizheniya otechestvennoj selekcii. M., 1967.

5. Komarov N. M. Agroekologicheskaya rol' otdalenoj gibridizacii [The agroecological role of distant hybridization] // Nauchnoe obespecheniya zemledeliya SK FO Sev.-Kav. otdelenie zemled. Rossel'hozakademii: mat. Vseros. yubilejn. nauch.-prakt. konferencii. Stavropol', 2012. S. 252–256.

6. Mudrova A. A., Yanovskij A. S. Rezul'tativnost' ispol'zovaniya iskhodnogo materiala pri selekcii sortov pshenicy tverdoj ozimoy v usloviyah Kubani [The effectiveness of the use of initial material in the process of durum wheat breeding in the Kuban territory] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 1(48). S. 24–27.

7. Samofalova N. E. Mechta i yav' akademika I. G. Kalinenko v sozdanii ozimoy tverdoj pshenicy [Dream and reality of academician I. G. Kalinenko in the development of winter durum wheat] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 1(48). S. 3–9.

8. Filippov E. G., Doncova A. A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov-n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 208 s.

9. Shulyndin A. F. Mezhhvidovye gibridy pshenicy i sozdanie tverdoj pshenicy [The interspecific wheat hybrids and durum wheat development] // Otdalennaya gibridizaciya rastenij. M.: Sel'hoz GlZ, 1960. S. 256–270.

10. Shchipak G. V., Nedostupov R. A., Shchipak V. G. Selekcija ozimoy tverdoj pshenicy na povyshenie adaptivnogo potentsiala i urozhajnost' [Winter durum wheat breeding to increase adaptive potential and productivity] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2012. T. 16, № 2. S. 455–463.

Поступила: 04.02.20; принята к публикации: 28.02.20.

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. Самофалова Н. Е. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Иличкина Н. П., Макарова Т. С., Дубинина О. А., Костыленко О. А., Каменева А. С., Дерова Т. Г. – подготовка и проведение опыта по изучению сорта в 2015–2019 гг., выполнение полевых опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

НОВЫЙ СОРТ ЗЕРНОВОГО ГОРОХА ПАМЯТИ ПОПОВА

Ф. А. Давлетов¹, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства зернобобовых культур, davletovfa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;
Г. М. Нигматуллина¹, главный агроном лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, nigmatullinagm@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6447-733X;
К. П. Гайнуллина^{1,2}, старший научный сотрудник лаборатории геномики растений, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;
А. В. Плешков¹, главный агроном лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, gam303@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5513-2065;
Ф. Ф. Сафин³, агроном, unc.bsau@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8257-9885

¹Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450059, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19;

²Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450054, г. Уфа, проспект Октября, д. 71, лит. 1Е;

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) является широко распространенной зернобобовой культурой. Его используют на пищевые цели, а также в качестве концентрированного высокобелкового корма для сельскохозяйственных животных. Помимо высокой питательности зерна, сбалансированности аминокислотного состава и замечательных вкусовых качеств, именно эта культура способна давать высокие урожаи зерна даже в зоне рискованного земледелия, к которой относится большая часть территории нашей страны. Создание новых высокобелковых продуктивных сортов гороха, наиболее полно реализующих почвенно-климатический потенциал и отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства, является актуальной задачей современной селекции. Целью исследования стало создание нового сорта зернового гороха, адаптированного к возделыванию в условиях Республики Башкортостан. Проведена оценка коллекционного материала гороха по морфо-биологическим и хозяйственно ценным признакам. Лучшие сортообразцы были использованы для гибридизации. Среди полученных селекционных форм была выделена линия Л-31315/14, обладающая комплексом хозяйственно полезных признаков. В 2019 г. эта линия была передана на государственное сортоиспытание как сорт Памяти Попова. Новый сорт был выведен методом многократного индивидуального отбора из гибридной популяции К-7992 (Корея) × Усач. Сорт Памяти Попова среднеспелый: продолжительность вегетационного периода составляет 64–78 суток. В семенах содержится 20,7–22,4% белка. Сорт обладает хорошими вкусовыми и кулинарными качествами. Его восприимчивость к болезням и вредителям на уровне стандарта. По данным конкурсного сортоиспытания, средняя прибавка урожайности зерна сорта Памяти Попова за 2016–2019 гг. составила 0,39 т/га. Самая высокая урожайность семян данного сорта составила 2,69 т/га в 2017 г.

Ключевые слова: горох, сорт, селекция, многократный индивидуальный отбор, высокая урожайность, экономическая эффективность.

Для цитирования: Давлетов Ф. А., Нигматуллина Г. М., Гайнуллина К. П., Плешков А. В., Сафин Ф. Ф. Новый сорт зернового гороха Памяти Попова // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 61–65. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-61-65.



THE NEW PEAS VARIETY “PAMYATI POPOVA”

F. A. Davletov¹, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory for legumes breeding and seed production, davletovfa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;
G. M. Nigmatullina¹, leading agronomist of the laboratory for legumes breeding and seed production, nigmatullinagm@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6447-733X;
K. P. Gaynullina^{1,2}, senior researcher of the laboratory for plant genomics, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214;
A. V. Pleshkov¹, leading agronomist of the laboratory for legumes breeding and seed production, gam303@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5513-2065;
F. F. Safin³, agronomist, unc.bsau@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8257-9885

¹Bashkirsky Research Institute of Agriculture, a separate structural unit of the FSBSI Ufa Federal Research Center of RAS, 450059, Ufa, Rikhard Zorge Str., 19;

²Institute of Biochemistry and Genetics, a separate structural unit of the FSBSI Ufa Federal Research Center of RAS, 450054, Ufa, Oktyabr Av., 71, lit. 1E;

³Bashkirsky State Agricultural University, 450001, Bashkortostan Republic, Ufa, 50-letie Oktyabr Str., 34

Pea (*Pisum sativum* L.) is a widespread leguminous crop. It is used for food purposes, as well as concentrated high-protein feed for farm animals. In addition to a great nutrition value, a balanced amino acid composition and an excellent taste, it is peas that is capable to produce large grain yields even in the risky arable zone, which most of the territory of our country belongs to. The development of the new high-protein, productive pea varieties that most fully realize the soil-climatic potential and meet the requirements of agricultural production is an urgent concern of breeders. The purpose of the current study was to develop a new pea variety, adapted for cultivation in the Republic of Bashkortostan. There has been estimated the collection peas material on morphobiological

and economically valuable traits. The best varieties have been used for hybridization. Among the hybridized breeding forms there has been identified the line "L-31315/14" which possesses economically valuable traits. In 2019, this line was sent to the State Variety Testing as the variety "Pamyati Popova". The new variety was bred by multiple individual selection from a hybrid population "K-7992" (Korea) × "Barbel". The variety "Pamyati Popova" is a middle ripening variety with 64–78 days of vegetation period. The kernels contain 20.7–22.4% of protein. The variety is of good taste and cooking properties. Its disease and pests' resistance is similar to that of the standard variety. According to the Competitive Variety Testing, the average yield increase of the variety "Pamyati Popova" was on 3.9 hwt/ha in 2016–2019. The largest kernel yield of the variety was 26.9 hwt/ha in 2017.

Keywords: peas, variety, multiple individual selection, large productivity, economic efficiency.

Введение. Горох посевной (*Pisum sativum* L.) – продовольственная и кормовая культура. Семена гороха содержат 20–35% белка, 0,7–1,5% жира, 20–48% крахмала, 5,2–7,7% клетчатки. В зеленом горошке (недозрелых бобах) содержится до 25–30% сахара, много солей и витаминов А, В1, В2, С (Макашева, 1979; Брежнева, 2006).

Наряду с продовольственным использованием горох приобретает все большее значение и как концентрат для животных. Применение гороха для сбалансирования комбикормов по основным показателям протеиновой питательности уменьшает расход кормов для производства животноводческой продукции на 22–25%. В соломе гороха содержится до 6–8% белка и до 34% безазотистых веществ. Она может быть успешно использована на корм.

Горох служит хорошим предшественником яровых зерновых и других культур, а также может использоваться и в качестве парозанимающего растения (Хангильдин и Хангильдин, 1969; Брежнева, 2006; Давлетов, 2015).

Горох возделывают в различных почвенно-климатических условиях Российской Федерации. Так, в 2018 г., по данным Росстата, эту культуру высевали на площади 1434,7 тыс. га. Основные посевы гороха сосредоточены в Приволжском, Уральском, Центральном, Южном и Сибирском федеральных округах (Давлетов и др., 2016; Асеева и Шепель, 2017; Гайнуллина, 2018). Горох – основная зернобобовая культура в Башкортостане. Посевные площади гороха в республике составляют ежегодно 50–55 тыс. га. В ближайшие годы в связи с задачами подъема сельского хозяйства необходимо существенно увеличить посевные площади гороха и довести их до 100–150 тыс. га (Давлетов, 2015; Гайнуллина и др., 2019).

Значительная роль в повышении урожайности и увеличении валовых сборов гороха принадлежит селекции и семеноводству. Это особенно важно в Башкортостане, где возделываемые сорта недостаточно пластичны и восприимчивы к болезням и вредителям (Давлетов и др., 2014). В связи с этим актуальной задачей является создание высокотехнологичных сортов, лишенных указанных недостатков.

Цель исследования – создание нового сорта гороха зернового направления, пригодного к возделыванию в условиях Республики Башкортостан.

В задачи исследования входило:

- изучить коллекционные образцы гороха по важнейшим хозяйственно ценным признакам и использовать лучшие из них для получения нового исходного материала методом гибридизации;
- создать селекционные формы, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков, и оценить их в условиях Республики Башкортостан;
- выделить лучшую линию и передать на государственное сортоиспытание в качестве нового сорта.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Чишминском селекционном центре по растениеводству Башкирского НИИСХ УФИЦ РАН, расположенном в Предуральской степной зоне. Почвы здесь карбонатные черноземы средней мощности.

Гумуса в верхнем слое почвы содержится 8,3%, общего азота – 0,4%, подвижного калия на 100 г почвы – 42,1 мг, окиси фосфора – 23,8 мг. Реакция среды в пахотном слое почвы – нейтральная (рН = 6,8).

Климат в зоне проведения исследований теплый, засушливый. Сумма активных температур выше 10 °С – 2000–2300 °С. Безморозный период колеблется в среднем от 114 до 127 суток. Среднегодовая сумма осадков – 430 мм с колебаниями по годам от 360 до 500 мм. Сумма осадков за вегетационный период – 155 мм с колебаниями от 130 до 180 мм (Давлетов и др., 2014).

Погодные условия в годы исследований существенно различались по температурному режиму и сумме осадков, что позволило дать всестороннюю оценку селекционному материалу. Селекцию гороха вели в соответствии с методическими указаниями ВИР (1975) и методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985). В качестве стандарта использовали сорт Памяти Хангильдина. Достоверность экспериментальных данных определяли методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985).

Результаты и их обсуждение. Линия 31315/14 передана на государственное сортоиспытание в 2019 г. как сорт Памяти Попова. Сорт выведен методом гибридизации и многократного индивидуально-семейного отбора усатых скороспелых белоцветковых продуктивных форм. В качестве материнской формы был взят образец К-7992 (Корея), в качестве отцовской – сорт Усач. Материнская форма отличается более высокой озерненностью боба, а отцовская – быстрым темпом роста в начальные фазы развития, дружным цветением и созреванием, имеет безлисточковый (усатый) тип листа. Элитное растение выделено в 2012 г. Длина растения составляла 80 см, число непродуктивных узлов – 11, число продуктивных узлов – 5, число бобов на растении – 9, число семян – 38; семена округло-угловатые. Изучение данного селекционного материала проводили в 2013–2015 гг. в селекционном и контрольном питомниках, в 2016 г. – в предварительном сортоиспытании, в 2017–2019 гг. – в конкурсном сортоиспытании.

Сорт Памяти Попова среднеспелый: продолжительность вегетационного периода («всходы – полная спелость») – 64–78 суток, что на 2–3 суток больше стандарта – сорта Памяти Хангильдина. Разновидность – *cirrosium*, подразновидность – *vulgare*. Стебель простой, его длина – 60–80 см. Лист безлисточкового (усатого) типа (рис. 1). Прилистники средней величины, полусердцевидные. Соцветие – пазушная кисть с двумя цветками средней величины. Бобы лущильного типа, прямые или слабоизогнутые с тупой верхушкой. Длина боба – 7,0; ширина – 1,6 см.

На растении 6–8 бобов с 5–7 семенами в каждом. Масса 1000 семян – 190–220 г. Сорт Памяти Попова относится к сортам с хорошими пищевыми и вкусовыми качествами. Содержание белка в семенах колеблется от 20,7 до 22,4%. Среди других промышленных сортов выгодно выделяется повышенной выравненностью семян, которая обуславливает большой выход семян и товарного зерна.

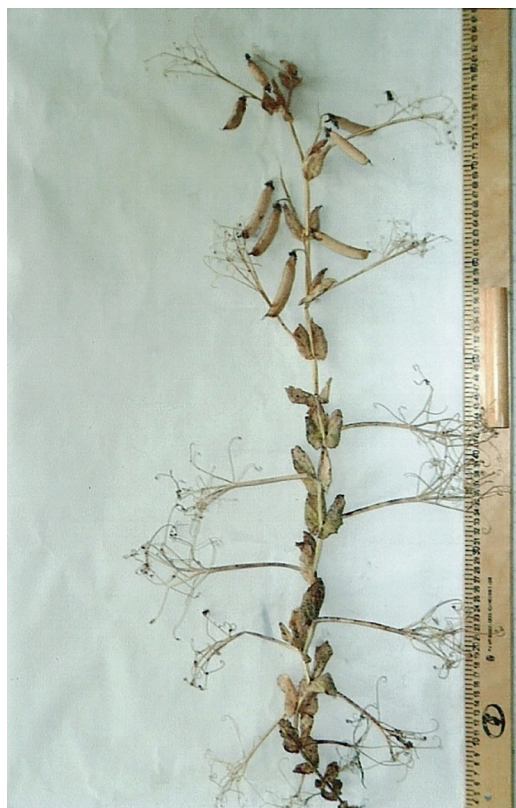


Рис. 1. Растение гороха сорта Памяти Попова
Fig. 1. Plants of the peas variety "Pamyati Popova"

По устойчивости к основным болезням и вредителям сорт Памяти Попова практически не отличается от возделываемых в Республике Башкортостан сортов гороха, поэтому в годы массового распространения долгоносика, тли, плодожорки и гороховой зер-

новки (брухуса) посе́вы необходимо обрабатывать инсектицидами. Средняя урожайность по данным конкурсного испытания (за 2017–2019 гг.) составила 2,18 т/га, что на 0,39 т/га больше стандарта – сорта Памяти Хангильдина (табл. 1).

1. Показатели конкурсного испытания сорта Памяти Попова 1. Indices of the Competitive Variety Testing of the variety "Pamyati Popova"

Показатели	Сорт гороха Памяти Хангильдина, ст.				Новый сорт гороха Памяти Попова			
	годы			среднее	годы			среднее
	2017	2018	2019		2017	2018	2019	
Продолжительность периода «всходы – полная спелость», сут	75	62	67	68	78	64	69	70
Масса 1000 семян, г	195	222	252	223	197	189	220	202
Урожайность, т/га	1,90	1,62	1,85	1,79	2,69	1,69	2,17	2,18
Отклонение, $\pm$ т/га	–	–	–	–	+0,79	+0,07	+0,32	+0,39
P, %	–	–	–	–	4,2	2,8	3,7	–
НСР ₀₅ , т/га	–	–	–	–	0,14	0,06	0,16	–

Разнообразие погодных условий в годы проведения исследований позволило всесторонне оценить новый сорт гороха Памяти Попова по ряду хозяйственно ценных признаков и свойств. Так, установле-

но, что недостаток осадков в период вегетации (2016, 2018 гг.) в условиях проведения исследований оказал более существенное влияние на снижение урожайности зерна, чем недостаток тепла (табл. 2).

2. Урожайность зерна у сортов гороха в зависимости от погодных условий 2. Productivity of peas varieties depending on weather conditions

Годы	Период «посев – созревание»		Урожайность, т/га		Прибавка к стандарту	
	среднесуточная температура воздуха, °С	количество осадков, мм	Памяти Хангильдина, ст.	Памяти Попова	$\pm$ т/га	$\pm$ в %
2016	17,3	92,7	1,60	1,89	+0,29	+18,1
2017	15,3	236,2	1,88	2,69	+0,79	+43,1
2018	17,4	86,6	1,62	1,69	+0,07	+4,3
2019	18,6	101,6	1,83	2,02	+0,32	+10,4

Как видно из данных таблицы 2, урожайность зерна у сортов гороха в зависимости от погодных условий значительно варьировала. Так, урожайность стандартного сорта Памяти Хангильдина колебалась по годам от 1,60 до 1,88 т/га, а у нового сорта Памяти Попова – от 1,69 до 2,69 т/га. Максимальная урожайность зерна гороха сорта Памяти Попова отмечена в 2017 г. – 2,69 т/га. Также сорт характеризуется высокой устойчивостью к полеганию.

Таким образом, сорт гороха Памяти Попова в условиях Республики Башкортостан отличается высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию, высоким качеством семян. Новый сорт может быть использован как в производстве, так и в качестве исходного материала для создания отечественных сортов гороха с аналогичными свойствами.

Выводы. Сорт гороха Памяти Попова обладает высоким потенциалом продуктивности, устойчи-

востью к неблагоприятным факторам среды. Сорт имеет усатый тип листа, характеризуется высокой устойчивостью к полеганию, пригоден для механизированной уборки. По урожайности в условиях Республики Башкортостан он превосходит стандартный сорт Памяти Хангильдина в среднем на 0,39 т/га, или на 21,8%. Расчет экономической эффективности сорта гороха Памяти Попова показывает, что от его внедрения в производство годовая экономическая эффективность составит 180 млн рублей. Высокие показатели экономической эффективности выращивания данного сорта будут получены за счет его большей урожайности зерна и снижения потери урожая зерна при уборке благодаря устойчивости к полеганию.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России АААА-А19-119021190011-0.

Библиографические ссылки

1. Асеева Т. А., Шепель О. Л. Изучение перспективных сортообразцов гороха в условиях Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 4. С. 47–50.
2. Брежнева В. И. Селекция гороха на Кубани. Краснодар: Просвещение-Юг, 2006. 203 с.
3. Гайнуллина К. П. Изучение генетического сходства сортов и линий гороха в Республике Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5(73). С. 84–87.
4. Гайнуллина К. П., Давлетов Ф. А., Сафин Ф. Ф. Исходный материал для селекции гороха в условиях Республики Башкортостан // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3(77). С. 103–106.
5. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Каримов И. К. Влияние метеорологических условий на формирование урожая зерна гороха // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 10–16.
6. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Ашиев А. Р. Изменчивость продолжительности вегетационного периода гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2014. Т. 19, № 3. С. 49–59.
7. Давлетов Ф. А. Селекция и технология производства гороха в Башкортостане. Уфа: Мир печати, 2015. 164 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Макашева Р. Х. Культурная флора СССР. Л.: Колос, 1979. 324 с.
10. Хангильдин В. Х., Хангильдин В. В. Методы и результаты селекции гороха // Труды Башкирского НИИСХ. 1969. Вып. 3. С. 105–123.

References

1. Aseeva T. A., Shepel' O. L. Izuchenie perspektivnykh sortoobraztsov gorokha v usloviakh Priamuria [The study of the promising peas varieties in the Amur region] // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31, № 4. S. 47–50.
2. Brezhneva V. I. Selekcija gorokha na Kubani [Pea breeding in the Kuban territory]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2006. 203 s.
3. Gainullina K. P. Izuchenie geneticheskogo skhodstva sortov i linii gorokha v Respublike Bashkortostan [The study of the genetic similarity of peas varieties and lines in the Republic of Bashkortostan] // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 5(73). S. 84–87.
4. Gainullina K. P., Davletov F. A., Safin F. F. Iskhodnyi material dlia selekcii gorokha v usloviakh Respubliki Bashkortostan [The initial material for pea breeding in the Republic of Bashkortostan] // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 3(77). S. 103–106.
5. Davletov F. A., Gainullina K. P., Karimov I. K. Vliyanie meteorologicheskikh uslovij na formirovanie urozhaya zerna goroha [The effect of meteorological conditions on the formation of pea yields] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5. S. 10–16.
6. Davletov F. A., Gainullina K. P., Ashiev A. R. Izmenchivost' prodolzhitel'nosti vegetacionnogo perioda goroha posevnogo (*Pisum sativum* L.) v usloviakh Predural'skoj stepi Respubliki Bashkortostan [Variability of the length of a vegetation period of peas (*Pisum sativum* L.) in the Ural steppe of the Republic of Bashkortostan] // Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan. 2014. T. 19, № 3. S. 49–59.
7. Davletov F. A. Selekcija i tekhnologiya proizvodstva goroha v Bashkortostane [Breeding and technology of pea production in Bashkortostan]. Ufa: Mir pečati, 2015. 164 s.
8. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi 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.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
9. Makasheva R. H. Kul'turnaya flora SSSR [The cultural flora of the USSR]. L.: Kolos, 1979. 324 s.
10. Hangil'din V. H., Hangil'din V. V. Metody i rezul'taty selekcii goroha [Methods and results of pea breeding] // Trudy Bashkirskogo NIISKH. 1969. Vyp. 3. S. 105–123.

Поступила: 26.12.19; принята к публикации: 23.01.20.

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. Давлетов Ф. А. – общее руководство, селекционная оценка номеров, подготовка материала к публикации; Нигматуллина Г. М. – изучение коллекционного материала и гибридов; Гайнуллина К. П. – изучение коллекционного материала, подготовка статьи к публикации; Плешков А. В. – оценка нового сорта в конкурсном сортоиспытании, размножение семян; Сафин Ф. Ф. – оценка нового сорта в конкурсном сортоиспытании.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИЗУЧЕНИЕ КИТАЙСКИХ ОБРАЗЦОВ РИСА В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Е. В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории 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, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: p-kostylev@mail.ru

Рис – это важнейшая продовольственная культура на Земле. Выведение новых продуктивных сортов риса для условий юга России, и конкретно Ростовской области, возможно после тщательного изучения и использования в селекционной работе коллекционного материала из других регионов планеты. Генетическое сортовое разнообразие образцов из различных стран является основой для селекционных исследований, направленных на увеличение урожайности риса. Цель исследования состояла в изучении 15 коллекционных китайских образцов риса, анализе некоторых количественных признаков и отборе наилучших из них для селекции. Изучение образцов проводили в Пролетарском районе Ростовской области. Стандартами были взяты сорта Южанин и Боярин. В ходе изучения китайских образцов риса по морфо-биологическим признакам было установлено значительное разнообразие. Период вегетации от появления всходов до цветения растений колебался в пределах 85–130 дней; высота растений – от 63,3 до 101,7 см; длина метелок – от 15,7 до 21,7 см; масса 1000 зерен – от 16,3 до 34,0 г; число колосков на метелке – от 79 до 158 шт.; фертильность – от 86,8 до 98,3%. Установлена положительная корреляция высоты растений с длиной метелки, массой 1000 зерен, их количеством и массой на метелке, фертильностью. Масса зерна с метелки также коррелировала с этими признаками. Для селекционной работы были отобраны 6 образцов риса, хорошо вызревающих на юге Ростовской области: Ляонин 1, Ляонин 5, Ляонин 8, Ляонин 10, Ляонин 12 и Ляонин 15. Проведена гибридизация образцов с раннеспелым сортом Контакт.

Ключевые слова: рис, коллекция, сорт, источник, количественный признак, отбор.

Для цитирования: Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Изучение китайских образцов риса в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 66–71. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-66-71.



THE STUDY OF CHINESE RICE SAMPLES UNDER THE CONDITIONS OF THE ROSTOV REGION

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

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

A. V. Aksekov, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: p-kostylev@mail.ru

Rice is the most important food crop on the Earth. The development of new productive rice varieties for the conditions of the south of Russia and specifically the Rostov region is possible after careful study and use of collection material from other regions of the planet in the breeding work. Genetic varietal diversity of samples from various countries is the basis for breeding study aimed at improving rice productivity. The purpose of the study was to study 15 collection Chinese rice samples, analyze some quantitative traits, and select the best ones for further breeding. The samples were studied in the Proletarsky district of the Rostov region. The varieties “Yuzhanin” and “Boyarin” were taken as the standard varieties. In the study of Chinese rice samples according to their morphological and biological traits there has been identified a significant diversity. The vegetation period “sprouting-flowering” ranged from 85–130 days; the trait “plant height” varied from 63.3 cm to 101.7 cm; the trait “length of a panicle” ranged from 15.7 to 21.7 cm; the trait “1000-kernel weight” varied from 16.3 to 34.0 g; the trait “number of spikelets per panicle” ranged from 79 to 158 pieces; the trait “fertility” was from 86.8 to 98.3%. There has been identified a positive correlation between “plant height” and length of a panicle, 1000-kernel weight, kernel number per panicle, and fertility. Kernel weight per panicle has also correlated with these traits. For future breeding work there have been selected 6 rice samples that could mature well in the south of the Rostov Region, namely “Lyaonin 1”, “Lyaonin 5”, “Lyaonin 8”, “Lyaonin 10”, “Lyaonin 12” and “Lyaonin 15”. There has been carried out a hybridization of samples with the early ripening variety “Kontakt”.

Keywords: rice, collection, variety, source, quantitative trait, selection.

Введение. Большая часть жителей планеты питается в основном рисом. Рис – это важнейшая продовольственная культура на Земле. Поскольку происходят климатические изменения, вызванные глобальным потеплением, быстро растет численность населения, а площади выращивания риса сокращаются из-за роста городов, недостаточное количество пищи стало большой проблемой для продовольственной безопасности. По выводам некоторых уче-

ных, суммарный мировой спрос на продовольственные продукты к 2025 г. увеличится на 50% (Khush, 2001). В 2019 г. мировое производство риса составило 499,3 млн т, что на 0,6 млн т ниже рекордного уровня в 2018 г. При этом на долю Китая приходится 146,7 млн т, около 30% от общего объема. Средняя урожайность в Китае составила около 6,5 т/га, что является одним из самых высоких показателей в Азии. В последнее время на повышение урожайности риса

повлияли два основных фактора: 1) улучшение габитуса растений (гены полукарликовости) и индекса урожайности; 2) гибридный гетерозис. Большое значение имеет и резистентность к стрессовым факторам среды (Xing and Zhang, 2010).

Богатейшее генетическое разнообразие сортов риса хранится в Национальном банке генов г. Шэньчжэнь (провинция Гуандун, Китай). Они несут потенциал высокой урожайности и толерантности к абиотическим и биотическим стрессорам, который можно использовать в селекционной работе. Китайские ученые более 30 лет сотрудничают с Международным научно-исследовательским институтом риса (IRRI, Филиппины), имеющим полиморфную мировую генетическую коллекцию риса (Rabara et al., 2015).

В результате партнерства в Китае было создано и внесено в реестр 49 сортов риса с высоким потенциалом урожайности риса и качества зерна. Коллекционный материал из других стран способствовал повышению устойчивости к болезням и насекомым-вредителям, в частности к пирикулярриозу, бурой и белоспинной цикадке и желтой рисовой огневке (Shi and Hu, 2017).

В России рис возделывается на общей площади более 200 тыс. га в таких регионах, как Северный Кавказ, Нижняя Волга, Дальний Восток. Ростовская область высевает рис на площади 14–15 тыс. га. Для этих зон нужно создавать раннеспелые урожайные сорта риса, устойчивые к неблагоприятным факторам и хорошо адаптированные к условиям среды. Для их создания необходимо привлекать разнообразие исходных образцов, являющиеся источниками и донорами нужных генов, что даст возможность более результативной селекционной работы.

Изучение мировой коллекции, поиск генетических источников хозяйственно-биологических признаков, выявление наиболее перспективных образцов и включение их в селекционный процесс позволяют ускорить решение проблемы (Игнатьев и др., 2019). Оценка исходного материала считается одним из важнейших звеньев селекционного процесса. Для определения ценности селекционных образцов их необходимо оценивать по большому количеству признаков (Кривошеев и др., 2019).

Поэтому увеличение урожайности риса с помощью селекционных программ, использующих разнообразный генетический фонд китайских сортов риса, является весьма актуальным и важным.

Цель работы – всестороннее изучение китайских образцов риса, оценка некоторых основных признаков и выделение лучших исходных форм для селекции толерантных к стрессорам урожайных сортов риса.

Материалы и методы исследований. В качестве изучаемого материала использовали 15 образцов риса, относящихся к подвиду *japonica*, из Провинциального научно-исследовательского института использования засоленных и щелочных земель провинции Ляонин (Китай), несущие гены солеустойчивости, резистентности к пирикулярриозу и др. Стандартами послужили сорта Боярин и Южанин. В работе были использованы методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса (2011). Образцы выращивали на полях ОП «Пролетарское» (Ростовская область) на однорядковых делянках длиной 2 м. Математическую обработку данных проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (2014).

Погодные условия 2018–2019 гг. характеризовались высокой суммой биологически активных температур – 3228–3535 °С и дефицитом осадков. Условия вегетации благоприятствовали росту, развитию и созреванию риса.

Результаты и их обсуждение. Изученные китайские образцы риса показали существенный полиморфизм ряда количественных признаков, таких как продолжительность вегетационного периода, высота растений, длина метелки, количество зерен в ней и их масса.

Время цветения является одним из важнейших агрономических признаков, ограничивающих созревание зерна и определяющих урожайность риса. У риса имеется два ключевых гена времени цветения – Hd1 и Ehd1, которые также контролируют развитие метелки (Endo-Higashi et al., 2011).

Все китайские образцы в условиях Пролетарска зацвели позже стандартов Боярин и Южанин, в основном в августе, а один – в сентябре. Жаркая погода способствовала созреванию даже позднеспелых форм.

Изученный набор образцов значительно варьировал по вегетационному периоду – в диапазоне от 85 до 130 дней от залива почвы водой до цветения. Это на 14–59 дней больше, чем у сорта-стандарта Боярин. При этом большинство китайских образцов (13) зацвело через 90–110 дней от залива, один, более ранний Ляонин 5, – через 85 дней и один, поздний Ляонин 9, – через 130 дней (рис. 1).

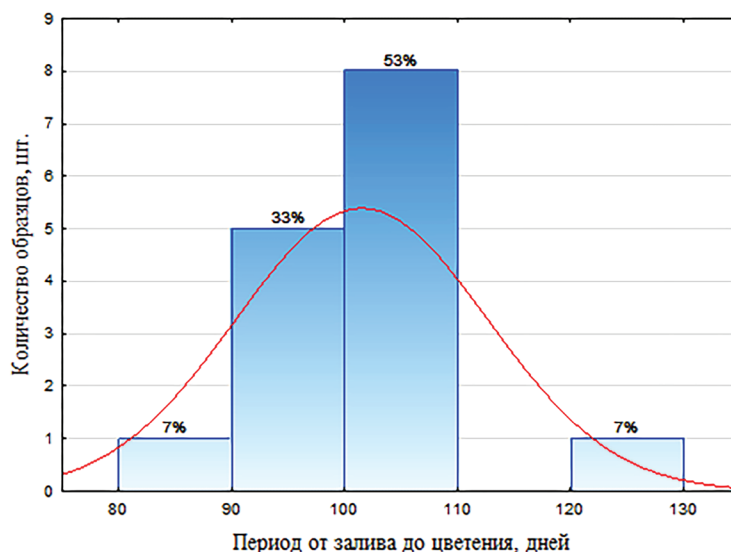


Рис. 1. Распределение китайских образцов риса по количеству дней от залива до цветения (г. Пролетарск, 2018–2019 гг.)

Fig. 1. Distribution of Chinese rice samples according to the number of days from pouring to flowering (Proletarsk, 2018–2019)

Стандартные сорта ФГБНУ «АНЦ «Донской» зацвели значительно раньше: Боярин – через 71 день от залива почвы, Южанин – через 79 дней.

Продолжительность периода вегетации от залива до цветения положительно коррелировала с количеством стерильных колосков в метелке ($r = 0,59 \pm 0,21$). Отрицательная связь установлена с высотой растений ($r = -0,41 \pm 0,24$), массой зерен на метелке ($r = -0,27 \pm 0,25$), числом выполненных зерен ($r = -0,29 \pm 0,25$) и фертильностью ($r = -0,59 \pm 0,21$). У относительно более раннего сорта Ляонин 5 фертильность колосков была очень высокой (98,3%), превосходя величины стандартов на 7,4–9,3%.

Высота растений является одним из основных признаков, влияющих на потенциал урожайности риса. Величина этого признака варьировала в диапазоне от 63,3 до 101,7 см (рис. 2). У сорта Боярин определена высота 81,7; Южанин – 92,2 см. Большинство образцов (12) имело высоту 70–100 см, присущую полукарликовым сортам с высоким индексом урожая. Такой уровень высоты риса является оптимальным для современных технологичных сортов. Отмечены положительные корреляции высоты растений с массой зерна с метелки ($r = 0,50 \pm 0,23$), массой 1000 зерен ($r = 0,57 \pm 0,21$), количеством зерен ($r = 0,39 \pm 0,24$), фертильностью ($r = 0,46 \pm 0,23$).

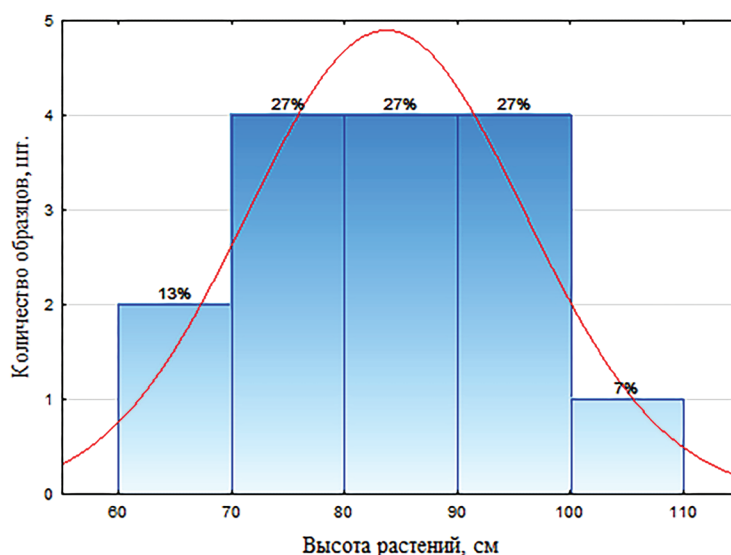


Рис. 2. Частоты распределения образцов по признаку «высота растений» (г. Пролетарск, 2018–2019 гг.)

Fig. 2. Frequencies of the samples' distribution according to the trait "plant height" (Proletarsk, 2018–2019)

Длина метелки является одним из аспектов ее архитектуры и обычно измеряется как признак, связанный с урожайностью зерна риса. Вместе с коли-

чеством колосков она определяет количество семян в метелке, следовательно, может увеличивать урожайность риса (Дзюба и др., 2019).

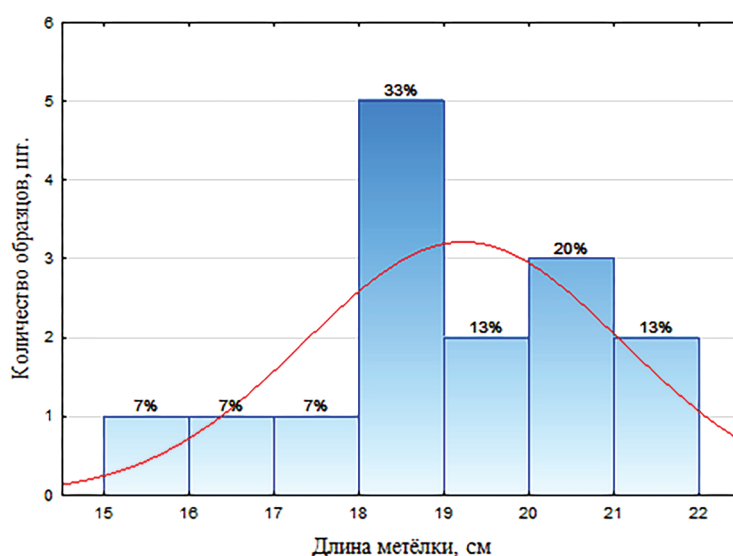


Рис. 3. Частоты распределения образцов по признаку «длина метелки» (г. Пролетарск, 2018–2019 гг.)

Fig. 3. Frequencies of the samples' distribution according to the trait "length of a panicle" (Proletarsk, 2018–2019)

Изученные китайские образцы имели сходные по форме наклонные поникающие метелки, что за-

висит от небольшой толщины центрального стержня, длины боковых ветвей и количества колосков

на них. Средние величины длины метелки колебались в интервале от 15,7 у образца Ляонин 9 до 21,7 см у Ляонин 15 (рис. 3), в то время как у стандартного сорта Боярин метелка была длиной 14,8; Южанин – 17,8 см. У сорта Боярин формировались плотные, компактные и прямостоячие метелки. Длина метелки имела средние положительные корреляции с массой зерна с метелки ($r = 0,42 \pm 0,23$), числом зерен на метелке ($r = 0,55 \pm 0,21$) и фертильностью ($r = 0,47 \pm 0,23$).

Исследования, посвященные таким компонентам урожайности зерна, как количество семян в метелке и их масса, выявили несколько генов, связанных с ними (GS3, GS5, GW2, GW5, GW8, Gn1, GL3) (Zuo et al., 2014).

По массе зерна с метелки китайские сорта варьировали от 0,82 у образца Ляонин 9 до 4,52 г у образца Ляонин 14 (Боярин – 2,20 г; Южанин – 3,15 г). У большинства образцов (84%) на метелке формировалось от 2 до 4 г зерна. Крупные метелки, массой более 3,5 г, оказались у образцов Ляонин 1, Ляонин 8, Ляонин 11, Ляонин 12, Ляонин 14. Установлены положительные корреляции массы зерна с метелки с массой 1000 зерен ($r = 0,71 \pm 0,18$), количеством зерен на метелке ($r = 0,94 \pm 0,09$), плотностью метелки ($r = 0,64 \pm 0,20$) и ее фертильностью ($r = 0,57 \pm 0,20$).

Масса 1000 семян – это важнейший количественный признак, поскольку определяет внешний вид, влияет на качество крупы и является одним из наиболее стабильных компонентов урожая риса. Небольшие семена имеют низкую энергию роста всходов и трудности при механической уборке.

Эта величина колебалась в диапазоне от 16,3 до 34,0 г (рис. 4), причем у стандарта Боярин она составляла 29,1 г, а у Южанина – 31,1 г. У образца Ляонин 9 зерновки не успели полностью налиться до окончания уборки, поэтому имели аномально низкую массу – 16,3 г. Наиболее крупные зерновки выявлены у образца Ляонин 14 (34 г). Большинство образцов (47%) показали массу 1000 зерен 26–28 г, то есть несколько ниже, чем у российских сортов. Все образцы имели овальные зерновки длиной 7–8, шириной – 3–3,5 мм.

Масса 1000 зерен положительно коррелировала с высотой растений ($r = 0,57 \pm 0,21$), массой зерен с метелки ($r = 0,71 \pm 0,18$), количеством зерен на метелке ($r = 0,52 \pm 0,22$) и фертильностью ($r = 0,61 \pm 0,21$), однако отрицательно – с количеством пустозерных колосков на метелке ($r = -0,55 \pm 0,21$) и продолжительностью периода вегетации «залив – цветение» ($r = -0,49 \pm 0,22$).

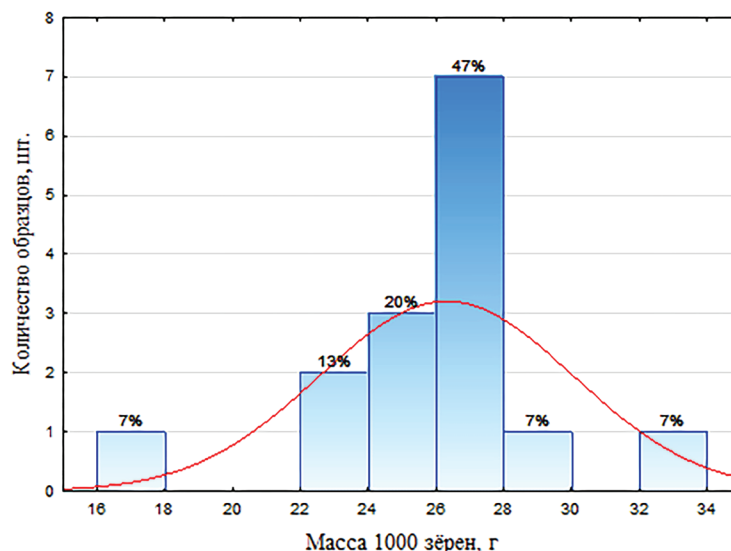


Рис. 4. Частоты распределения образцов по признаку «масса 1000 зерен» (г. Пролетарск, 2018–2019 гг.)
Fig. 4. Frequencies of the samples' distribution according to the trait "1000-kernel weight" (Proletarsk, 2018–2019)

Одним из самых важных признаков продуктивности риса является количество колосков на метелке. Среди всех измеряемых признаков, влияющих на урожайность, размер метелки имеет наиболее тесную положительную корреляцию с урожайностью зерна. Это свидетельствует о возможности максимального повышения урожайности путем селекции сортов с хорошо озерненными метелками (150–200 колосков) (Laza et al., 2004).

Между изученными сортами наблюдались большие различия по количеству колосков в метелке. Все китайские образцы имели небольшие и средние метелки. Величина этого признака у них колебалась в диапазоне от 79 до 158 колосков (рис. 5). У Боярина сформировалось 96, у Южанина – 114 колосков. Наименьшее количество колосков (79,3 шт.) сформировалось на метелках у относительно более раннеспелого образца Ляонин 5, наибольшее (158

шт.) – у Ляонин 8, который значительно превысил стандарты.

Корреляционный анализ выявил положительные связи количества колосков на метелке с признаками «длина метелки» ($r = 0,37 \pm 0,24$), «масса зерен на метелке» ($r = 0,82 \pm 0,15$), «количество зерен на метелке» ($r = 0,84 \pm 0,14$) и «плотность метелки» ($r = 0,85 \pm 0,14$).

Количество выполненных зерен в метелке было меньше, чем колосков (от 39,5 до 153,3 шт.), так как часть оставалась стерильными. Фертильность колосков колебалась в диапазоне от 86,8 до 98,3% (у стандартов – 89–91%), за исключением самого позднеспелого образца Ляонин 9 (37%). Выделены образцы Ляонин 10, Ляонин 8 и Ляонин 5 с высокой фертильностью: 97, 97,3 и 98,3% соответственно, то есть выше российских сортов-стандартов на 7–8%. Это существенный резерв повышения урожайности зерна.

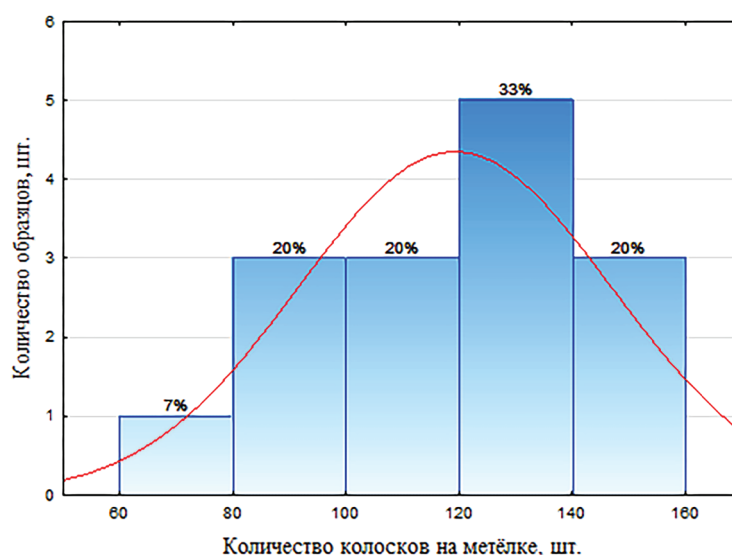


Рис. 5. Частоты распределения образцов по признаку «число колосков на метелке» (г. Пролетарск, 2018–2019 гг.)
Fig. 5. Frequencies of the samples' distribution according to the trait "number of spikelets per panicle" (Proletarsk, 2018–2019)

Важный показатель продуктивности риса – это плотность метелки, определяемая количеством колосков на каждом сантиметре ее длины. У китайских образцов плотность метелки колебалась от 4,4 до 9,4 шт./см, в то время как у Боярина она составляла 6,5, а у Южанина – 6,4 шт./см. Больше всего было образцов, у которых плотность метелки была 6–7 шт./см. Наиболее плотные метелки формировались у образцов Ляонин 12, Ляонин 8, Ляонин 14 (7,1–9,4 шт./см). Этот признак показал положительные корреляции с количеством колосков ($r = 0,85 \pm 0,14$) и массой зерен на метелке ($r = 0,64 \pm 0,20$).

Для дальнейшего изучения и использования в селекционной работе отобрали 6 образцов, хорошо вызревающих в условиях Ростовской области: Ляонин 1, Ляонин 5, Ляонин 8, Ляонин 10, Ляонин 12, Ляонин 15. Они имели следующие пределы изменчивости: по периоду до цветения – 85–97 дней; высоте растений – 83–102 см; длине метелки – 18–22 см; числу колосков на метелке – 79–158 шт.

Эти образцы, по сообщению китайских коллег, обладают генами резистентности к пирикулярриозу (*Pi*) и толерантности к засолению почвы (*Salto*).

Для создания нового сортового материала, адаптированного к почвенно-климатическим условиям Ростовской области, в 2018 г. была осуществлена гибридизация некоторых китайских образцов с местным раннеспелым сортом Контакт и получены хорошо вызревшие гибридные зерновки по комбинации

ям скрещивания Ляонин 12 × Контакт, Ляонин 15 × Контакт.

В 2019 г. другие образцы (Ляонин 5 и Ляонин 10) также удалось скрестить с раннеспелым сортом Контакт. Из гибридных расщепляющихся популяций можно будет отобрать лучшие растения для создания линий с комбинацией признаков российских и китайских сортов.

Выводы

1. Изученный набор из 15 китайских образцов риса может произрастать и вызревать в северных для него условиях Ростовской области.

2. Образцы показали широкую изменчивость по периоду вегетации «залив водой – цветение» – 85–130 дней; высоте растений – 63,3–101,7 см; длине метелки – 15,7–21,7 см; массе зерна с метелки – 0,82–4,58 г; массе 1000 зерен – 16,3–34,0 г; числу колосков на метелках – 79–158 шт.

3. Установлены положительные корреляции высоты растений с длиной метелки, массой зерна с метелки, массой 1000 зерен, количеством колосков, фертильностью. Масса зерна с метелки коррелировала с массой 1000 зерен, количеством зерен, плотностью метелки и фертильностью.

4. Для селекционной работы отобраны следующие среднеспелые образцы риса: Ляонин 1, Ляонин 5, Ляонин 8, Ляонин 10, Ляонин 12 и Ляонин 15. Получены их гибриды с раннеспелым сортом Контакт.

Библиографические ссылки

1. Дзюба В. А., Есаулова Л. В., Чухирь И. Н., Коротенко Т. Л., Зеленский А. Г. Генетика признаков соцветия риса // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 44–48. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-44-48.
2. Игнатьев С. А., Регидин А. А., Грязева Т. В., Горюнов К. Н. Результаты изучения морфо-биологических признаков образцов люцерны из Северной Америки // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 42–46. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.
3. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А. Подбор исходного материала для различных направлений селекции кукурузы на основе многокритериальной оценки // Зерновое хозяйство России. 2019. № 3(63). С. 44–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-44-47.
4. Endo-Higashi N., Izawa T. Flowering time genes Heading date 1 and Early heading date 1 together control panicle development in rice // Plant Cell Physiol. 2011. Vol. 52. Pp. 1083–1094.
5. Khush G. S. Challenges for meeting the global food and nutrient needs in the new millennium // Proceedings Nutrient Society. 2001. Vol. 60. Pp. 15–26. DOI: 10.1079/PNS200075.
6. Laza M. R. C., Peng S., Shigemitsu A., Saka H. Effect of panicle size on grain yield of IRRI-released indica rice cultivars in the wet season // Plant Production Science. 2004. Vol. 7(3). Pp. 271–276. DOI: 10.1626/pp.7.271.

7. Rabara R. C., Ferrer M. C., Calayugan M. I., Duldulao M. D., Jara-Rabara J. Conservation of rice genetic resources for food security // *Adv. Food. Technol. Nutr. Sci. Open J.* 2015. Vol. 1. Pp. 51–56. DOI: 10.17140/AFTNSOJ-SE-1-108.
8. Shi X. H., Hu R. F. Rice variety improvement and the contribution of foreign germplasms in China // *Journal of Integrative Agriculture*. 2017. Vol. 16, i. 10. Pp. 2337–2345. DOI: 10.1016/S2095-3119(16)61615-5.
9. Xing Y., Zhang Q. Genetic and Molecular bases of rice yield // *Annual Review in Plant Biology*. 2010. Vol. 61. Pp. 421–442. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042809-112209.
10. Zuo S., Kang H., Li Q., Chen Z., Zhang Y., Liu W. et al. Genome-wide association analysis on genes controlling panicle traits of varieties from international rice core collection bank and its breeding utilization // *Chin. J. Rice Sci.* 2014. Vol. 28. Pp. 649–658. DOI: 10.3969/j.issn.1001-7216.2014.06.011.

References

1. Dzyuba V. A., Esaulova L. V., Chukhir I. N., Korotenko T. L., Zelensky A. G. Genetika priznakov sotsvetiya risa [Genetics of rice inflorescence signs] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii* [Grain economy of Russia]. 2019. № 1(61). S. 44–48. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-44-48.
2. Ignatiev S. A., Regidin A. A., Grayzeva T. V., Goryunov K. N. Rezul'taty izucheniya morfo-biologicheskikh priznakov obraztsov lyutserny iz Severnoy Ameriki [The study results of morphological and biological traits of alfalfa samples from North America] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii* [Grain Economy of Russia]. 2019. № 2(62). S. 42–46. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.
3. Krivosheev G. Y., Ignatiev A. S., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A. Podbor iskhodnogo materiala dlya razlichnykh napravleniy selektsii kukuruzy na osnove mnogokriterial'noy otsenki [Selection of initial material for various areas of maize breeding based on multicriteria estimation] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii* [Grain Economy of Russia]. 2019. № 3(63). S. 44–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-44-47.
4. Endo-Higashi N., Izawa T. Flowering time genes Heading date 1 and Early heading date 1 together control panicle development in rice // *Plant Cell Physiol.* 2011. Vol. 52. Pp. 1083–1094.
5. Khush G. S. Challenges for meeting the global food and nutrient needs in the new millennium // *Proceedings Nutrient Society*. 2001. Vol. 60. Pp. 15–26. DOI: 10.1079/PNS200075.
6. Laza M. R. C., Peng S., Shigemitsu Akita S., Saka H. Effect of panicle size on grain yield of IRRI-released indica rice cultivars in the wet season // *Plant Production Science*. 2004. Vol. 7(3). Pp. 271–276. DOI: 10.1626/pp.7.271.
7. Rabara R. C., Ferrer M. C., Calayugan M. I., Duldulao M. D., Jara-Rabara J. Conservation of rice genetic resources for food security // *Adv. Food. Technol. Nutr. Sci. Open J.* 2015. Vol. 1. Pp. 51–56. DOI: 10.17140/AFTNSOJ-SE-1-108.
8. Shi X. H., Hu R. F. Rice variety improvement and the contribution of foreign germplasms in China // *Journal of Integrative Agriculture*. 2017. Vol. 16, i. 10. Pp. 2337–2345. DOI: 10.1016/S2095-3119(16)61615-5.
9. Xing Y., Zhang Q. Genetic and Molecular bases of rice yield // *Annual Review in Plant Biology*. 2010. Vol. 61. Pp. 421–442. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042809-112209.
10. Zuo S., Kang H., Li Q., Chen Z., Zhang Y., Liu W. et al. Genome-wide association analysis on genes controlling panicle traits of varieties from international rice core collection bank and its breeding utilization // *Chin. J. Rice Sci.* 2014. Vol. 28. Pp. 649–658. DOI: 10.3969/j.issn.1001-7216.2014.06.011.

Поступила: 06.03.20; принята к публикации: 17.03.20.

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

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

АГРОХИМИЯ

УДК 633.11:631.8+631.86(470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-72-76

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ И УДОБРЕНИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДОНУ

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, kuv.ek61@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;

Ю. В. Гордеева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, gordeeva_julia88@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X
Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Приведены данные по влиянию биопрепаратов Экстрасол, Росток, Аквамикс и водорастворимых удобрений Акварин 5 и Акварин 9 на урожайность и ее элементы структуры интенсивного сорта озимой пшеницы Нива Ставрополя в посевах по черному пару и полунтенсивного сорта Виктория 11 после льна на удобренном агрофоне. Установлено, что наибольшая урожайность сортов Нива Ставрополя (5,59 т/га) и Виктория 11 (3,97 т/га) формируется при совместном внесении удобрений и биопрепаратов в следующем сочетании: $P_{60}K_{40}$ до посева (по пару) и $N_{60}P_{60}K_{40}$ (по льну) + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс (0,1 л/т – обработка семян) + Акварин 5 (2 л/га в фазу кущения) + Акварин 9 (2 л/га в фазу колошения). Выявлено, что основные элементы структуры урожая по изучаемым сортам наиболее высокими были в варианте совместного применения биопрепаратов Аквамикс, Акварин 5 и Акварин 9 на удобренном фоне. Так, в среднем за 3 года по сорту Нива Ставрополя число колосьев на контроле составило 413 шт./м², а на обработанных вариантах увеличилось до 432–467 шт./м²; у сорта Виктория 11 на контроле этот показатель составил 357 шт./м² против исследуемых вариантов 379–415 шт./м². Кроме того, в сравнении с контролем увеличились и другие элементы структуры урожая: число зерен в колосе, масса зерна с 1 колоса и масса 1000 зерен.

Ключевые слова: биопрепараты, озимая пшеница, удобрения, структура урожая, урожайность.

Для цитирования: Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю. В. Влияние биопрепаратов и удобрений на элементы структуры и урожайность сортов озимой пшеницы на Дону // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-72-76.



THE EFFECT OF BIO PRODUCTS AND FERTILIZERS ON YIELD STRUCTURE ELEMENTS AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT VARIETIES GROWN IN THE DON AREA

D. A. Repka, post graduate, dmrepka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8761-1255;

L. P. Beltyukov, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department for agronomy and breeding of agricultural crops, ORCID: 0000-0003-3821-1025;

Yu. V. Gordeeva, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department for agronomy and breeding of agricultural crops, gordeeva_julia88@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X
Azov-Blacksea Engineering Institute FSBEI HE Donskoy SAU,
347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

The current paper has presented the data on the effect of bio products "Extrasol", "Rostok", "Aquamix" and water-soluble "Aquarin 5" and "Aquarin 9" on productivity and yield structure elements of the intensive winter wheat variety "Niva Stavropoliya" and the half-intensive variety "Viktoria" sown after oilseed flax on the fertilized fields. There has been established that the largest yields of the variety "Niva Stavropoliya" (5.59 t/ha) and of the variety "Viktoria" (3.7 t/ha) were formed under the compound use of fertilizers and bio products as follow: $P_{60}K_{40}$ before sowing (in a weedfree fallow) and $N_{60}P_{60}K_{40}$ (sown after oilseed flax) + N_{30} in the tillering phase + N_{30} in the phase of head formation + "Aquamix" (0.1 l/t in seed treatment) + "Aquarin 5" (2 l/ha in the tillering phase) + "Aquarin 9" (2 l/ha in the phase of head formation). There has been identified that the main yield structure elements of the studied varieties showed their largest values under the compound use of the bio products "Aquamix" and water-soluble "Aquarin 5" and "Aquarin 9" on the fertilized fields. On average for 3 years the variety "Niva Stavropoliya" showed the increase of 'number of ears' from 413 pcs per m² in the control variant, and to 432–467 pcs per m² in the treated variants. the variety "Victoria 11" had 357 pcs per m² in the control variant and 379–415 pcs per m² in the treated variants. In addition, in comparison with the control variants, there has been identified an increase of other yield structure elements, namely "number of grains per head", "grain weight per head" and "1000-grain weight".

Keywords: bio drugs, winter wheat, fertilizers, yield structure, productivity.

Введение. В условиях Южного федерального округа озимая пшеница обладает большими потенциальными возможностями формирования высокой урожайности и качества зерна при создании оптимальных условий питания растений (Грабовец и Фоменко, 2007; Малюга и др., 2004). При корневом питании растений из почвенного раствора усваивается около 70 химических элементов (Муравин и Титова, 2010). В производственных условиях чаще всего растения

обеспечиваются тремя основными макроэлементами (N, P и K), опуская при этом важность применения микроэлементов (Осипова и Дорошко, 1981; Гармаш и Гармаш, 2010). Недостаток микроэлементов приводит не только к снижению урожайности и качества продукции, но и к заболеваниям людей через продукты питания и животных, через корма (Алабушев и др., 2009). В то же время целым рядом краткосрочных полевых опытов установлена высокая эффективность

микроэлементов при обработке ими семян и вегетирующих растений (Рудометкина и др., 2014). Особенно высокоэффективны микроэлементы в хелатной форме, которые в отличие от минеральных солей не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе, нетоксичны, высокорастворимы в воде и поэтому хорошо адсорбируются на поверхности листа. В связи с этим повышается всхожесть семян, улучшаются условия питания, увеличиваются темпы роста и развития растений, что положительно влияет на урожайность и качество продукции (Хорошкин, 2012; Закиров и др., 2014).

Целью наших исследований было определение влияния биопрепаратов и удобрений на элементы структуры и урожайность сортов озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в южной зоне Ростовской области по методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (СПК СА «Русь» Сальского района). Почва опытных полей представлена черноземом обыкновенным со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя почвы: гумус – 3%; P_2O_5 – 18–23; K_2O – 340–400 мг/кг почвы. Объектами исследований были сорта Нива Ставрополя в посевах по предшественнику черный пар как сорт интенсивного типа с нормой высева 400 всхожих зерен на 1 м² и Виктория 11 – полунинтенсивный сорт по предшественнику лен масличный с нормой 500 всхожих зерен на 1 м².

В годы проведения опытов погодные условия сложились различно как по сумме осадков, так и по температурному режиму, что позволило более объективно оценить изучаемые биопрепараты. В целом более благоприятные условия, особенно по распределению осадков в период вегетации, сложились в 2017 г., когда и была получена максимальная урожайность в опытах по обоим сортам озимой пшеницы.

Посев изучаемых сортов проводили элитными семенами сеялкой СЗ-5,4 в оптимальные для зоны сроки посева. Учетная площадь делянки – 0,25 га, повторность – четырехкратная. Минеральные удобрения в виде фона вносимых под основную обработку почвы: по предшественнику черный пар – $P_{60}K_{40}$ под вспашку, по предшественнику лен – $N_{60}P_{60}K_{40}$ под дискование. Дополнительно к этому по обоим сортам проводили по две азотные подкормки по N_{30} в фазы кущения и колошения.

В опытах изучали следующие биопрепараты:

1. Экстрасол – основу препарата составляет бактерия *Bacillus subtilis* – одна из немногих бактерий, способная к спорообразованию. Экстрасол способен

выдерживать отрицательные температуры, использоваться в баковой смеси с химическими препаратами и минеральными удобрениями. Важнейшим его достоинством является продуцирование антибиотиков, влияющих на уничтожение вредной микрофлоры, болезней и корневых гнилей.

2. Росток – регулятор роста адаптоген и антистрессант, выпускается в жидком виде. Его основу составляют гуминовые аминокислоты, полученные из торфа. Препарат предназначен для регулирования роста и развития растений, снятия стрессовых воздействий, повышения урожайности и качества зерна.

3. Аквамикс – комплексное микроудобрение с содержанием пяти основных микроэлементов в форме хелатов: Fe – 2,10; Mn – 2,57; Zn – 0,53; Cu – 0,53; Ca – 2,57%. Кроме того, содержит в своем составе азот, фосфор, калий, бор, молибден. Предназначен для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки при резком дефиците указанных выше микроэлементов.

4. Акварин – комплексное водорастворимое удобрение для проведения внекорневых подкормок. Содержит микроэлементы в форме хелатов: Fe – 0,054; Mn – 0,042; Zn – 0,014; Cu – 0,01; Mo – 0,004; B – 0,02%. На зерновых культурах Акварин рекомендуется применять два раза: 1-я подкормка – в фазе кущения, 2-я подкормка – в фазе колошения.

Обработку семян биопрепаратами проводили в день посева, а обработку растений – по вегетации в те же фазы, что и азотные подкормки. Полная схема опытов приведена в таблицах по урожайности.

Результаты и их обсуждение. Продуктивность растений является одним из основных показателей эффективности агроприемов, внедряемых в производство. Поэтому чем лучше удовлетворены потребности растений озимой пшеницы во влаге и элементах питания, тем выше формируются урожайность и качество зерна.

Исследования, проведенные нами, показали, что уровень урожайности изучаемых сортов озимой пшеницы зависел от погодных условий года, предшественника и применяемых в опыте удобрений и биопрепаратов.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что наибольшая урожайность зерна во все годы исследований была по сорту Нива Ставрополя в посевах по предшественнику черный пар в сравнении с сортом Виктория 11 в посевах по предшественнику лен (табл. 1). Это объясняется лучшими условиями водного и пищевого режимов почвы, сложившимися по этому предшественнику.

1. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и ее элементы структуры озимой пшеницы

Нива Ставрополя по черному пару (2016–2018 гг.)

1. The effect of biological products on productivity of the winter wheat variety “Niva Stavropoliya” sown in weedfree fallow (2016–2018)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Количество колосьев, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Контроль без удобрений, ОС* (водой)	4,12	413	38	1,12	35,8
Фон $P_{60}K_{40}$ под вспашку + N_{30} кущение + N_{30} колошение	4,73	432	39	1,18	36,6
Фон + Экстрасол 1 л/т	5,13	452	40	1,19	37,6
Фон + Экстрасол 1 л/т ОС + Экстрасол 1 л/га OP_1^{**} + Экстрасол 1 л/га OP_2^{***}	5,28	452	42	1,23	36,7
Фон + Росток 0,5 л/га	5,12	453	40	1,20	36,5
Фон + Росток 0,5 л/га ОС + Росток 0,5 л/га OP_1 + Росток 0,5 л/га OP_2	5,31	449	42	1,26	37,1

Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС	5,29	456	41	1,25	36,9
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1	5,37	457	42	1,27	37,4
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 5 2 кг/га OP_2	5,50	461	42	1,30	37,7
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 9 2 кг/га OP_2	5,59	467	42	1,31	37,6
НСР ₀₅	0,14–0,19	–	–	–	–

Примечание: *ОС – обработка семян; ** OP_1 – обработка растений в фазу кущения; *** OP_2 – обработка растений в фазу колошения.

В разрезе изучаемых лет в посевах по черному пару озимая пшеница сформировала максимальную урожайность в самом благоприятном 2017 г., которая составила по вариантам опыта 4,85–6,95 т/га; несколько ниже она была в 2016 г. – 4,05–5,70 т/га и самая низкая в 2018 г. – 3,46–4,18 т/га. В среднем за 3 года урожайность на контроле составила 4,12 т/га. Внесение минеральных удобрений в виде фона $P_{60}K_{40}$ до посева и двух азотных подкормок по N_{30} способствовало росту урожайности до 4,73 т/га.

Следует отметить, что применение всех изучаемых биопрепаратов на удобренном фоне положительно влияло на рост урожайности в сравнении с контролем. Так, применение одного биопрепарата Экстрасол при обработке семян выразилось прибавкой урожайности 1,01 т/га, а проведение двух дополнительных обработок этим же биопрепаратом в фазы кущения и колошения увеличило прирост урожайности до 1,16 т/га.

Аналогичные данные по приросту урожайности были получены при изучении другого биопрепарата – Росток. Так, внесение одного биопрепарата Росток при обработке семян выразилось приростом урожайности до 1,00 т/га, а с использованием дополнительных подкормок по вегетации растений – до 1,19 т/га. Следует отметить, что среди биопрепаратов, используемых только для обработки семян, лучшие результаты были получены по Аквамиксу – здесь прирост урожайности составил 1,17 т/га к контролю. Дополнительное использование водорастворимых хелатных удобрений типа Акварин для обработки растений в различных сочетаниях в комплексе с препаратом

Аквамикс способствовало дальнейшему росту урожайности: 1,25; 1,38 и 1,47 т/га. Здесь максимальные показатели по урожайности сорта Нива Ставрополя в посевах по черному пару (5,59 т/га) были получены в варианте $P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс 0,1 л/т (обработка семян) + Акварин 5 2 кг/га (в фазу кущения) + Акварин 9 2 кг/га (в фазу колошения).

Применение биопрепаратов и удобрений изменяло и показатели элементов структуры урожая. Поэтому формирование высокой урожайности напрямую зависит от каждого из элементов структуры урожая, а именно: числа колосьев на единицу площади, числа зерен и их массы с колоса и массы 1000 зерен.

В среднем за годы изучения в наших опытах при возделывании озимой пшеницы Нива Ставрополя по черному пару число колосьев на 1 м² в контроле составило 413 шт., а на удобренных вариантах увеличилось до 432–467 шт./м². Кроме того, увеличились аналогично и другие элементы структуры урожая: число зерен в колосе – с 38 шт. на контроле до 39–42 шт. на исследуемых вариантах опыта; масса зерна с одного колоса – с 1,12 до 1,18–1,31 г; масса 1000 зерен – с 35,8 до 36,5–37,7 г.

В посевах по непаровому предшественнику (льну масличному) сорт озимой пшеницы Виктория 11 сформировал более низкую урожайность во все годы изучения, чем сорт Нива Ставрополя в посевах по черному пару, в силу сложившихся более жестких условий водного и пищевого режимов почвы по этому предшественнику (табл. 2).

2. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и элементы структуры озимой пшеницы Виктория 11 по льну (2016–2018 гг.)

2. The effect of biological products on productivity of the winter wheat variety "Victoriya 11" sown after oilseed flax (2016–2018)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Количество колосьев, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Контроль без удобрений, ОС* (водой)	2,97	357	33	0,94	35,9
Фон $N_{60}P_{60}K_{40}$ под дискование + N_{30} кущение + N_{30} колошение	3,42	379	34	0,97	36,6
Фон + Экстрасол 1 л/т	3,57	387	35	0,99	36,9
Фон + Экстрасол 1 л/т ОС + Экстрасол 1 л/га OP_1^{**} + Экстрасол 1 л/га OP_2^{***}	3,75	384	37	1,04	37,2
Фон + Росток 0,5 л/га	3,63	379	35	1,03	36,8
Фон + Росток 0,5 л/га ОС + Росток 0,5 л/га OP_1 + Росток 0,5 л/га OP_2	3,79	388	37	1,06	37,3
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС	3,62	397	36	0,99	37,2
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1	3,80	409	36	1,03	37,6

Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 5 2 кг/га OP_2	3,86	414	37	1,06	37,9
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 9 2 кг/га OP_2	3,97	415	37	1,07	38,0
НСР ₀₅	0,15-0,18	—	—	—	—

Примечание: *ОС – обработка семян; ** OP_1 – обработка растений в фазу кущения; *** OP_2 – обработка растений в фазу колошения.

В среднем за годы изучения урожайность зерна на контрольном варианте составила 2,97 т/га. Внесение минеральных удобрений в виде фона $N_{60}P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения выразилось увеличением урожайности на 0,45 т/га. В дальнейшем на удобренном фоне одноразовое применение биопрепаратов Экстрасол, Росток и Аквамикс при обработке семян повысило прибавку урожая до 0,60; 0,66 и 0,65 т/га соответственно. Дополнительное применение к этим вариантам двух обработок по вегетации растений указанными биопрепаратами послужило дальнейшему росту урожайности на 0,78; 0,82 и 0,89 т/га.

Однако максимальная урожайность озимой пшеницы Виктория 11 в посевах по льну (3,97 т/га, в том числе прибавка к контролю 1,0 т/га) была получена в варианте, включающем в себя комплексное применение минеральных удобрений и биопрепаратов в следующем составе: $N_{60}P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс 0,1 кг/т – обработка семян + Акварин 5 – 2 кг/га в кущение + Акварин 9 – 2 кг/га в фазу колошения.

Формирование урожайности озимой пшеницы Виктория 11 определялось формированием элементов структуры урожая, которые в наших опытах изменялись под действием погодных условий и внесения удобрений и биопрепаратов.

В разрезе изучаемых лет нами не установлено четкой закономерности изменения величины отдельных элементов структуры урожая в зависимости от погодных условий года. Так, наибольшее количество продуктивных стеблей озимой пшеницы в целом по опыту сформировалось в 2016 г. – 386–454 шт./м², а наименьшее в 2018 г. – 344–377 шт./м². Максимальное число зерен в колосе в количестве 36–41 шт. и масса 1000 зерен 43,0–44,5 г были отмечены нами в 2017 г., а самые низкие – 31–36 шт. и 30,2–33,7 г соответственно – в 2016 г. Более высокая масса зерна с 1 колоса была в 2016 г. (0,94–1,14 г), а меньшая – в 2018 г. (0,90–1,01 г).

В среднем за 3 года число колосьев на контроле составило 357 шт./м² против исследуемых вариантов 379–415 шт./м², то есть удобрения и биопрепараты так же, как и в посевах по черному пару, увеличивали этот и другие показатели элементов структуры урожая. Так, количество зерен в колосе увеличилось с 33 до 34–37 шт.; масса зерна с 1 колоса – с 0,94 до 0,97–1,07 г и масса 1000 зерен – с 35,9 до 36,6–38,0 г соответственно.

Подводя итог по результатам исследования элементов структуры урожая сортов озимой пшеницы Нива Ставрополя в посевах по черному пару и Виктория 11 по льну, необходимо отметить, что только при их оптимальном сочетании возможно получение максимальной урожайности при совместном применении биопрепаратов и удобрений.

Выводы

1. В условиях южной зоны Ростовской области применение биопрепаратов Экстрасол, Росток, Аквамикс и водорастворимых удобрений Акварин 5 и Акварин 9 на удобренном агрофоне положительно влияло на рост урожайности озимой пшеницы.

2. Максимальную урожайность зерна сорт озимой пшеницы Нива Ставрополя по предшественнику черный пар (5,59 т/га) и сорт Виктория 11 по предшественнику лен масличный (3,97 т/га) формировали при совместном применении удобрений и биопрепаратов в следующем варианте: до посева $P_{60}K_{40}$ (по пару) и $N_{60}P_{60}K_{40}$ (по льну) + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс (0,1 л/т – обработка семян) + Акварин 5 (2 кг/га в кущение) + Акварин 9 (2 кг/га в фазу колошения).

3. Применение удобрений и биопрепаратов изменяло показатели элементов структуры урожая у изучаемых сортов озимой пшеницы. Их положительное влияние выражалось в увеличении числа продуктивных стеблей на единице площади, озерненности колоса, массы 1000 зерен и массы зерна с колоса, что и способствовало повышению урожайности.

Библиографические ссылки

- Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В. Применение жидких комплексных удобрений в растениеводстве. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2009. С. 10–11.
- Гармаш Н. Ю., Гармаш Г. А. Комплексное применение гуминовых препаратов и микроэлементов в интенсивных технологиях производства зерновых культур // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве: сб. материалов VI Междунар. конференции Radostim 2010 (24–25 ноября 2010 г.). Краснодар: КубГАУ, 2010. С. 88–89.
- Грабовец А. И., Фоменко М. А. Озимая пшеница. Ростов н/Д.: Юг, 2007. 600 с.
- Закиров Э. Ш., Сагитова Р. Н. Влияние хелатных микроудобрений на урожайность и качественные характеристики растениеводческой продукции // Агрохимический вестник. 2014. № 4. С. 9–12.
- Малюга Н. Г. Агротехнология, урожай и качество зерна озимой пшеницы на Кубани. Краснодар, 2004. 250 с.
- Муравин Э. А., Титова В. И. Агрохимия. М.: КолосС, 2010. 463 с.
- Осипова П. М., Дорошко Г. Р. Применение удобрений микроэлементов и регуляторов роста в сельском хозяйстве. Ставрополь, 1981. С. 50–56.
- Рудометкина В. М., Васильева Н. А. Рациональное использование минеральных удобрений // Рынок АПК. 2014. № 10(132). С. 18–19.
- Хорошкин А. Б. Листовые подкормки микроудобрениями зерновых культур // Поле деятельности. 2012. № 3. С. 28–30.

References

1. Alabushev A. V., Yankovskij N. G., Ovsyannikova G. V. *Primenenie zhidkih kompleksnyh udobrenij v rastenievodstve* [The use of liquid complex fertilizers in plant breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2009. S. 10–11.
2. Garmash N. Yu., Garmash G. A. *Kompleksnoe primeneniye guminovyh preparatov i mikroelementov v intensivnyh tekhnologiyah proizvodstva zernovyh kul'tur* [The integrated use of humus preparations and microelements in intensive production technologies for grain crops] // *Biologicheskie preparaty i regulatory rosta rastenij v sel'skom hozyajstve: sb. materialov VI Mezhdunar. konferencii Radostim 2010 (24–25 noyabrya 2010 g.)*. Krasnodar: KubGAU, 2010. S. 88–89.
3. Grabovec A. I., Fomenko M. A. *Ozimaya pshenica* [Winter wheat]. Rostov n/D.: Yug, 2007. 600 s.
4. Zakirov E. Sh., Sagitova R. N. *Vliyanie helatnyh mikroudobrenij na urozhajnost' i kachestvennye harakteristiki rastenievodcheskoj produkcii* [The effect of chelated micronutrient fertilizers on qualitative characteristics of grain production] // *Agrohimicheskij vestnik*. 2014. № 4. S. 9–12.
5. Malyuga N. G. *Agrotekhnologiya, urozhaj i kachestvo zerna ozimoj pshenicy na Kubani* [Agrotechnology, harvest and grain quality of winter wheat in the Kuban area]. Krasnodar, 2004. 250 s.
6. Muravin E. A., Titova V. I. *Agrohimiya* [Agricultural chemistry]. M.: KolosS, 2010. 463 s.
7. Osipova P. M., Dorozhko G. R. *Primeneniye udobrenij mikroelementov i regulyatorov rosta v sel'skom hozyajstve* [The use of micronutrient fertilizers and growth regulators in agriculture]. Stavropol', 1981. S. 50–56.
8. Rudometkina V. M., Vasil'eva N. A. *Racional'noe ispol'zovanie mineral'nyh udobrenij* [Rational use of mineral fertilizers] // *Rynok APK*. 2014. № 10(132). S. 18–19.
9. Horoshkin A. B. *Listovye podkormki mikroudobreniyami zernovyh kul'tur* [Foliage feeding with microfertilizers of grain crops] // *Pole deyatel'nosti*. 2012. № 3. S. 28–30.

Поступила: 30.10.19; принята к публикации: 19.11.20.

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. Бельтюков Л. П. – концептуализация исследования; Репка Д. А. – подготовка опыта, выполнение полевых, лабораторных опытов и сбор данных; Репка Д. А., Бельтюков Л. П. – анализ данных и их интерпретация; Гордеева Ю. В. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.