

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

4(70)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, academician of RAS (Zernograd, Russia);
Batalova G. A., Federal Agricultural Research Center of the East named N. V. Rudnitsky – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Kirov, Russia);
Bespalova L. A., "P. P. Lukyanenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Vislobokova L. N., Tambov branch of the "Russian Agricultural Center" – Cand. Sci. (Agriculture) (Tambov, Russia);
Gontcharenko A. A., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Odintsovo, Russia);
Zezin N. N., Uralsky Research Institute of Agriculture – Dr. Sci. (Agriculture) (Ekaterinburg, Russia);
Lukomets V. M., Federal Scientific Center "V. S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil crops" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Medvedev A. M., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Odintsovo, Russia);
Dolzhenko V. I., All-Russian Research Institute of Plant Protection – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Volkova G. V., All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection – Dr. Sci. (Biology) (Krasnodar, Russia);
Podkolzin A. I., Stavropol'sky State Agricultural University – Dr. Sci. (Biology), professor (Stavropol, Russia);
Nazarenko O. G., State Center of Agrochemical Service "Rostovsky" – Dr. Sci. (Biology), professor (Rassvet, Russia);
Romanenko A. A., "P. P. Lukyanenko National Center of Grain" – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Krasnodar, Russia);
Sandukhadze B. I., Federal Research Center "Nemchinovka" – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Odintsovo, Russia);
Sotchenko V. S., All-Russian Research Institute of Maize – Dr. Sci. (Agriculture), academician of RAS (Pyatigorsk, Russia);
Khramtsov I. F., Omsk Agrarian Scientific Center – Dr. Sci. (Agriculture), professor, academician of RAS (Omsk, Russia);
Shevchenko S. N., Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences – Dr. Sci. (Agriculture), corresponding member of RAS (Samara, Russia);
Le Lun 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 Минобрнауки России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,464 (2018).

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

Перевод на английский язык – Скуйбекина О. Н.
Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 28.08.2020.
Дата выхода 28.08.2020. Формат 60х84/8. Тираж 300. Заказ № 00/0000.
Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Магомедов Н. Р., Магомедов Н. Н., Абдуллаев Ж. Н., Гаджиев М. М. Влияние приемов возделывания на продуктивность перспективного сорта озимой твердой пшеницы Крупинка в Дагестане 3

Барковская Т. А., Гладышева О. В. Сортвые особенности формирования урожайности и технологических показателей качества зерна у сорта яровой пшеницы Агата в зависимости от уровня влагообеспеченности 9

Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю., Кравченко Н. С. Сравнительная оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по показателям качества 14

Девяткин С. А., Девяткина Т. Ф., Баторшин Р. Ф., Боцкарев Д. В. Совершенствование технологии возделывания ярового рапса на маслосемена в условиях юга Нечерноземной зоны 19

Регидин А. А., Игнатиев С. А. Результаты создания перспективных сортов эспарцета для различных условий юга России 23

Максимов В. А., Золотарева Р. И., Лапшин Ю. А. Влияние минеральных удобрений на экономические показатели возделываемых сортов озимой ржи в условиях Республики Марий Эл 27

Некрасова О. А., Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Марченко Д. М., Иванисов М. М. Качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника 31

Филатова И. А. Факториальные составляющие продуктивности гороха с усатым и листочковым морфотипом 36

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Лепешко Е. С., Костылева Л. М., Усатенко Т. В. Оценка комбинационной способности линий подсолнечника 40

Костылев П. И., Аксенов А. В., Краснова Е. В. Анализ наследования признаков у гибрида риса от скрещивания суходольного образца Контро с продуктивным сортом Кубояр 44

Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Нестеренко В. В., Серкин Н. В., Кузнецова Т. Е. Итоги сотрудничества ФГБНУ «АНЦ «Донской» и ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» по селекции озимого ячменя 50

Морозов Н. А., Иванов В. В., Самсонов И. В. Корона – новый адаптивный сорт озимой мягкой пшеницы для Северо-Кавказского региона 56

Черткова Н. Г., Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Филенко Г. А. Семеноводство и периоды сортосмены ярового ячменя в ФГБНУ «АНЦ «Донской» 61

Шишова Е. А., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А. Подбор родительских пар и изучение новых сорго-суданковых гибридов 65

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Волкова Г. В., Матвеева И. П., Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Марченко Д. М. Источники устойчивости к желтой ржавчине (возбудитель *Puccinia striiformis* West.) среди селекционного и коллекционного материала озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» 69

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

Magomedov N. R., Magomedov N. N., Abdullaev Zh. N., Gadzhiev M. M. The effect of cultivation techniques on the productivity of the promising winter durum wheat variety "Krupinka" in Dagestan 3

Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V. The varietal features of the yield formation and technological indicators of grain quality of the spring wheat variety "Agata", depending on a moisture supply degree 9

Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas I. A., Romanyukina I. V., Chukhnenko Yu. Yu., Kravchenko N. S. Comparative estimation of winter bread wheat varieties in an inter-station trials due to their quality indicators 14

Devyatkin S. A., Devyatkina T. F., Batorshin R. F., Bochkarev D. V. Improvement of the cultivation technology of spring oilseed rape for oilseeds in the south of the Non-blackearth (chernozem) zone 19

Regidin A. A., Ignatiev S. A. The results of the development of the promising sainfoin varieties adapted for various conditions in the south of Russia 23

Maksimov V. A., Zolotareva R. I., Lapshin Yu. A. The effect of mineral fertilizers on the economic traits of the cultivated winter rye varieties in the Republic of Mari El 27

Nekrasova O. A., Kravchenko N. S., Ignatieva N. G., Marchenko D. M., Ivanisov M. M. Grain quality of the winter soft wheat varieties depending on the forecrops 31

Filatova I. A. The factorial productivity components of peas with leafless and leafy morphotypes 36

PLANT-BREEDING AND SEED PRODUCTION
OF AGRICULTURAL CROPS

Lepeshko E. S., Kostyleva L. M., Usatenko T. V. The estimation of the combining ability of sunflower lines 40

Kostylev P. I., Aksenov A. V., Krasnova E. V. The analysis of trait inheritance of rice hybrid from the crossing of the upland rice sample "Kontro" with the productive rice variety "Kuboyar" 44

Filippov E. G., Dontsova A. A., Dontsov D. P., Nesterenko V. V., Serkin N. V., Kuznetsova T. E. The results of cooperation between FSBSI "ARC "Donskoy" and FSBSI "NCG named after P. P. Lukiyanenko" in winter barley breeding 50

Morozov N. A., Ivanov V. V., Samsonov I. V. "Korona" is the new adaptable winter bread wheat variety for the North-Caucasus region 56

Chertkova N. G., Skvortsova Yu. G., Firsova T. I., Filenko G. A. Seed production and variety changing periods of spring barley in the FSBSI "ARC "Donskoy" 61

Shishova E. A., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A. Selection of parental pairs and study of new sorghum-Sudan hybrids 65

PLANT PROTECTION

Volkova G. V., Matveeva I. P., Derova T. G., Shishkin N. V., Marchenko D. M. The sources of yellow rust resistance (the causative agent *Puccinia striiformis* West.) among the breeding and collection material of winter wheat developed in the FSBSI "ARC "Donskoy" 69

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.11:631.52(470.67)

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-3-8

**ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ
ПЕРСПЕКТИВНОГО СОРТА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ КРУПИНКА
В ДАГЕСТАНЕ**

Н. Р. Магомедов, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией по семеноводству, nurislan42@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4393-3321;

Н. Н. Магомедов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории по семеноводству, nazim.magomedov.78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3790-2588;

Ж. Н. Абдуллаев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории по семеноводству, abdullaew_67@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9389-647X;

М. М. Гаджиев, аспирант, marat_marat.1979@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2522-3249

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»,
367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, пр-т Акушинского, мкр-н Научный городок,
ул. Абдуразака Шахбанова, 30; e-mail: niva1956@mail.ru

Приведены результаты изучения продуктивности нового сорта озимой твердой пшеницы Крупинка в зависимости от доз минеральных удобрений на фоне поливного полупара и полупаровой системы обработки почвы на лугово-каштановой почве тяжелого механического состава в условиях орошения равнинной зоны Дагестана. Цель исследований – получение экспериментальных данных для разработки экономически эффективной и экологически безопасной ресурсосберегающей технологии возделывания перспективного сорта озимой твердой пшеницы Крупинка. Новизна исследований заключена в изучении и установлении оптимальных доз минеральных удобрений и системы обработки почвы под озимую твердую пшеницу, обеспечивающих значительное повышение урожайности и качества зерна. Максимальная урожайность сорта Крупинка (5,45 т/га) в среднем за 2014–2018 гг. достигнута в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы. Внесение половинной дозы минеральных удобрений ($N_{90}P_{50}$) способствовало снижению урожайности зерна при той же полупаровой системе обработки почвы на 0,48 т/га, или на 8,8%. В вариантах поливного полупара при внесении повышенной дозы минеральных удобрений показатель урожайности зерна был ниже по сравнению с полупаровой системой на 0,46 т/га, или на 8,4%.

Ключевые слова: лугово-каштановая почва, дозы удобрений, системы обработки почвы, озимая твердая пшеница, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Магомедов Н. Р., Магомедов Н. Н., Абдуллаев Ж. Н., Гаджиев М. М. Влияние приемов возделывания на продуктивность перспективного сорта озимой твердой пшеницы Крупинка в Дагестане // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 3–8. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-3-8.

**THE EFFECT OF CULTIVATION TECHNIQUES ON THE PRODUCTIVITY
OF THE PROMISING WINTER DURUM WHEAT VARIETY “KRUPINKA” IN DAGESTAN**

N. R. Magomedov, Doctor of Agricultural Sciences, head of the laboratory for seed production, nurislan42@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4393-3321;

N. N. Magomedov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for seed production, nazim.magomedov.78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3790-2588;

Zh. N. Abdullaev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for seed production, abdullaew_67@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9389-647X;

M. M. Gadzhiev, post graduate, marat_marat.1979@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2522-3249

Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan,
367014, Republic of Dagestan, Makhachkala, Akushinsky Prosp., Nauchny Gorodok, Abdurazak Shakhbanov Str.,
30; e-mail: niva1956@mail.ru

There have been presented the study results of productivity of the new winter durum wheat variety “Krupinka” depending on the doses of mineral fertilizers against the background of irrigated bastard fallow and clover fallow systems of soil cultivation on meadow-chestnut soil of heavy texture under irrigation of the plain zone of Dagestan. The purpose of the study was to obtain experimental data for the development of an economically effective and environmentally friendly resource-saving technology for the cultivation of a promising winter durum wheat variety “Krupinka”. The urgency of the research was in the study and identification of optimal doses of mineral fertilizers and soil cultivation systems for winter durum wheat, providing a significant increase of yield and grain quality. The maximum productivity of the variety “Krupinka” 5.45 t/ha, on average for 2014–2018, was obtained when applying an increased dose of mineral fertilizers ($N_{180}P_{100}$) at a bastard fallow tillage. The application of a half dose of mineral fertilizers ($N_{90}P_{50}$) has decreased grain productivity at the same bastard fallow tillage on 0.48 t/ha, or 8.8%. In the variants of the irrigated bastard fallow, with the application of an increased dose of mineral fertilizers, the grain productivity was lower in comparison with the bastard fallow tillage on 0.46 t/ha, or 8.4%.

Keywords: meadow-chestnut soil, doses of fertilizers, tillage systems, winter durum wheat, productivity, grain quality.

Введение. В увеличении производства зерна лучшего качества ведущая роль принадлежит твердой пшенице. Зерно твердой пшеницы отличается высоким содержанием белка, клейковины, стекловид-

ностью, натурой и большим процентом выхода муки (Магомедов, 2012; Пасько, 2008; Федотов и др., 2002).

Уникальность твердой пшеницы заключается в том, что исключительно из ее сортов получается

специальная крупнозернистая мука – крупка, которая служит незаменимым сырьем для изготовления макаронных изделий. Прочность макарон, изготовленных из муки озимой твердой пшеницы, при длительном хранении увеличивается, а из мягких – падает (Пасько и др., 2011).

Выбор сорта – определяющий фактор интенсификации агротехнологий и в то же время самый малозатратный. Только благодаря правильному подбору сорта можно повысить урожайность культуры на 30–50%. На этапе выбора сорта определяющими факторами являются урожайность и качество продукции, а также возможность выращивания в конкретных почвенно-климатических условиях, устойчивость к болезням, вредителям и сорнякам, морозо- и зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию и осыпанию, то есть адаптивность к неблагоприятным условиям возделывания (Алабушев и др., 2011).

В Республике Дагестан твердую пшеницу возделывали еще в 1856 г. А. И. Бажанов описывает твердую пшеницу, разводимую на Кавказе в районе г. Дербента (на юге Дагестана), под местным названием Сары-Бугда. В основном посевы твердой пшеницы сосредоточены в низменной и предгорной частях Дагестана (Магомедов, 2012).

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2014–2018 гг. на лугово-каштановой почве тяжелого механического состава, средней степени окультуренности в полевых опытах, заложенных в ФГУП им. Кирова Хасавюртовского района на основе методических рекомендаций «Моделирование зональных систем земледелия полевых экспериментов» (Кирюшин и др., 1990), «Методика определения эколого-экономической эффективности сельскохозяйственного производства» (М., 1992), «Методика полевого опыта» (Доспехов, 1985).

В целях изучения влияния систем обработки почвы на плодородие и продуктивность озимой пшеницы сорта Крупинка проводили следующие учеты и наблюдения:

- влажность почвы – методом высушивания в активном слое (0–60 см) послойно через каждые 10 см как перед посевом, так и перед уборкой урожая;
- плотность почвы – общепринятым методом по слоям 0–10, 10–20 см;
- гумус – по Тюрину;
- гидролизующий азот – по Тюрину – Кононовой;
- содержание нитратного азота – по Грандваль – Ляжу;
- фосфор – по Мачигину;
- калий – в 1%-й углеаммонийной вытяжке.

Учет количества сорняков и определение их видового состава проводили количественно-весовым методом на закрепленных участках площадью 0,25 м²

перед посевом и перед уборкой урожая. Урожайность определяли методом сплошного комбайнирования. Статистическую обработку урожайных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием ПК (Доспехов, 1985).

Сорт высевали на трех уровнях минерального питания:

1. Без удобрения (контроль).
2. N₉₀P₅₀ (N₁₀P₅₀ аммофоса – под основную обработку; N₃₀ аммиачной селитры – в фазе кущения; N₃₀ – в фазе выхода в трубку; N₂₀ карбомида – в фазе колошения).
3. N₁₈₀P₁₀₀ (N₁₂₀P₁₀₀ – под основную обработку; N₆₀ – в фазе кущения; N₆₀ – в фазе выхода в трубку; N₄₀ – в фазе колошения).

Изучали две системы обработки почвы:

1-я – обработка почвы по системе поливного полупара, контроль, которая заключалась в проведении: а) влагозарядкового полива вслед за уборкой предшественника с использованием оставшейся оросительной сети нормой 1200 м³/га; б) 2–3 дискований на 12–15 см по мере отрастания сорняков, июль – август (ДТ-75М+БДТ-3); в) отвальной вспашки на 20–22 см в начале второй декады сентября (Т-150+ПЛН-4-35); г) продольно-поперечного дискования с одновременным боронованием во второй декаде сентября (ДТ-75М+БДТ-3+ЗБЗСС-1).

2-я – полупаровая система обработки почвы: а) лущение стерни на глубину 6–8 см вслед за уборкой предшественника (Т-150+ЛДГ-5); б) отвальная вспашка на 20–22 см в третьей декаде июля (Т-150+ПЛН-6-35); в) выравнивание поверхности почвы выравнителем (МВ-6) после вспашки; г) влагозарядковый полив нормой 1200 м³/га в третьей декаде августа; д) дискование на 12–15 см с одновременным боронованием перед посевом (ДТ-75М+БДТ-3+ЗБЗСС-1).

Площадь листовой поверхности растений определяли по формуле:

$$S = 0,67 \cdot l \cdot a,$$

где S – площадь листовой поверхности; l – длина листа; а – ширина листа в наиболее широкой ее части.

Накопление воздушно-сухой массы растений определяли путем высушивания отобранных растений до постоянного веса в проветриваемом помещении, а абсолютно-сухой массы – методом высушивания.

По данным площади листовой поверхности и продолжительности прохождения каждой фазы определяли динамику формирования фотосинтетического потенциала, а по данным накопления органической массы – чистую продуктивность фотосинтеза растений (Ничипорович и Строганова, 1982).

1. Агрохимическая характеристика опытного участка 1. Agrochemical characteristics of the experimental plot

Глубина, см	Содержание гумуса, %	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
		содержание, мг/100 г почвы		
0–20	2,5	5,4	1,6	38,4
20–40	2,0	3,5	1,2	32,6

Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН = 7,2). Плотность пахотного слоя (0–30 см) почвы – 1,28 г/см³.

Технология возделывания озимой твердой пшеницы, кроме изучаемых вопросов, соответствовала существующим в зоне рекомендациям. Предшественником все три года была озимая пшеница.

Территория опытного участка расположена на Терско-Сулакской подпровинции, характеризую-

щейся засушливостью и умеренно жарким климатом. По среднееголетним данным, температура самого теплого месяца (июля) составляет 24,5 °С, самого холодного (января) – 0,8 °С при среднегодовой температуре 11,6 °С. Годовое количество осадков составляет 460 мм, из которых 51,6% выпадает в период вегетации.

В 2014 г. осадков выпало больше среднееголетнего показателя на 46 мм (506 мм при 460 мм

среднеголетнего показателя). В остальные годы количество осадков было близким к многолетним показателям. Температурные условия в основном соответствовали многолетним показателям.

Наименьшая относительная влажность воздуха за годы проведения исследований отмечена в июле 2014, 2015 гг. и в июне – июле 2018 г., где эти показатели составили соответственно 56, 57 и 56% при среднем многолетнем показателе 56% и отрицательного влияния на урожайность озимой твердой пшеницы она не оказала.

Технология обработки почвы соответствовала принятой методике исследований. Посев проводили в оптимальные для зоны сроки – в первой декаде октября, норма высева составила 5,0 млн семян на 1 га, глубина заделки – 5–6 см.

Влажность почвы в течение вегетационного периода поддерживалась не ниже 70% НВ. Для этого кроме влагозарядкового полива проводили два вегетационных полива нормой по 800 м³/га в фазах выхода в трубку и колошения. В фазе кущения, до выхода растений в трубку, проводили гербицидную обработку против сорняков (Гранстар 0,01 кг/га + Банвел 0,15 л/га).

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что изучаемые приемы

возделывания оказывают существенное влияние на полевую всхожесть семян – 81,8% и густоту стояния растений. По этим показателям лучшие результаты достигнуты в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы, где эти показатели составили соответственно 81,8% и 409 растений на 1 м². В вариантах применения системы поливного полупара эти показатели были ниже на 7,8% и составили 75,2% полевой всхожести семян при 370 растений на 1 м² (Ничипорович и Строганова, 1982; Парамонов и Медведева, 2015).

Важным показателем эффективности использования посевов воды, поступившей на поле в виде осадков или поливами, является коэффициент водопотребления, который показывает расход воды на создание единицы зерна. В наших исследованиях наиболее эффективной системой обработки почвы под озимую пшеницу оказалась полупаровая система обработки, где на производство 1 т зерна расходуется в среднем (за вегетацию) 1252,2 м³ воды при 1511,4 м³ воды на 1 т зерна в варианте поливного полупара. Это на 15,0% меньше, чем в варианте обработки почвы по системе поливного полупара (табл. 2).

2. Коэффициент водопотребления озимой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы (2015–2018 гг.)

2. Coefficient of water consumption of winter wheat depending on tillage systems (2015–2018)

Система обработки почвы	Год	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность зерна, т/га	Коэффициент водопотребления
Поливной полупар, контроль	2015	5641	4,09	1379,2
	2016	5960	3,86	1544,0
	2017	6386	4,24	1506,1
	2018	5610	3,71	1512,2
	среднее	5899	3,97	1511,4
Полупаровая	2015	5155	4,39	1174,3
	2016	5530	4,28	1292,0
	2017	6082	4,62	1316,4
	2018	5052	4,12	1226,2
	среднее	5455	4,35	1252,2

Исследованиями (Пасько, 2008; Пасько и др., 2011) установлено, что наиболее благоприятные условия для прорастания семян озимой пшеницы и появления полноценных всходов складываются при содержании влаги в почве в пределах 20–23% к массе абсолютно сухой почвы. Дальнейшее уменьшение содержания влаги в почве приводит к снижению полевой всхожести, запоздалым всходам и порче части семян, что является основной причиной низких урожаев озимых культур в таких условиях.

Исследования показали, что в среднем за 2014–2017 гг. перед посевом озимой пшеницы плотность почвы в слое 0–10 на варианте поливного полупара составила 1,08 г/см³, а на варианте полупаровой обработки она составила 1,10 г/см³. В слое почвы 10–20 см плотность почвы на варианте поливного полупара составила 1,10 г/см³, а при полупаровой обработке она была незначительно выше – 1,12 г/см³. К уборке урожая плотность почвы повышалась до 1,28–1,30 г/см³. Надо полагать, что этот показатель является «равновесной» плотностью пахотного слоя тяжелосуглинистой почвы равнинной зоны Дагестана.

Следует отметить, что обработка почвы при обеих системах после влагозарядкового полива проводилась при физической спелости почвы и показатель крошения почвы при этом составляет 84–85%, то есть качество обработки характеризуется как «хорошее».

Изучаемые дозы минеральных удобрений и системы обработки почвы оказывали существенное влияние и на фотосинтетическую деятельность посевов озимой твердой пшеницы. Так, в среднем за 2014–2018 гг. лучшие показатели площади листовой поверхности (46,3 тыс. м²/га), фотосинтетического потенциала посевов (2,53 млн м²/га сутки) и чистой продуктивности фотосинтеза (5,2 г/м² сутки) достигнуты в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы. Применение системы поливного полупара приводило к снижению площади листовой поверхности, по сравнению с полупаровой системой обработки в оптимальном варианте (при внесении повышенной дозы минеральных удобрений – $N_{180}P_{100}$), на 11,0%; фотосинтетического потенциала посевов – на 10,7%; чистой продуктивности фотосинтеза – на 21,2% (табл. 3).

Изучаемые системы обработки почвы и дозы минеральных удобрений оказывали значительное влияние и на засоренность посевов озимой твердой пшеницы.

Многие виды сорных растений обладают большой конкурентной способностью, поэтому своевременное удаление их из посевов совершенно необходимо. Они затрудняют уборку урожая, снижают производительность уборочных агрегатов, ухудшают качество получаемой продукции (Пасько, 2008).

**3. Фотосинтетическая деятельность посевов озимой твердой пшеницы
при различных дозах внесения минеральных удобрений и системах обработки почвы
(среднее за 2014–2018 гг.)**

**3. Photosynthetic activity of winter durum wheat at different doses of mineral fertilizers and tillage systems
(average for 2014–2018)**

Система обработки почвы	Доза минеральных удобрений	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	Фотосинтетический потенциал посевов, млн м ² /га сутки	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сутки
Поливной полупар, контроль	Без удобрений (контроль)	30,3	1,65	2,9
	N ₅₀ P ₉₀	37,6	2,02	3,7
	N ₁₀₀ P ₁₈₀	41,2	2,26	4,1
Полупаровая	Без удобрений (контроль)	32,8	1,79	3,1
	N ₅₀ P ₉₀	39,8	2,11	5,0
	N ₁₀₀ P ₁₈₀	46,3	2,53	5,2

В среднем за годы проведения исследований наименьшее количество сорняков (17 шт./м²) содержалось при полупаровой системе обработки почвы. Применение системы поливного полупара приводило к повышению засоренности посевов в среднем на 22,7%.

В посевах наибольшее распространение имели однолетние двудольные сорняки: марь белая, горчица полевая, ярутка полевая, пастушья сумка, редька дикая, щирица, сурепка, ромашка непахучая, пикульник обыкновенный, подмаренник цепкий и др. (табл. 4).

4. Засоренность посевов озимой твердой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений и систем обработки почвы (среднее за 2015–2018 гг. перед уборкой урожая)

4. Weediness of winter durum wheat depending on the doses of mineral fertilizers and tillage systems, average for 2015–2018 (before harvesting)

Система обработки почвы	Доза минеральных удобрений	Количество сорняков, шт./м ²	Масса сорняков, г	
			в сыром виде	в воздушно-сухом виде
Поливной полупар, контроль	Без удобрений, контроль	22	30,8	14,2
	N ₉₀ P ₅₀	23	32,2	14,8
	N ₁₈₀ P ₁₀₀	21	29,4	13,5
Полупаровая	Без удобрений, контроль	16	22,4	10,2
	N ₉₀ P ₅₀	17	21,7	10,8
	N ₁₈₀ P ₁₀₀	17	20,0	10,8

В среднем за 2015–2018 гг. максимальная урожайность озимой твердой пшеницы (5,45 т/га) достигнута при внесении повышенной дозы минеральных удобрений (N₁₈₀P₁₀₀) на фоне полупаровой системы обработки почвы, что на 0,46 т/га, или на 8,4%, больше, чем в варианте поливного полупара.

Наибольшая прибавка урожайности зерна (2,44 т/га) по сравнению с контролем (без удобрений) была достигнута при внесении повышенной дозы минеральных удобрений (N₁₈₀P₁₀₀) на фоне полупаровой системы обработки почвы (табл. 5).

5. Урожайность озимой твердой пшеницы сорта Крупинка в зависимости от доз внесения минеральных удобрений на фоне различных систем обработки почвы, т/га (2015–2018 гг.)

5. Productivity of the winter durum wheat variety "Krupinka" depending on the doses of mineral fertilizers at various tillage systems, t/ha (2015–2018)

Система обработки почвы	Доза удобрений	Годы				
		2015	2016	2017	2018	среднее
Поливной полупар, контроль	Без удобрений	3,04	2,53	2,86	2,24	2,67
	N ₉₀ P ₅₀	4,71	4,60	4,82	4,42	4,64
	N ₁₈₀ P ₁₀₀	5,02	4,94	5,24	4,78	4,99
Полупаровая	Без удобрений	3,22	2,87	3,20	2,64	3,01
	N ₉₀ P ₅₀	4,88	4,93	5,28	4,78	4,97
	N ₁₈₀ P ₁₀₀	5,36	5,53	5,68	5,23	5,45
НСП ₀₅	—	0,28	0,26	0,27	0,26	—

Внесение половинной дозы минеральных удобрений (N₉₀P₅₀) способствовало снижению урожайности зерна, по сравнению с вариантом внесения

повышенной дозы при поливном полупаре, на 7,0%, а при полупаровой системе обработки почвы – на 8,8%.

Анализ структуры урожая озимой пшеницы показывает, что как количество растений, так и продуктивных стеблей на единице площади на вариантах полупаровой системы было больше, чем поливного полупара. Так, в среднем за 2015–2018 гг. лучшие показатели по количеству растений на 1 м² (390 шт.), продуктивных стеблей (562 шт.), по коэффициенту продуктивности (1,53), массе зерна с одного колоса

(1,35 г) и массе 1000 семян (абсолютная масса) (45 г) были достигнуты в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений на фоне полупаровой системы обработки почвы. На варианте поливного полупара на 1 м² насчитывалось 369 растений, продуктивных стеблей – 445 шт.; коэффициент кущения составил 1,20; масса зерна с одного колоса – 1,26 г; масса 1000 семян – 42,0 г (табл. 6).

6. Структура урожая зерна озимой твердой пшеницы (среднее за 2015–2018 гг.)

6. Grain yield structure of winter durum wheat (average for 2015–2018)

Система обработки почвы	Доза минеральных удобрений	Кол-во растений на 1 м ²	Общее кол-во стеблей на 1 м ²	Кол-во продуктивных стеблей на 1 м ²	Коэф. продуктивной кустистости	Масса зерна с одного колоса, г.	Масса 1000 зерен, г.
Поливной полупар, контроль	Без удобрений, контроль	320	352	344	1,10	0,81	31,6
	N ₉₀ P ₅₀	345	388	376	1,23	1,14	38,0
	N ₁₈₀ P ₁₀₀	369	453	445	1,20	1,26	42,0
Полупаровая	Без удобрений, контроль	343	367	354	1,23	0,90	34,6
	N ₉₀ P ₅₀	364	502	464	1,33	1,23	41,0
	N ₁₈₀ P ₁₀₀	390	580	562	1,53	1,35	45,0

В вариантах внесения половинной дозы минеральных удобрений и на контрольных вариантах при обеих системах обработки почвы показатели структуры урожая были ниже.

Исследования показали, что лучшие показатели по энергии прорастания (95%), всхожести (98%), натуре зерна (812 г/л), стекловидности (99%), содержанию белка (15,8%), клейковины (39,4%), качеству макарон и выходу крупы были достигнуты в вариан-

те полупаровой системы обработки почвы и внесения повышенной дозы минеральных удобрений (N₁₈₀P₁₀₀), что согласуется с результатами других исследований (Парамонов и Медведева, 2015).

Близкие к повышенной дозе минеральных удобрений показатели по качеству зерна получены и при внесении половинной дозы минеральных удобрений. На контрольном варианте (без удобрений) эти показатели были ниже (табл. 7).

7. Влияние доз минеральных удобрений на посевные, физические, технологические и другие качества зерна (среднее за 2015–2018 гг.)

7. Effect of doses of mineral fertilizers on sowing, physical, technological and other traits of grain (average for 2015–2018)

Показатели	Без удобрений	N ₉₀ P ₅₀	N ₁₈₀ P ₁₀₀
Энергия прорастания, %	84	94	95
Всхожесть, %	90	96	98
Натура зерна, г/л	796	810	812
Стекловидность, %	94	99	99
Содержание протеина, %	13,6	15,4	15,8
Содержание клейковины, %	32,4	39,2	39,4
Макаронные качества зерна, ед.	624	642	643
Выход крупной и средней фракции, %	66,2	68,0	68,3

Лучшие показатели экономической эффективности были достигнуты в варианте полупаровой системы обработки почвы и внесения половинной дозы минеральных удобрений N₉₀P₅₀, где в среднем за 2015–2018 гг. себестоимость 1 т зерна составила 2488,3 руб. при рентабельности производства 181,3%. В варианте поливного полупара эти показатели были ниже и составили 2698,6 руб. при рентабельности производства 159,4%.

В варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений себестоимость 1 т зерна при полупаровой системе обработки почвы составила 2924,8 руб. при рентабельности производства 139,3%, что на 436,5 руб. выше себестоимости 1 т зерна и на 42% ниже рентабельности производства, чем в варианте внесения половинной дозы минеральных удобрений (табл. 8).

8. Экономическая эффективность возделывания озимой твердой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений и систем обработки почвы, руб./га (среднее за 2015–2018 гг.)

8. Economic efficiency of winter durum wheat cultivation depending on the doses of mineral fertilizers and tillage systems, rub/ha (average for 2015–2018)

Система обработки почвы	Доза удобрения	Урожайность, т/га	Затраты	Стоимость продукции	Чистый доход	Себестоимость 1 т/руб.	Рентабельность, %
Поливной полупар, контроль	Без удобрений, контроль	2,67	9600	18 690	9090	3595,4	94,7
	N ₅₀ P ₉₀	4,26	11 496	29 820	18324	2698,6	159,4
	N ₁₀₀ P ₁₈₀	4,99	15 640	34 930	19290	3134,3	123,3
Полупаровая	Без удобрений, контроль	3,01	9600	21 070	11470	3189,4	119,5
	N ₅₀ P ₉₀	4,62	11 496	32 340	20844	2488,3	181,3
	N ₁₀₀ P ₁₈₀	5,45	15 940	38 150	22210	2924,8	139,3

Таким образом, в условиях орошения равнинной зоны Дагестана оптимальной дозой внесения минеральных удобрений под озимую твердую пшеницу в условиях орошения следует считать $N_{90}P_{50}$, где получены лучшие показатели экономической эффективности. Внесение повышенной дозы минеральных удобрений $N_{180}P_{100}$, хотя и способствовало повышению урожайности, экономически неэффективно.

Выводы. В условиях Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан лучшие показатели по густоте стояния растений (408 шт./м²), площади листовой поверхности (46,3 тыс. м²/га), фотосинтетического потенциала посевов (2,53 млн м²/га сутки) и чистой продуктивности фотосинтеза (5,2 г/м² сутки) достигнуты в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы.

Максимальная урожайность (5,45 т/га) в среднем за 2015–2018 гг. достигнута в варианте внесения повышенной дозы минеральных удобрений $N_{180}P_{100}$ на фоне полупаровой системы обработки почвы, что на 0,46 т/га больше, чем в варианте поливного полупара.

Наименьшая себестоимость единицы продукции (2488,3 руб./т зерна) при уровне рентабельности 181,3% отмечена в варианте внесения половинной дозы минеральных удобрений ($N_{90}P_{50}$) на фоне полупаровой системы обработки почвы. Внесение повышенной дозы минеральных удобрений ($N_{180}P_{100}$) приводило к повышению себестоимости 1 т зерна на 436,5 руб., а уровень рентабельности при этом снижался на 42%.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Гуреева А. В. Семеноводство зерновых культур в России // Земледелие. 2011. № 6. С. 6–7.
2. Беспалова Л. А., Кудряшов И. Н., Баршадская С. И. Эффективность нового сорта пшеницы озимой мягкой Гром и его агроэкологический адрес // Земледелие. 2011. № 4. С. 12–13.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Магомедов Н. Н. Продуктивность озимой твердой пшеницы на лугово-каштановых почвах Терско-Сулакской подпровинции Дагестана // Проблемы развития АПК региона. 2012. № 1(9). С. 44–48.
5. Ничипорович А. А., Строганова Л. Е. Фотосинтетическая деятельность в посевах. М.: 1982. 135 с.
6. Парамонов А. В., Медведева В. И. Влияние систем удобрений, предшественников на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы в условиях Приазовской зоны Ростовской области // Научное обеспечение АПК на современном этапе п. Рассвет Ростовской области, 2015. С. 128–132.
7. Пасько С. В. Эффективность сортов озимой твердой пшеницы при внесении удобрений // Земледелие. 2008. № 7. С. 41–43.
8. Пасько С. В., Стародубцев В. Н., Степанова Л. П., Коренькова Е. А. Сортотварная изменчивость, продуктивный адаптивный потенциал и качество урожая сортов озимой пшеницы // Земледелие. 2011. № 6. С. 22–23.
9. Федотов В. Л., Козлобаев В. В., Цыкалов А. Н. Биологические резервы увеличения производства зерна твердой пшеницы в ЦЧР // Мат. Междунар. интернет-конференции. Ставрополь, 2002. С. 66–67.
10. Чекмарев П. А. Стратегия развития селекции и семеноводства в России // Земледелие. 2011. № 6. С. 3–4.

References

1. Alabushev A. V., Gureeva A. V. Semenovodstvo zernovykh kul'tur v Rossii [Seed production of grain crops in Russia] // Zemledelie. 2011. № 6. S. 6–7.
2. Bepalova L. A., Kudryashov I. N., Barshadskaya S. I. Effektivnost' novogo sorta pshenicy ozimoy myagkoj Grom i ego agroekologicheskij adres [Efficiency of the new winter bread wheat variety "Grom" and its agroecological address] // Zemledelie. 2011. № 4. S. 12–13.
3. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Magomedov N. N. Produktivnost' ozimoy tvorodoj pshenicy na lugovo-kashtanovykh pochvakh Tersko-Sulakskoj podprovincii Dagestana [Productivity of winter durum wheat on meadow-chestnut soils of the Tersko-Sulak sub-province of Dagestan] // Problemy razvitiya APK regiona. 2012. № 1(9). S. 44–48.
5. Nichiporovich A. A., Stroganova L. E. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' v posevakh [Photosynthetic activity in crops]. M.: 1982. 135 s.
6. Paramonov A. V., Medvedeva V. I. Vliyanie sistem udobrenij, predshestvennikov na urozhajnost' i sodержanie belka v zerne ozimoy pshenicy v usloviyakh Priazovskoj zony Rostovskoj oblasti [Influence of fertilizing systems, forecrops on yield and protein percentage in winter wheat grain in the conditions of the Azov zone of the Rostov region] // Nauchnoe obespechenie APK na sovremenno etape p. Rassvet Rostovskoj oblasti, 2015. S. 128–132.
7. Pas'ko S. V. Effektivnost' sortov ozimoy tvorodoj pshenicy pri vnesenii udobrenij [Efficiency of winter durum wheat varieties when applying fertilizers] // Zemledelie. 2008. № 7. S. 41–43.
8. Pas'ko S. V., Starodubcev V. N., Stepanova L. P., Koren'kova E. A. Sortovaya variabel'nost', produktivnyj adaptivnyj potentsial i kachestvo urozhaya sortov ozimoy pshenicy [Varietal variability, productive adaptive potential and yield quality of winter wheat varieties] // Zemledelie. 2011. № 6. S. 22–23.
9. Fedotov V. L., Kozlobaev V. V., Cykalov A. N. Biologicheskie rezervy uvelicheniya proizvodstva zerna tvorodoj pshenicy v CCHR [Biological reserves to improve durum wheat grain production in the Central Black Earth Region] // Mat. Mezhdunar. internet-konferencii. Stavropol', 2002. S. 66–67.
10. Chekmaryov P. A. Strategiya razvitiya selekcii i semenovodstva v Rossii [Development strategy of breeding and seed production in Russia] // Zemledelie. 2011. № 6. S. 3–4.

Поступила: 28.09.19; принята к публикации: 16.07.20.

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. Магомедов Н. Н. – концептуализация исследования; Магомедов Н. Н., Абдуллаев Ж. Н. – подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных; Гаджиев М. М. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЗЕРНА У СОРТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ АГАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ

Т. А. Барковская, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, ORCID ID: 0000-0002-4453-0367;

О. В. Гладышева, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ORCID ID: 0000-0002-4453-0367
Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
390502, Рязанская обл., с. Подвьязь, ул. Парковая, 1; e-mail: podvyaze@bk.ru

Проведена оценка формирования урожайности и качественных показателей у сорта яровой пшеницы Агата и выявлена их изменчивость в различные по увлажнению годы Центрального региона России. Показана сильная вариационная изменчивость по годам ГТК и количества осадков, особенно в июне – V 72,9% и V 69,6% соответственно. Изменчивость среднесуточной температуры воздуха была менее подвержена колебаниям, наибольшее значение отмечено в мае – V 12,5%. Наибольшую урожайность сорт сформировал в 2008 г. (5,86 т/га), минимальную (1,72 т/га) – в 2011 г. (при среднем значении 4,51 т/га). Выявлено, что на урожайность яровой пшеницы сильное влияние оказывали погодные условия в июне, когда еще продолжается процесс кущения растений, начинается фаза выхода в трубку, идет активное нарастание вегетативной массы, связь ГТК с урожаем $r = 0,785$. Выявлено, что наименее подвержены изменчивости по годам натура зерна, содержание белка в зерне, масса 1000 зерен, степень разжижения теста, удельная работа деформации теста. В наибольшей степени от влагообеспеченности зависело число падения. Установлено, что сильное отрицательное действие на натуру зерна и массу 1000 зерен оказывали годы с очень засушливыми условиями июня и июля. Так, при значении ГТК менее 0,4 коэффициент корреляции составил $r = -0,667 \dots -0,807$. Уровень влагообеспеченности июня оказывал влияние на накопление белка и клейковины в зерне пшеницы. Эти показатели находились в сильной отрицательной зависимости с минимальными значениями ГТК $r = -0,722 \dots -0,863$. На объемный выход хлеба сильное отрицательное влияние оказывали минимальные значения ГТК в июне и июле: $r = -0,800$ и $r = -0,749$ соответственно. С увеличением ГТК в июне обнаруживалась тесная прямая связь ($r = 0,715$), однако в увлажненных условиях в этот период связь обратная ($r = -0,654$).

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, гидротермический коэффициент, качественные показатели, корреляции.

Для цитирования: Барковская Т. А., Гладышева О. В. Сортвые особенности формирования урожайности и технологических показателей качества зерна у сорта яровой пшеницы Агата в зависимости от уровня влагообеспеченности // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 9–13. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-9-13.



THE VARIETAL FEATURES OF THE YIELD FORMATION AND TECHNOLOGICAL INDICATORS OF GRAIN QUALITY OF THE SPRING WHEAT VARIETY "AGATA", DEPENDING ON A MOISTURE SUPPLY DEGREE

T. A. Barkovskaya, senior researcher of the laboratory for breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4453-0367;

O. V. Gladysheva, Candidate of Agricultural Sciences, director, ORCID ID: 0000-0002-4453-0367
Institute of seed production and agrotechnologies, a branch of the Federal Budgetary Scientific Institution "Federal Research AgroEngineering Center VIM",
390502, Ryazan region, v. of Podvyazie, 1; e-mail: podvyaze@bk.ru

There has been carried out an assessment of the yield formation and indicators of grain of the spring wheat variety 'Agata' and there has been found their variability in different years of moisture in the Central region of Russia. There has been shown a strong variability of HTC and precipitation amount throughout the years, especially in June (with V 72.9% and V 69.6%, respectively). The variability of the average daily air temperature was less subjected to fluctuations; the highest value was noted in May (V 12.5%). The largest variety productivity was 5.86 t/ha in 2008, the minimum 1.72 t/ha in 2011, with an average value of 4.51 t/ha. It was revealed that the spring wheat productivity was strongly influenced by weather conditions in June, when tillering of plants was still going on, tube formation was starting, there was an active growth of the vegetative mass, the correlation between HTC and the yield was $r = 0.785$. It has been established that grain nature, protein percentage in grain, 1000-grain weight, dough liquefaction degree, and the specific work of dough deformation were the least susceptible to variability over the years. The falling number depended to the greatest extent on moisture supply degree. It has been determined that the years with large aridity in June and July had a strong negative effect on grain nature and 1000-grain weight. When the value of HTC was less than 0.4, the correlation coefficient was $r = -0.667 \dots -0.807$. The moisture supply degree in June influenced the accumulation of protein and gluten in wheat grain. These indicators were in a strong negative correlation with the minimum values of HTC $r = -0.722 \dots -0.863$. The volume of bread yield was strongly negatively influenced by the minimum values of HTC in June and July, $r = -0.800$, and $r = -0.749$, respectively. With HTC increase in June, there was identified a close direct correlation $r = 0.715$, however, in humid conditions during this period, the correlation was inverse, $r = -0.654$.

Keywords: spring wheat, variety, hydrothermal coefficient (HTC), qualitative features/traits, correlation.

Введение. Технологическая ценность зерна пшеницы является важным индикатором развития зер-

нового хозяйства и базовым показателем конкурентоспособности российской продукции на мировом

рынке. Качество зерна – значимый критерий пригодности пшеницы для аграрной перерабатывающей промышленности. Пшеница является основной продовольственной зерновой культурой в России, доля посевов которой в 2016–2017 гг. в структуре зернового клина занимала 58,7%, а в общем объеме производства зерна – 62,2%. Удельный вес яровой пшеницы в посевной площади зерновых культур составляет 28,1% (Федоренко и др., 2018).

В настоящее время достаточно много научных публикаций посвящены формированию хлебопекарных свойств зерна пшеницы мягкой *Triticum aestivum* L. (Асеева и др., 2016; Кондратенко и др., 2016; Умаева и др., 2017; Ахтариева и др., 2018; Кашуба, 2019). Однако в годы рыночных преобразований содержание клейковины в выращиваемом зерне пшеницы сократилось на 2–3% и в производстве продолжает неуклонно снижаться. На долю сильных сортов с содержанием клейковины свыше 28% приходится не более 2% ее товарных ресурсов (Шевелуха и Василенко, 1998; Федоренко и др., 2018).

Качественные показатели продукции зависят от многих факторов, в частности от почвенно-климатических, агротехнических условий и наследственных особенностей сорта (Рышкель и Рышкель, 2010; Добротворская и др., 2013; Василова и др., 2016; Милащенко и Трушкин, 2018).

Особенностью условий Центрального Нечерноземья является контрастность гидротермического режима в различные годы и важнейшие периоды развития растений (Гуреева, 2018), что не всегда благоприятно для формирования урожайности и высококачественного зерна. Именно поэтому в зерновом поле Центральной России особо значимыми являются создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов яровой пшеницы с низкой величиной изменчивости технологических показателей качества в различных гидротермических условиях (Давыдова и др., 2006; Гладышева и Барковская, 2016).

В связи с этим целью работы является проведение оценки формирования урожайности и качественных показателей у сорта яровой пшеницы Агата и выявление их изменчивости в различные по увлажнению годы Центрального региона России.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в лесостепной зоне Рязанской области в отделе селекции и семеноводства ИСА – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2008–2018 гг. на темно-серой лесной почве. Агрохимические показатели опытного поля: содержание гумуса в слое 0–20 см (по Тюрину) – 5,19%; нитратного азота – 32,9 мг/кг; аммонийного азота – 1,72 мг/кг; подвижной серы – 2,90 мг/кг; подвижного фосфора – 34,6 мг/100 г; подвижного калия – 20,0 мг/100 г; pH солевой вытяжки –

5,45. Исследовательская работа выполнена на сорте яровой пшеницы Агата, который внесен в список ценных пшениц и является стандартом при выполнении госзадания по разделу 0643-2018-0003.

Технологические свойства зерна изучали с использованием общепринятых методик: натура зерна – ГОСТ 10840-2017; масса 1000 зерен – ГОСТ ISO 520-2014; стекловидность – ГОСТ 10987-96; содержание белка в зерне – ГОСТ 10846-91; количество клейковины в муке – ГОСТ 27839-2013; удельная работа деформации теста – ГОСТ Р 51415-99; число падения – ГОСТ 27676-88; объемный выход хлеба – ГОСТ 27669-88.

Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г. Т. Селянинову. Критерии значений ГТК: 0,4 – сухо; 0,4–0,7 – очень засушливо; 0,7–1,0 – засушливо; 1,0–1,5 – влажно; более 1,5 – избыточно влажно. Градация коэффициента вариации: изменчивость вариационного ряда незначительная, коэффициент вариации V не превышает 10%; средняя – если V выше 10%, но менее 20%; значительная – V более 20%. Математическая обработка данных проведена по методике Б. А. Доспехова (1985) с использованием программы Microsoft Excel.

Агротехника – общепринятая для возделывания яровой мягкой пшеницы: предшественник – озимая пшеница, перед посевом внесены минеральные удобрения из расчета $N_{64}P_{64}K_{64}$ в виде азофоски, норма высева – 6 млн всхожих зерен на гектар. Размер учетных делянок – 12 м², повторность – четырехкратная.

Условия вегетационных периодов по уровню влагообеспеченности были подвержены значительным колебаниям по годам и фазам вегетации. Гидротермический коэффициент в 2008–2018 гг. за период вегетации колебался от 0,28 в 2011 г. до 1,26 в 2015 г. при среднем значении 0,70. Установлено, что за годы исследований только 3 года (2008, 2015, 2016 гг.) имели достаточное увлажнение, ГТК за период апрель – июль составлял 1,0–1,55. В 2015 г. за период май – июнь осадков выпало на 204% больше среднеемноголетних значений, ГТК составил 1,53. В 2016 г. в мае осадков выпало на 68% больше средних многолетних значений, ГТК – 1,2. Очень засушливые условия сложились в 2010, 2011, 2013, 2018 гг., особенно в период май – июнь, когда среднесуточная температура воздуха была выше на 2,8–9,2 °С, а ГТК составлял 0,33–0,47. За 11 лет среднее значение ГТК в мае составило 0,68; в июне – 0,88. При этом шесть лет в эти месяцы были очень засушливыми с ГТК 0,18–0,61.

Результаты и их обсуждение. Гидротермический коэффициент и количество осадков находились в сильной вариационной изменчивости по годам, а особенно в июне – V 72,9% и V 69,6% соответственно (табл. 1).

1. Корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от осадков, температуры и гидротермического коэффициента

1. Correlation between spring wheat productivity and precipitation amount, temperature and hydrothermal coefficient (HTC)

Месяцы	Осадки, мм			Среднемесячная температура, °С			ГТК		
	среднее	коэффициент		средняя	коэффициент		средний	коэффициент	
		вариации	корреляции		вариации	корреляции		вариации	корреляции
Апрель	38,4	49,0	–0,209	178	50,3	0,470	2,35	53,2	–0,623
Май	35,1	51,0	0,566	528	12,5	–0,349	0,68	56,7	0,580
Июнь	52,2	69,6	0,714	603	8,4	–0,494	0,88	72,9	0,785
Июль	52,0	45,8	0,325	720	9,9	–0,623	0,75	49,0	0,355
Май – 1-я декада августа	145,3	35,0	0,693	2086	8,4	–0,550	0,82	32,9	0,557

Изменчивость среднесуточной температуры воздуха была менее подвержена колебаниям, наибольшее значение отмечено в мае – V 12,5%. В целом метеословия оказывали большое влияние на продуктивность яровой пшеницы сорта Агата. Наибольшая урожайность была сформирована в 2008 г. (5,86 т/га), минимальная (1,72 т/га) – в 2011 г. при среднем значении 4,51 т/га. Коэффициент вариации этого показателя составил 25,6%. Большой разрыв между минимальной и максимальной урожайностью объясняется уровнем влагообеспеченности. Урожайность яровой пшеницы в Центральном Нечерноземье тесно связана с осадками мая – июня и сильно зависит от их количества. Отмечена устойчивая отрицательная средняя связь между температурами мая, июня и урожайностью. Особенно высока зависимость урожайности яровой пшеницы от погодных условий в июне, когда еще продолжается процесс кущения растений, начинается фаза выхода в трубку, идет активное нарастание вегетативной массы, связь ГТК с урожаем $r = 0,785$.

Под влиянием метеорологических условий проявилась изменчивость качественных параметров зерна. Это позволило установить реакцию сорта на условия среды, что важно для прогнозирования качества при выращивании генотипа в конкретных условиях. Высокую вариационную изменчивость имели показатели стекловидности и числа падения (26,4 и 33,3% соответственно). Относительно стабильными были показатели натуре, массы 1000 зерен, содержания белка в зерне и клейковины в муке, удельной работы деформации теста, степени разжижения теста, объемного выхода хлеба с вариацией 4,06–21,0%. Для формирования стекловидного, выровненного и крупного зерна с хорошей натурой наиболее благоприятные условия сложились в 2009, 2014 и 2015 гг. Содержание белка в зерне и клейковины в муке пшеницы являются важнейшими показателями ее хлебопекарных достоинств и пищевой ценности, которые изменялись у сорта Агата в пределах 12,3–17,1% и 21,3–44,0% соответственно (табл. 2).

2. Динамика технологических показателей сорта яровой пшеницы Агата 2. Dynamics of technological indicators of the spring wheat variety "Agata"

Годы	Урожай, т/га	Натура, г/л	Стекло-вид-ность, %	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %		Удельная работа деформации теста, е. а.	Степень разжижения теста, е. ф.	Число падения, с	Объемный выход хлеба, см ³
					клейко-вины	белка				
2008	5,86	769	56	38,1	44,0	17,1	434	90	–	940
2009	4,85	807	71	41,6	34,9	15,7	530	70	345	970
2010	3,24	776	50	36,1	32,1	14,8	316	70	–	1000
2011	1,72	792	59	33,6	29,0	12,9	420	40	–	970
2012	4,71	733	41	32,4	32,0	14,6	277	60	256	1060
2013	4,58	786	47	38,4	30,5	12,7	354	70	463	870
2014	5,57	826	65	42,0	34,9	13,5	357	50	472	1070
2015	4,79	813	65	41,0	37,0	14,7	354	60	496	1140
2016	4,88	728	21	31,4	21,3	12,3	271	80	164	1110
2017	5,23	796	52	37,9	32,0	13,2	439	50	435	1530
2018	4,23	812	50	39,3	34,0	15,7	472	40	393	1230
Сред.	4,51	785	52	37,4	32,9	14,3	384	62	378	1080
V, %	25,6	4,06	26,4	9,8	16,8	10,5	21,0	8,17	33,3	16,7
Классификационные нормы										
Ценная	–	730	50	–	25	13	260	не более 80	200–151	1000
Сильная	–	750	60	–	28	14	280	не более 60	более 200	1200

В зависимости от уровня влагообеспеченности исследуемых лет амплитуда удельной работы деформации теста составляла 271–530 е. а. при среднем значении 384 е. а. Максимальное значение сформировано в 2009 г. при сумме активных температур 1739 °С и количестве осадков 131,3 мм. Степень разжижения теста у данного сорта в меньшей степени зависела от погодных условий и в среднем за годы изучения составила 62 е. ф., в течение шести лет этот показатель соответствовал требованиям сильной пшеницы.

Необходимо отметить, что сорт Агата при максимальной урожайности в 2008 г. сформировал самое высокое содержание белка в зерне (17,1%) и содержание клейковины в муке (44,0%).

Из-за избыточного увлажнения в период июль – август в 2012 и 2016 гг. произошло удлинение фазы налива и созревания, что привело к увеличению сроков уборки и способствовало прорастанию зерна на корню. Число падения в эти годы у сорта снизилось и составило 256 и 164 соответственно. Это повлияло на снижение стекловидности зерна, содержания белка и клейковины в муке, удельной работы деформации теста и массы 1000 зерен, особенно в 2016 г., что было ниже средних значений в 1,2–2,5 раза.

Установлено, что сильное отрицательное действие на натуре зерна и массу 1000 зерен оказывали годы с сухими условиями июня и июля. Так, при значении ГТК менее 0,4 коэффициент корреляции составил $r = -0,667...-0,807$. Незначительное увеличение ГТК июня приводило к ослаблению связи ($r = -0,334...-0,577$), в оптимальные по увлажнению годы связь увеличивалась до прямой в июне ($r = 0,603-0,812$), средней в июле ($r = 0,470-0,638$).

Выявлено, что уровень влагообеспеченности июня оказывал влияние на накопление белка и клейковины в зерне пшеницы. Эти показатели находились в сильной отрицательной зависимости с минимальными значениями ГТК $r = -0,722...-0,863$ (табл. 3).

В благоприятные по увлажнению годы в июле отмечалась слабая связь. Незначительные осадки I декады августа при значении ГТК 0,43–0,62 положительно сказались на указанных показателях, коэффициент корреляции составил $r = 0,548-0,757$. Высокое содержание белка и клейковины в зерне формируется преимущественно в годы с засушливым периодом «колошение – созревание» при ГТК 0,43–0,75.

Сопряженность удельной работы деформации теста с осадками в июне (ГТК 0,95–2,1) составляла

$r = -0,241$; снижение влагообеспеченности приводит к более тесной обратной связи: $r = -0,699$ и $r = -0,950$.

Положительное влияние на этот показатель оказывают очень сухие условия I декады августа ($r = 0,576$).

3. Влияние ГТК на технологические свойства зерна сорта яровой пшеницы Агата 3. HTC influence on the technological properties of the spring wheat variety "Agata"

Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекло- видность, %	Содержание		Удельная работа деформации теста (W), е. а.	Степень разжижения теста, е. ф.	Объемный выход хлеба, см³
			белка в зерне, %	клейковины в муке, %			
2011, 2013, 2018 июнь ГТК 0,18–0,39 (сухо)							
–0,807	–0,667	–0,809	–0,722	–0,863	–0,950	0,913	–0,800
2008, 2009, 2010, 2016 июнь ГТК 0,57–0,66 (очень засушливо)							
–0,334	–0,577	–0,532	–0,806	–0,829	–0,699	–0,656	0,715
2012, 2014, 2015, 2017 июнь ГТК 0,95–2,19 (избыточно влажно)							
0,603	0,704	0,812	0,363	0,938	–0,241	0,211	–0,654
2010, 2011, 2012, 2014 июль ГТК 0,01–0,32 (сухо)							
–0,576	–0,759	–0,567	0,359	–0,739	–0,079	0,365	–0,749
2008, 2009, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018 июль ГТК 0,95–1,17 (влажно)							
0,638	0,627	0,470	–0,072	0,171	0,364	–0,362	–0,186
2008, 2009, 2010, 2011, 2014, 2017, 2018 I декада августа ГТК 0–0,12 (сухо)							
0,402	0,353	0,622	–0,330	–0,258	0,576	–0,145	0,318
2012, 2015, 2016 I декада августа ГТК 0,43–0,62 (очень засушливо)							
–0,098	–0,056	0,314	0,757	0,548	–0,086	–0,781	–0,729

Установлена высокая корреляция $r = 0,913$ между степенью разжижения теста и низким значением ГТК в июне. При этом с повышением ГТК отмечены высокие и средние отрицательные коэффициенты корреляции. Снижению степени разжижения теста способствуют условия I декады августа при значении ГТК 0,43–0,62 ($r = -0,781$), слабая отрицательная зависимость отмечена в оптимальные по увлажнению годы в июле ($r = -0,334$).

На объемный выход хлеба сильное отрицательное влияние оказывали минимальные значения ГТК в июне и июле: $r = -0,800$ и $r = -0,749$ соответственно. С увеличением ГТК в июне обнаруживается тесная прямая связь ($r = 0,715$), однако в увлажненных условиях в этот период связь обратная ($r = -0,654$). Слабая отрицательная корреляция наблюдается в оптимальные по увлажнению годы в июле ($r = -0,186$). Условия I декады августа с ГТК 0,43–0,62 сильно влияют на объемный выход хлеба ($r = -0,729$).

Анализ полученных данных указывает, что качественные параметры находились во взаимосвязи между собой в разной степени. Тесная зависимость обнаружена между содержанием белка в зерне

и клейковиной в муке ($r = 0,819$). Корреляционный анализ указал на значительное влияние натуры зерна на удельную работу деформации теста ($r = 0,624$). Наблюдалось некоторое отрицательное влияние натуры зерна на степень разжижения теста ($r = -0,526$), можно отметить, что эти показатели обратно взаимосвязаны. Сопряженность показателей содержания белка в зерне и количества клейковины в муке с урожайностью составила $r = 0,277$ и $r = 0,394$ соответственно, что указывает на оптимальное соотношение данных показателей в изучаемом сорте.

Выводы. Наши исследования показали, что сорт яровой мягкой пшеницы Агата в различные по уровню влагообеспеченности годы формирует зерно с хорошими технологическими показателями качества, что указывает на наличие адаптивных свойств. Выявлено, что наименее подвержены изменчивости по годам натура зерна, содержание белка в зерне, масса 1000 зерен, степень разжижения теста, удельная работа деформации теста. В наибольшей степени от влагообеспеченности зависели показатели стекловидности и число падения.

Библиографические ссылки

1. Асеева Т. А., Карачева Г. С., Лобакина И. В., Рубан З. С. Влияние погодных условий на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в среднем Приамурье // Вестник ДРО РАН. 2016. № 2. С. 64–70.
2. Ахтариева М. К., Белкина Р. И., Сердюкова Л. А., Моисеева К. В. Физические свойства зерна сортов яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья // Вестник КрасГАУ. 2018. № 3. С. 3–7.
3. Василов Н. З., Асхадуллин Д. Ф., Асхадуллин Д. Ф., Багавиева Э. З. Формирование качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 11. С. 42–44.
4. Гладышева О. В., Барковская Т. А. Оценка продуктивности и качества зерна яровой мягкой пшеницы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 6. С. 46–48.
5. Гуреева А. В. Влияние гидротермических условий на урожайность семян сои в условиях Рязанской области // Земледелие. 2018. № 7. С. 34–35. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10709.
6. Давыдова Н. В., Беркутова Н. С., Давыдова Е. И. Особенности формирования качественных показателей у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального региона России // Владимирский земледелец. 2006. № 1-2. С. 26–29.
7. Добротворская Н. И., Каличкин В. К., Сорокина О. Л. Влияние гидротермических условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Новосибирского Приобья // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 12. С. 16–18.
8. Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н., Трипутин В. М., Шварцкопф Т. В. и др. Результаты селекции озимой мягкой пшеницы в условиях Южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1. С. 32–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-32-34.

9. Кондратенко Е. П., Егушова Е. А., Косолапова А. А., Сергеева И. С. Накопление белка и клейковины в зерне раннеспелых и среднеранних сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 3. С. 17–22.

10. Милащенко Н. З., Трушкин С. З. Резервы производства высококачественного зерна пшеницы в российской земледелии // Земледелие. 2018. № 7. С. 30–33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10708.

11. Рышкель О. С., Рышкель И. В. Влияние технологий возделывания на мукомольные свойства зерна различных сортов яровой пшеницы // Вестник Полесского государственного университета. 2010. № 2. С. 55–60.

12. Умаева Л. З., Токарев В. С., Лисунова Л. И. Влияние погодных условий на качество зерна мягкой пшеницы // Кормопроизводство. 2017. № 10. С. 22–25.

13. Федоренко В. Ф., Завалина А. А., Милащенко Н. З. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: научное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 396 с.

14. Шевелуха В. С., Василенко И. И. Важнейшие проблемы увеличения производства повышения качества зерна и пути их решения // Проблемы повышения качества зерна пшеницы и других зерновых культур: сб. науч. трудов. М., 1998. 280 с.

References

1. Aseeva T. A., Karacheva G. S., Lobakina I. V., Ruban Z. S. Vliyanie pogodnykh uslovij na formirovanie urozhaya i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v srednem Priamur'e [The influence of weather conditions on the formation of the yield and grain quality of spring wheat in the middle Amur region] // Vestnik DRO RAN. 2016. № 2. S. 64–70.

2. Ahtarieva M. K., Belkina R. I., Serdyukova L. A., Moiseeva K. V. Fizicheskie svoystva zerna sortov yarovoj pshenicy v usloviyah Severnogo Zaural'ya [Physical properties of spring wheat varieties in the Northern Zauralye] // Vestnik KrasGAU. 2018. № 3. S. 3–7.

3. Vasilova N. Z., Askhadullin D. F., Askhadullin D. F., Bagavieva E. Z. Formirovanie kachestva zerna sortov yarovoj myagkoj pshenicy [Formation of grain quality of spring bread wheat varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30, № 11. S. 42–44.

4. Gladysheva O. V., Barkovskaya T. A. Ocenka produktivnosti i kachestva zerna yarovoj myagkoj pshenicy [Evaluation of productivity and grain quality of spring bread wheat] // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2016. № 6. S. 46–48.

5. Gureeva A. V. Vliyanie gidrotermicheskikh uslovij na urozhajnost' semyan soi v usloviyah Ryazanskoj oblasti [The influence of hydrothermal conditions on soybean productivity in the Ryazan region] // Zemledelie. 2018. № 7. S. 34–35. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10709.

6. Davydova N. V., Berkutova N. S., Davydova E. I. Osobennosti formirovaniya kachestvennykh pokazatelej u sortov yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah Central'nogo regiona Rossii [Features of the formation of qualitative indicators in spring bread wheat varieties in the Central region of Russia] // Vladimirskij zemledec. 2006. № 1-2. S. 26–29.

7. Dobrotvorskaya N. I., Kalichkin V. K., Sorokina O. L. Vliyanie gidrotermicheskikh uslovij na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v lesostepi Novosibirskogo Priob'ya [The influence of hydrothermal conditions on productivity and grain quality of spring wheat in the forest-steppe of the Novosibirsk pre-Ob region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. № 12. S. 16–18.

8. Kashuba Yu. N., Kovtunenkov A. N., Triputin V. M., Shvarckopf T. V. i dr. Rezultaty selekcii ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah Yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [The results of winter bread wheat breeding in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2019. № 1. S. 32–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-32-34.

9. Kondratenko E. P., Egushova E. A., Kosolapova A. A., Sergeeva I. S. Nakoplenie belka i klejkoviny v зерне раннеспелых и среднеранних сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах [The accumulation of protein and gluten in kernels of early maturing and mid-early spring wheat varieties on gray forest soils] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3. S. 17–22.

10. Milashchenko N. Z., Trushkin S. Z. Rezervy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenicy v Rossijskom zemledelii [Production reserves of high-qualitative wheat grain in Russian agriculture] // Zemledelie. 2018. № 7. S. 30–33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10708.

11. Ryshkel' O. S., Ryshkel' I. V. Vliyanie tekhnologij vozdel'nyaniya na mukomol'nye svoystva zerna razlichnykh sortov yarovoj pshenicy [The influence of cultivation technologies on the milling properties of kernels of various spring wheat varieties] // Vestnik Polesskogo gosudarstvennogo universiteta. 2010. № 2. S. 55–60.

12. Umaeva L. Z., Tokarev V. S., Lisunova L. I. Vliyanie pogodnykh uslovij na kachestvo zerna myagkoj pshenicy [The influence of weather conditions on the quality of bread wheat kernels] // Kormoproizvodstvo. 2017. № 10. S. 22–25.

13. Fedorenko V. F., Zavalina A. A., Milashchenko N. Z. Nauchnye osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenicy: nauch. izd [Scientific basis for the production of highly qualitative wheat grain]. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018. 396 s.

14. Sheveluha V. S., Vasilenko I. I. Vazhnejshie problemy uvelicheniya proizvodstva povysheniya kachestva zerna i puti ih resheniya [The most important problems of improving production, grain quality, and the ways to solve them] // Problemy povysheniya kachestva zerna pshenicy i drugih zernovykh kul'tur: sb. nauch. trudov. M., 1998. 280 s.

Поступила: 20.05.20; принята к публикации: 02.07.20.

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. Гладышева О. В. – концептуализация исследования; Барковская Т. А. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Гладышева О. В., Барковская Т. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В МЕЖСТАНЦИОННОМ ИСПЫТАНИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА

М. М. Иванисов, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник,
ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, врио зам. директора по селекции и семеноводству,
wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Е. И. Некрасов, младший научный сотрудник, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

И. А. Рыбась, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, rybasia@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

И. В. Романюкина, техник-исследователь, aleksandr-romanjukin@rambler, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844;

Ю. Ю. Чухненко, агроном, cuhnengkoulia@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0506-5375;

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Проведена сравнительная оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по показателям качества зерна и муки. Современная селекция представляет собой процесс создания новых генотипов, сочетающих максимальное число селективируемых признаков. Необходимость получения таких сортов предопределяет широкое вовлечение в скрещивания генетически разнообразных хорошо изученных образцов. Успех селекции на эти признаки определяется наличием ценного исходного материала, своевременной и эффективной оценкой качественных показателей на всех этапах селекционного процесса. Цель исследования – выделить генетические источники высокого качества зерна и муки озимой мягкой пшеницы. Опыты проводили в 2015–2017 гг. в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Объектом для изучения послужили 80 сортов озимой мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции. В результате исследований по комплексу качественных показателей зерна и муки (содержание белка, содержание клейковины, SDS-седиментация, сила муки, объем хлеба, общая оценка хлеба) выделены 14 сортов озимой мягкой пшеницы: Находка, Аксинья, Вольница, Танаис, Аскет, Жаворонок, Донская юбилейная, Донская безостая, Лидия, Ростовчанка 7 (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Проза, Поэма (ФГБНУ Верхневолжский ФАНЦ), Антонина, Иришка (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»). В решении проблемы улучшения качества озимой мягкой пшеницы важная роль принадлежит селекции. Поэтому для создания новых высококачественных генотипов данной культуры в качестве генетических источников предлагается использовать сорта, выделенные в ходе настоящих исследований.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, зерно, мука, показатели качества.

Для цитирования: Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю., Кравченко Н. С. Сравнительная оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по показателям качества // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 14–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-14-18.



COMPARATIVE ESTIMATION OF WINTER BREAD WHEAT VARIETIES IN AN INTER-STATION TRIALS DUE TO THEIR QUALITY INDICATORS

M. M. Ivanisov, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory
for breeding of wheat of half-intensive type, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, acting deputy director on breeding and seed production,
wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

E. I. Nekrasov, junior researcher, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

I. A. Rybas, Candidate of Agricultural Sciences, researcher, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

I. V. Romanyukina, research technician, aleksandr-romanjukin@rambler, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844;

Yu. Yu. Chukhnenko, agronomist, cuhnengkoulia@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0506-5375;

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

Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

There has been conducted a comparative estimation of winter bread wheat varieties in an inter-station trials due to quality indicators of kernels and flour. Modern breeding is the process of developing new genotypes that combine the maximum number of breeding traits. The necessity to obtain such varieties predetermines the wide introduction of genetically diverse well-studied samples into the process of hybridization. The success of breeding for these traits is determined by the availability of valuable initial material, timely and effective estimation of quality indicators at all stages of the breeding process. The purpose of the study is to identify genetic sources of high quality grain and flour of winter bread wheat. The trials were carried out in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2015–2017. The objects for the study were 80 winter bread wheat varieties of domestic and foreign development. The study of the varieties on a set of quality indicators of kernels and flour (protein and gluten percentage, SDS-sedimentation, flour strength, volume output bread, general baking estimation) has identified 14 winter bread wheat varieties "Nakhodka", "Aksiniya", "Volsnitsa", "Tanais", "Asket", "Zhavoronok", "Donskaya yubileynaya", "Donskaya bezostaya", "Lidiya", "Rostovchanka 7" (FSBSI "ARC "Donskoy"), "Proza", "Poema" (FSBSI Verkhnevolzhsky FARC), "Antonina", "Irishka" (FSBSI RCG named after P. P. Lukyanenko).

Breeding plays an important role in solving the problem of improving the winter bread wheat quality. Therefore, to create new high-quality genotypes of a given crop, there has been proposed to use the varieties identified during these studies as genetic sources.

Keywords: winter bread wheat, variety, grain/kernels, flour, quality indicators.

Введение. Пшеница – наиболее ценная зерновая продовольственная культура. Ее значение определяется пищевыми и технологическими достоинствами. В связи с этим повышение качества зерна этой культуры – один из наиболее рациональных путей улучшения питания людей. Наибольшую ценность по качеству зерна для хлебопекарной промышленности и экспорта имеет сильная и ценная пшеница. Это лучшее сырье для производства муки (Алабушев и др., 2017; Долгополов и др., 2009).

Интенсификация возделывания озимой пшеницы предусматривает наряду с повышением продуктивности культуры улучшение качества зерна. Важная роль в получении высоких урожаев с хорошими технологическими свойствами зерна принадлежит сорту, поэтому первой составной частью решения этой проблемы является селекция. Сорт с высокими технологическими достоинствами является основой производства высококачественного зерна (Попов и др., 2016; Урусов и Князев, 2006).

Современная селекция представляет собой процесс создания новых генотипов, сочетающих максимальное число селективируемых признаков. Необходимость получения таких сортов предопределяет широкое вовлечение в скрещивания генетически разнообразных хорошо изученных образцов. Успех селекции на эти признаки определяется наличием ценного исходного материала, своевременной и эффективной оценкой качественных показателей на всех этапах селекционного процесса (Дробыш и Тарануха, 2017; Самофалова и др., 2018).

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2015–2017 гг. в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Объектом для изучения послужили 80 сортов озимой мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции. Предшественник – кукуруза на зерно. В качестве стандарта использовали сорт Дон 107. Показатели качества зерна и муки определяли по методике, изложенной в «Методике оценки технологических качеств зерна»; величину седиментационного осадка – экспресс-методом оценки селекционного материала озимой пшеницы (Копусь и др., 2010). Обработку полученных данных осуществляли согласно методике Б. А. Доспехова (2014) с применением компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение. Использование в производстве новых сортов озимой мягкой пшеницы позволяет получать высокие урожаи качественно зерна.

Содержание белка является ценным хозяйственно-биологическим признаком сорта. Проведенными исследованиями установлено, что в среднем за 3 года значения данного показателя изменялись по образцам от 11,0 до 14,5% (рис. 1).

Большая часть изученных образцов (80%) по содержанию белка относилась к третьему классу качества согласно ГОСТ 9353-2016. Высокие значения признака отмечены у 12 находящихся в изучении сортов: Донская юбилейная (13,81%), Жаворонок (13,83%), Аскет (13,89%), Танаис (13,91%), Вольница (14,12%), Аксинья (14,14%), Находка (14,50%) (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Безенчукская 790 (13,50%), Малахит (13,60%) (ФГБУН СамНЦ РАН), Антонина (13,50%), Баграт (13,55%), Анка (13,60%) (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»).

Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы и ее качество зависят от многочисленных факторов окружающей среды в период вегетации,

а также от сортовых особенностей. Значение этого признака в среднем за три года находилось в пределах от 18,0 до 29,0% (рис. 2).

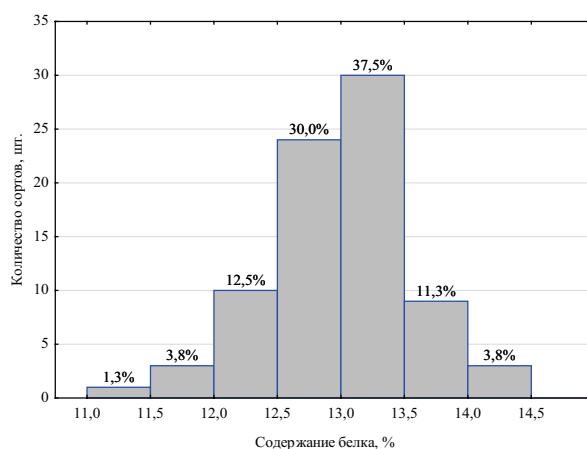


Рис. 1. Распределение сортов озимой пшеницы по содержанию белка в зерне (2015–2017 гг.)

Fig. 1. Distribution of winter wheat varieties according to protein percentage in kernels (2015–2017)

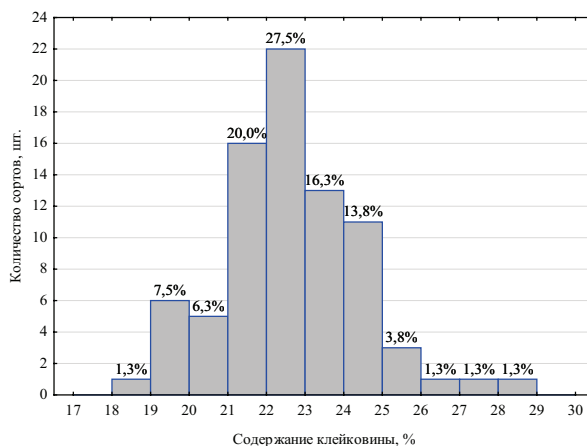


Рис. 2. Распределение сортов озимой пшеницы по содержанию клейковины в зерне (2015–2017 гг.)

Fig. 2. Distribution of winter wheat varieties according to gluten percentage in kernels (2015–2017)

Ко второму классу качества согласно ГОСТ 9353-2016 (содержание клейковины более 28,0%) относился лишь один сорт – Аскет (29,0%) (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). К третьему классу относилось 29 изученных генотипов. Остальные изучаемые сорта отвечали требованиям четвертого класса качества.

Определение значений показателя SDS-седиментации является косвенным экспресс-методом оценки хлебопекарных свойств муки. При селекции озимой мягкой пшеницы на качество наиболее интересны образцы с величиной седиментационного осадка 55 мл и более. За годы исследования значения данного признака находились в пределах от 45 до 65 мл (рис. 3).

Значение SDS-седиментации более 55 мл сформировало 23,8% изучаемых образцов. Наибольший интерес для селекции на качество представляют 6 сортов озимой мягкой пшеницы с величиной седиментационного осадка 60 мл и более: Дон 107 (60 мл), Жаворонок (60 мл), Вольный Дон (61 мл), Вольница

(65 мл) (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Борвий (60 мл), Иришка (61 мл) (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»).

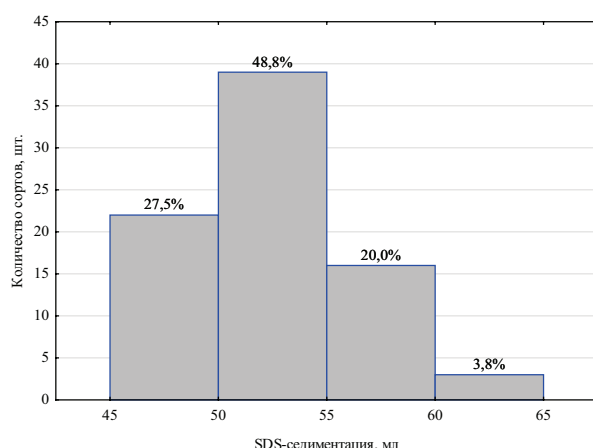


Рис. 3. Распределение сортов озимой пшеницы по SDS-седиментации (2015–2017 гг.)

Fig. 3. Distribution of winter wheat varieties according to SDS-sedimentation (2015–2017)

Важным показателем качества муки озимой мягкой пшеницы является «сила муки». Это один из ярко выраженных генетически обусловленных признаков. По результатам исследований значения данного показателя изменялись от 110 до 310 е. а. (рис. 4).

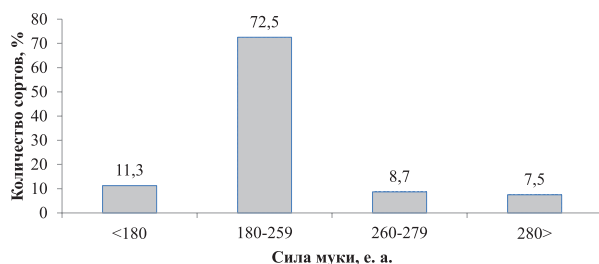


Рис. 4. Распределение сортов озимой пшеницы по силе муки (2015–2017 гг.)

Fig. 4. Distribution of winter wheat varieties according to flour strength (2015–2017)

Слабую по силе муку (до 180 е. а.) сформировали 9 образцов, или 11,3%. У большей части изученных сортов (72,5%) значение признака находилось в пределах от 180 до 259 е. а. Эти показатели относят к средним характеристикам. К ценным (260–279 е. а.) и сильным (280 е. а. и более) относились следующие сорта: Вольница (263 е. а.), Танаис (273 е. а.), Ростовчанка 7 (276 е. а.), Донская юбилейная (300 е. а.), Находка (309 е. а.) (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Камышанка 4 (261 е. а.), Камышанка 6 (286 е. а.) (ФНЦ Агроэкологии РАН), Безенчукская 790 (266 е. а.) (ФГБНУ СамНЦ РАН), Олимп (279 е. а.), Одиссея (306 е. а.) (ФГБНУ СКФНАЦ), Спутница (287 е. а.) (Украина), Лига 1 (266 е. а.), Иришка (289 е. а.) (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»).

Основным способом оценки хлебопекарных качеств муки является метод лабораторной выпечки хлеба. Для характеристики качества клейковины используют такой показатель, как объемный выход хлеба, полученного из 100 г муки. В наших исследованиях значение данного признака изменялось от 473 до 780 м³ (рис. 5).

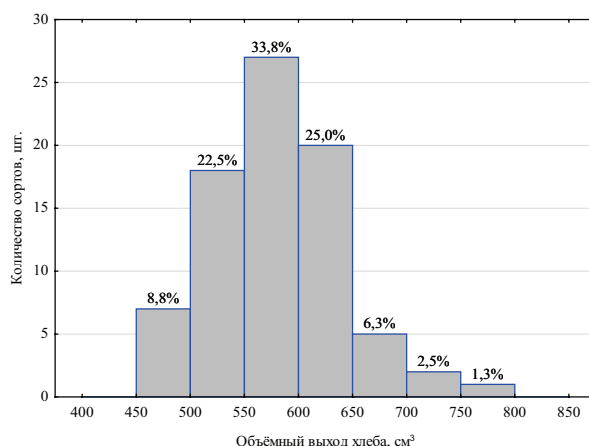


Рис. 5. Распределение сортов озимой пшеницы по объемному выходу хлеба (2015–2017 гг.)

Fig. 5. Distribution of winter wheat varieties according to volume output bread (2015–2017)

Объемный выход хлеба более 650 см³ сформировали 8 сортов озимой мягкой пшеницы: Аскет (687 см³), Аксинья (710 см³) (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Фиделиус (655 см³) (Австрия), Антонина (670 см³) (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»), Камышанка 4 (670 см³) (ФНЦ Агроэкологии РАН), Апаш (730 см³) (Франция), Поэма (660 см³), Бис (780 см³) (ФГБНУ Верхневолжский ФАНЦ).

Общая оценка хлеба по изучаемым сортам изменялась в широких пределах – от 2,6 до 4,8 балла (рис. 6).

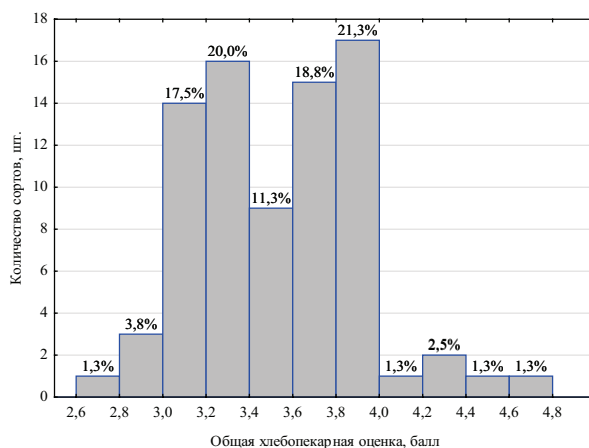


Рис. 6. Распределение сортов озимой пшеницы по общей хлебопекарной оценке (2015–2017 гг.)

Fig. 6. Distribution of winter wheat varieties according to general baking estimation (2015–2017)

У основной массы сортов общая хлебопекарная оценка составила 3,0–3,9 балла. Хлеб с высокой оценкой 4,0 и более балла отмечен у 11 сортов: Изюминка, Ростовчанка 7, Донская безостая, Аскет (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Камышанка 4 (ФНЦ Агроэкологии РАН), Проза, Поэма (ФГБНУ Верхневолжский ФАНЦ), Фиделиус (Австрия), Апаш (Франция), Баграт (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»).

В результате исследований по комплексу качественных показателей зерна и муки (содержание белка, содержание клейковины, SDS-седиментация, сила муки, объем хлеба, общая оценка хлеба) выделены 14 сортов озимой мягкой пшеницы: Находка, Аксинья, Вольница, Танаис, Аскет, Жаворонок,

Донская юбилейная, Донская безостая, Лидия, Иришка (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»). Их характеристика представлена в таблице 1.
Ростовчанка 7 (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Проза, Поэма (ФГБНУ Верхневолжский ФАНЦ), Антонина,

1. Характеристика сортов озимой пшеницы, выделившихся по показателям качества (2015–2017 гг.)
1. Characteristics of winter wheat varieties with the best quality indicators (2015–2017)

Сорт	Происхождение	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	SDS-седиментации, мл	Сила муки, е. а.	Объем хлеба, см ³	Общая оценка хлеба, балл
Дон 107, ст.	АНЦ «Донской»	12,87	21,7	60	220	587	3,2
Находка		14,50	24,9	53	310	560	3,3
Аксинья		14,14	27,6	55	242	710	4,6
Вольница		14,12	26,5	65	263	607	3,8
Танаис		13,91	25,1	55	273	593	3,6
Аскет		13,89	29,0	56	213	687	4,4
Жаворонок		13,83	25,3	60	222	620	3,9
Донская юбилейная		13,81	24,7	54	300	625	3,7
Донская безостая		13,37	25,0	55	226	627	4,0
Лидия		13,25	24,9	55	241	617	3,7
Ростовчанка 7		13,42	24,3	53	276	600	4,0
Проза	Верхневолжский	13,30	24,5	50	240	620	4,0
Поэма	ФАНЦ	13,46	24,5	51	229	660	4,1
Иришка	НЦЗ им. П. П.	13,21	23,2	61	289	615	3,9
Антонина	Лукьяненко	13,50	23,8	50	193	670	3,8

Образцы, представленные в таблице, сформировали от 13,21 до 14,50% белка, больше 14,0% отмечено у сортов Находка, Аксинья и Вольница (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Содержание клейковины в зерне варьировало от 23,2 до 29,0%. Высокие значения силы муки отмечены у сортов Находка, Вольница, Танаис, Донская Юбилейная, Ростовчанка 7 (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Иришка (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»). Также представленные в таблице сорта обладают высокими значениями изученных показателей качества зерна и муки.

Выводы. В результате исследований по комплексу качественных показателей зерна и муки (содержание белка, содержание клейковины, SDS-седиментация, сила муки, объем хлеба, общая оценка хлеба) выделены 14 сортов озимой мягкой пшеницы. В решении проблемы улучшения качества данной культуры важная роль принадлежит селекции. Поэтому для создания новых высококачественных генотипов озимой мягкой пшеницы в качестве генетических источников предлагается использовать сорта, выделенные в ходе настоящих исследований.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Копусь М. М., Ионова Е. В., Дорохова Д. П. Основные причины, ведущие к несоответствию между качеством закупаемого зерна пшеницы и производством муки из нее в России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4(52). С. 27–32.
2. Долгополова Н. В., Скрипин В. А., Шершнева О. М., Алябьева Ю. В. Значение озимой и яровой пшеницы в производстве продуктов питания // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 5. С. 52–56.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Дробыш А. В., Тарануха Г. И. Использование внутривидовой гибридизации в селекции озимой мягкой пшеницы // Вестник Белорусской ГСХА. 2017. № 2. С. 30–33.
5. Копусь М. М., Нецветаев В. П., Копусь Е. М., Маркарова А. Р., Нецветаева О. В. Экспресс-методы оценки селекционного материала пшеницы по качеству зерна // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 19–21.
6. Попов А. С., Герасименко Г. П., Марченко Д. М., Герасименко Т. В., Яценко В. А., Игнатъева Н. Г. Урожайность и качество сортов мягкой озимой пшеницы в восточной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. № 2(44). С. 27–30.
7. Самофалова Н. Е., Авраменко М. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. Е. Селекционно-генетические подходы в оценке перспективности гибридных популяций озимой твердой пшеницы на качество // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 41–46.
8. Урусов А. К., Князев Б. М. Эффективность возделывания перспективных сортов озимой пшеницы в предгорной зоне КБР // Российский экономический интернет-журнал. 2006. № 4. 249 с.

References

1. Alabushev A. V., Kopus' M. M., Ionova E. V., Dorohova D. P. Osnovnye prichiny, vedushchie k nesootvetstviyu mezhdu kachestvom zakupaemogo zerna pshenicy i proizvodstvom muki iz nee v Rossii [The main reasons leading to the discrepancy between the quality of purchased wheat grain and the production of flour from it in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 4(52). S. 27–32.
2. Dolgopolova N. V., Skripin V. A., Shershneva O. M., Alyab'eva Yu. V. Znachenie ozimoy i yarovoj pshenicy v proizvodstve produktov pitaniya [The importance of winter and spring wheat in food production] // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2009. № 5. S. 52–56.

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 research results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Drobysh A. V., Taranuho G. I. Ispol'zovanie vnutrividovoy gibridizatsii v selektsii ozimoy myagkoj pshenicy [The use of intraspecific hybridization in winter bread wheat breeding] // Vestnik Belorusskoj GSKHA. 2017. № 2. S. 30–33.
5. Kopus' M. M., Necvetaev V. P., Kopus' E. M., Markarova A. R., Necvetaeva O. V. Ekspress-metody ocenki selekcionnogo materiala pshenicy po kachestvu zerna [Express methods for assessing wheat breeding material for grain quality] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 1. S. 19–21.
6. Popov A. S., Gerasimenko G. P., Marchenko D. M., Gerasimenko T. V., Yacenko V. A., Ignat'eva N. G. Urozhajnost' i kachestvo sortov myagkoj ozimoy pshenicy v vostochnoj zone Rostovskoj oblasti [Productivity and quality of winter bread wheat varieties in the eastern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 2(44). S. 27–30.
7. Samofalova N. E., Avramenko M. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. E. Selekcionno-geneticheskie podhody v ocenke perspektivnosti gibridnyh populyacij ozimoy tvrdoj pshenicy na kachestvo [Selection and genetic approaches in assessing the quality prospects of hybrid populations of winter durum wheat] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 41–46.
8. Urusov A. K., Knyazev B. M. Effektivnost' vozdevlyvaniya perspektivnyh sortov ozimoy pshenicy v predgornoj zone KBR [Efficiency of cultivation of promising winter wheat varieties of in the foothill zone of the KBR] // Rossijskij ekonomicheskij internet-zhurnal. 2006. № 4. 249 s.

Поступила: 26.06.20; принята к публикации: 13.07.20.

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. Иванисов М. М. – концептуализация исследований, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Марченко Д. М. – общее научное руководство, концептуализация исследований, критический анализ текста; Некрасов Е. И. – сбор данных и доказательств; Рыбась И. А. – анализ данных и их интерпретация; Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Кравченко Н. С. – выполнение лабораторных опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА НА МАСЛОСЕМЕНА В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

С. А. Девяткин¹, аспирант, ORCID ID: 0000-0002-9002-0982;

Т. Ф. Девяткина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и ландшафтной архитектуры, ORCID ID: 0000-0002-5363-9479;

Р. Ф. Баторшин², кандидат биологических наук, специалист группы масличных культур, ORCID ID: 0000-0001-7085-8967;

Д. В. Бочкарев¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии и ландшафтной архитектуры, ORCID ID: 0000-0002-9165-3634

¹ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева»,

430000, Республика Мордовия, г. Саранск, р. п. Ялга, ул. Российская, 31;

²Закрытое акционерное общество фирма «Август»,

129515, г. Москва, ул. Цандера, 6

Целью исследований являлось определение эффективности росторегулирующих препаратов ретардантного действия Рэги, ВРК (д. в. хлормекватхлорид, 750 г/л) и Колосаль, КЭ (д. в. тебуконазол, 250 г/л), а также их баковых смесей на рапс яровой (*Brassica napus oleifera* D. C.) сорта Неман. Экспериментальные исследования проводились в 2017–2019 гг. на черноземе выщелоченном в лесостепной части юга Нечерноземной зоны. Установлено достоверное влияние изучаемых ретардантов на увеличение количества боковых побегов, плодов на одно растение, массу 1000 семян и снижение полегания рапса, что обеспечивало прибавку урожайности от 10 до 45% по сравнению с контролем. Максимальная урожайность ярового рапса была получена при совместной обработке посевов препаратами Колосаль, КЭ в дозе 1 л/га и Рэги, ВРК в дозе 1 л/га – 3,78 т/га, что выше, чем на контроле, на 1,25 т/га. Рентабельность производства на этом варианте составила 120%, был получен дополнительный доход 23 тыс. руб./га.

Ключевые слова: рапс, регулятор роста, высота растений, боковой побег, плод, густота стояния, урожайность.

Для цитирования: Девяткин С. А., Девяткина Т. Ф., Баторшин Р. Ф., Бочкарев Д. Ф. Совершенствование технологии возделывания ярового рапса на маслосемена в условиях юга Нечерноземной зоны // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 19–22. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-19-22.



IMPROVEMENT OF THE CULTIVATION TECHNOLOGY OF SPRING OILSEED RAPE FOR OILSEEDS IN THE SOUTH OF THE NON-BLACK EARTH (CHERNOZEM) ZONE

S. A. Devyatkin¹, post graduate, ORCID ID: 0000-0002-9002-0982;

T. F. Devyatkina¹, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of agronomy and landscape architecture, ORCID ID: 0000-0002-5363-9479;

R. F. Batorshin², Candidate of Biological Sciences, specialist of oil grain crops, ORCID ID: 0000-0001-7085-8967;

D. V. Bochkarev¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of agronomy and landscape architecture, ORCID ID: 0000-0002-9165-3634

¹FSBEI HE "MSU named after N. P. Ogarev",

430000, Republic of Mordovia, Saransk, v. of Yalga, Rossyskaya Str., 31;

²Closed Joint-Stock Company "Avgust",

129515, Moscow, Tsander Str., 6

The purpose of the current study was to determine the efficiency of growth regulators of retardant action "Reggie", "VRK" (a. v. chlormequat chloride, 750 g/l) and "Kolosal", "KE" (a. v. tebuconazole, 250 g/l), as well as their tank mixtures for the spring oil seed rape (*Brassica napus oleifera* D. C.) variety "Neman". The trials were carried out in 2017–2019 on leached chernozem in the forest-steppe part of the south of the Non-blackearth (chernozem) zone. There has been identified a significant effect of the studied retardants on an increase of a number of off-shoots and seeds per plant, an improvement of 1000-seed weight, a decrease of oil seed rape lodging, which provided a yield rise from 10 to 45%, compared with the control variety. The maximum productivity of spring oil seed rape (3.78 t/ha) was obtained by joint treatment of crops with "Kolosal", "KE" at a dose of 1 l/ha and "Reggie", "VRK" at a dose of 1 l/ha, which was on 1.25 t/ha higher than in the control variant. The profitability of production on this option was 120%, with the obtained additional income of 23 thousand rubles/ha.

Keywords: oil seed rape, growth regulator, plant height, off-shoot, fruit, stand density, yield/productivity.

Введение. В последние десятилетия на территории Российской Федерации произошло существенное увеличение посевной площади под яровым рапсом (Гулидова, 2019). По данным Росстата, в 2001 г. этой культурой было занято 135 тыс. га, в 2019 г. площадь увеличилась более чем в 10 раз – до 1561 тыс. га. Регионы юга лесостепи Нечерноземной зоны (Тульская, Орловская, Республика Чувашия, юг Брянской, Калужской, Московской, Нижегородской и Рязанской областей), куда территориально входит Мордовия, являются одними из лидеров по производству маслосемян рапса и входят в топ 20 по валовому

сбору и урожайности культуры (Рапс: площади, сборы и урожайность в 2001–2019 гг.).

Такой интерес сельскохозяйственных производителей к рапсу обоснован прежде всего его высокой экономической эффективностью и агрономической ценностью. Семена рапса пользуются высоким спросом на мировом рынке, так как являются источником высококачественного растительного масла, используемого на пищевые и технические цели, а также для производства биодизельного топлива. Продукты переработки маслосемян (шрот, жмых) являются ценными кормами, сбалансированными по аминокислот-

ному составу белка (Панаскин, 2017; Гулидова, 2019). Рапс – один из лучших предшественников для целого ряда сельскохозяйственных культур. Глубоко проникающая стержневая корневая система способствует разуплотнению пахотного слоя и благодаря корневым выделениям положительно влияет на фитосанитарное состояние почвы.

Сельскохозяйственное производство Российской Федерации располагает всеми необходимыми ресурсами для увеличения объемов производства этой культуры, однако увеличить валовый сбор маслосемян рапса нужно в первую очередь за счет повышения его урожайности. Эта задача будет выполняться при обосновании и разработке элементов технологий производства применительно к природным и климатическим условиям регионов его возделывания, с учетом имеющихся лимитирующих факторов. Однако даже при соблюдении всех элементов технологии возделывания не всегда удается собрать весь выращенный урожай. Нестабильность условий увлажнения в период вегетации зачастую приводит к полеганию рапса, что затрудняет его уборку. В решении проблемы полегания огромное значение имеет включение в технологию возделывания рапса регуляторов роста, обладающих ретардантным эффектом. Ретарданты, используемые для предотвращения полегания посевов, также усиливают ветвление растений и, как следствие, интенсивность процессов плодоношения, созревания и продуктивности культуры (Дворецкий и др., 2012; Титов, 2014; Тюкина и др., 2013).

Целью наших исследований явилось определение влияния регуляторов роста ретардантного действия на морфометрические и урожайные показатели ярового рапса.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводили в 2017–2019 гг. на производственных посевах ярового рапса сорта Неман Р 1 в ООО «Озерки» Рузаевского района Республики Мордовия. Республика входит в лесостепную часть юга Нечерноземной зоны. Во все годы исследований почвой опытных участков был чернозем выщелоченный со средним содержанием гумуса, высокой степенью насыщенности основаниями, слабокислой реакцией почвы, средним содержанием подвижных форм фосфора и повышенным содержанием обменного калия.

Опыт включал следующие варианты:

- 1) контроль (без обработки);
- 2) Рэгги, ВРК (д. в. хлормекватхлорид, 750 г/л) – 1,0 л/га;
- 3) Колосаль, КЭ (д. в. тебуконазол, 250 г/л) – 1,0 л/га;
- 4) Колосаль, КЭ + Рэгги, ВРК (0,6 + 0,3 л/га);
- 5) Колосаль, КЭ + Рэгги, ВРК (1,0 + 1,0 л/га).

Действующее вещество Колосаля – тебуконазол, относится к группе препаратов триазольной природы, проявляющих свойства как регуляторов роста, так и фунгицидов (Побежимова и др., 2019).

Площадь производственной делянки в опыте – 3120 м², учетной – 2100 м². Повторность – четырехкратная. Размещение вариантов внутри повторностей – рендомизированное. Посев ярового рапса во все годы исследований проводили в I декаде мая рядовым способом с междурядьями 12,5 см. Норма высева – 8 кг/га. Предшественник – яровой ячмень. Обработка почвы опытного участка состояла из двукратного осеннего дискования дисковой бороной «Рубин» после уборки предшественника и предпосевной культивации. Под первое дискование вносили полное минеральное удобрение в дозе N₈₈P₅₂K₅₂ (аммиачная селитра 2 ц/га и диаммофоска 2 ц/га). Обработку посевов изучаемыми препаратами проводили во II декаде июня в фазу начала бутонизации (ВБСН 40-51) в утренние часы штанговым опрыскивателем ОП-2000. Расход рабочей жидкости – 300 л/га.

Измерение высоты растений проводили через 21 день после проведения обработки регуляторами и перед уборкой рапса на 100 опытных растениях в четырехкратной повторности. Также определяли количество боковых побегов, количество плодов на 1 растении, количество зерен в 1 плоде. Анализ структуры урожая проводили методом сноповых образцов, взятых с 1 м² в четырехкратной повторности. Массу 1000 семян определяли по среднеарифметической двух образцов в четырехкратной повторности. Перед уборкой также определяли полегание растений по 5-балльной шкале, где 1 балл – сильно полегавшие посевы, а 5 – неполегавшие посевы. Фактическую урожайность рапса определяли после уборки комбайном с рапсовым столом. Обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1979).

Погодные условия вегетационного периода 2017 г. отличались избыточным увлажнением и низким температурным режимом. ГТК составил 1,11, что характеризует год как влажный. Вегетационный период 2018 г. был засушливым (ГТК = 0,36). Погодные условия вегетационного периода 2019 г. были в целом близкими к среднееголетним показателям (ГТК = 0,87), но отличались недостатком увлажнения в первой половине вегетации и его избытком во второй период роста культуры. В целом погодные условия были типичными для юга Нечерноземной зоны.

Результаты и их обсуждение. Обработка рапса ретардантами оказывала достоверное влияние на снижение высоты растений во все годы исследований (табл. 1). В конце фазы цветения наиболее выраженным уменьшение высоты растений было при совместном применении Колосаль, КЭ и Рэгги, ВРК в дозе 1 л/га + 1 л/га – на 38%, в дозе 0,6 л/га + 0,3 л/га – на 26% по сравнению с контролем. Несколько уступали по эффективности варианты с раздельным применением изучаемых препаратов. Снижение высоты растений рапса от Колосаля составило 19%, от Рэгги – 22%.

1. Влияние регуляторов роста на морфометрические показатели растений ярового рапса (в среднем за 3 года) 1. The effect of growth regulators on the morphometric parameters of spring oil seed rape (on average for 3 years)

Препарат	Дозировка, л/га	Высота растений рапса, см		Высота прикрепления первого бокового побега, см	Количество боковых побегов на 1 растение, шт.
		в конце фазы цветения	перед уборкой		
Контроль	без обработки	108,7	121,0	33,0	3,6
Рэгги, ВРК	1	92,7	98,0	31,3	4,2
Колосаль, КЭ	1	86,7	94,3	34,7	4,3
Колосаль, КЭ + Рэгги, ВРК	0,6 + 0,3	80,7	91,7	28,3	4,3
Колосаль, КЭ + Рэгги, ВРК	1 + 1	67,3	76,7	25,3	4,2
НСР ₀₅	–	5,3	5,4	3,2	0,4

Ко времени уборки высота рапса увеличивалась на всех вариантах, но закономерность по действию регуляторов роста сохранялась. Растения на обработанных делянках были ниже, чем на контроле, от 37 (Колосаль, КЭ 1 л/га + Рэги, ВРК 1 л/га) до 19% (Рэги, ВРК 1 л/га).

В годы проведения исследований полегание растений рапса наблюдалось в 2017 и 2019 гг., когда количество осадков было оптимальным и избыточным для развития культуры. На контрольном участке степень полегания в эти годы составляла 3,5 балла. Обработка ретардантами увеличивала устойчивость растений к полеганию на всех вариантах от 4,5 балла при раздельном применении до 5 баллов при их совместном внесении.

Помимо положительного эффекта в снижении интенсивности линейного роста и предотвращении полегания, использование ретардантов может привести к снижению высоты прикрепления первых боко-

вых побегов, что вызовет потери урожая при уборке. Высота прикрепления первого бокового побега является важным морфометрическим показателем при изучении ретардантов на рапсе. В опыте она существенно снижалась при комплексном применении Колосаля и Рэги, однако находилась в пределах рекомендуемой высоты среза при комбайнировании.

Использование препаратов в опыте стимулировало важные элементы структуры урожая – число продуктивных побегов и массу 1000 семян за счет перераспределения ассимилянтов в сторону генеративной части.

Количество боковых побегов достоверно увеличивалось на 16–19% на всех опытных вариантах. На делянках с Колосаль, КЭ + Рэги, ВРК в норме 1 + 1 л/га количество плодов на 1 растении рапса было на 55% выше по сравнению с контролем. На других вариантах увеличение составило от 46 до 25%.

2. Влияние регуляторов роста на показатели структуры урожая рапса (в среднем за 3 года)

2. The effect of growth regulators on the parameters of the yield structure of oil seed rape (on average for 3 years)

Препарат	Дозировка, л/га	Перед уборкой		Число семян в плоде, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность биологическая, г/м ²
		Количество растений на 1 м ² , шт.	Количество плодов на 1 растении рапса, шт.			
Контроль	без обработки	80	61	20	3,15	311,9
Рэги, ВРК	1	79	81	20	3,23	398,1
Колосаль, КЭ	1	80	76	20	3,26	380,2
Колосаль, КЭ + Рэги, ВРК	0,6 + 0,3	80	87	19	3,25	413,2
Колосаль, КЭ + Рэги, ВРК	1 + 1	79	95	19	3,23	457,4
НСР	–	F _ф < F _т	6	F _ф < F _т	0,07	33,2

Рост этих показателей обеспечивал прибавку биологической урожайности по всем обработанным вариантам от 46% при совместном применении препаратов в дозе 1 + 1 л/га до 22% при обработке Колосалем.

На другие элементы структуры урожая рапса (число растений на единице площади и количество семян в плоде) изучаемые факторы не оказывали влияния.

Хозяйственная урожайность была несколько ниже биологической, так как в производственных условиях из-за неодновременного созревания плодов рапса происходило их растрескивание и частичное осыпание зерна при уборке. Во все годы исследований ретарданты обеспечивали достоверную прибавку урожайности (см. рис.).

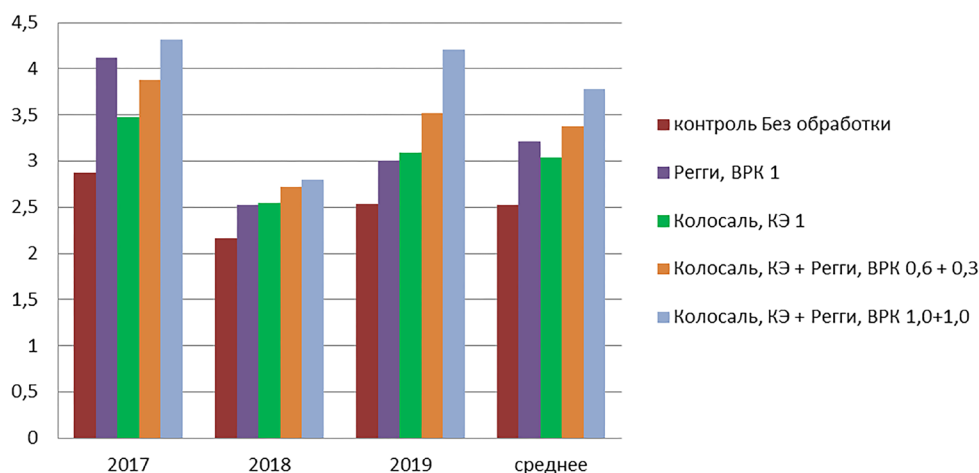


Рис. Влияние регуляторов роста на урожайность маслосемян рапса
Fig. The effect of growth regulators on rapeseed oil yields

Максимальная хозяйственная урожайность в опыте была получена при совместном применении препаратов Колосаль, КЭ 1 л/га + Рэги, ВРК 1 л/га – 3,78 т/га, что выше, чем на контроле, на 1,25 т/га

(49%). Дополнительный доход на этом варианте составил 23 274 руб./га, рентабельность производства – 120%, что на 44% больше контрольных значений.

Факториальный анализ рассеивания экспериментальных данных показал, что на долю погоды (η^2) в варьировании урожайности ярового рапса приходится 54% общей изменчивости показателей, ретардантов – 33%, случайного варьирования – 5%.

Выводы. Проведенные трехлетние исследования показали, что применение ретардантов является высокоэффективным агроприемом возделывания ярового рапса. Результаты исследований свидетель-

ствуют, что в условиях неустойчивого увлажнения юга Нечерноземной зоны регуляторы роста снижали полегание рапса, способствовали повышению продуктивной кустистости растений, увеличению количества стручков и массы 1000 семян и, как следствие, росту урожайности культуры. Лучшим из исследуемых вариантов было совместное применение Колосаль, КЭ 1 л/га + Регги, ВРК 1 л/га.

Библиографические ссылки

1. Гулидова В. А. Рапс – высокомаржинальная культура России: монография. Елец: ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина», 2019. 310 с.
2. Дворецкий С. А., Девяткина Т. Ф., Бочкарев Д. В., Смолин Н. В. Эффективность применения гербицидов и регуляторов роста в посевах озимой пшеницы // Нива Поволжья. 2012. № 4(25). С. 15–19.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Панасин В. И., Рымаренко Д. А. Сравнительная эффективность регуляторов роста Карамба Турбо и Оптим Дуо при возделывании озимого рапса // Земледелие. 2017. № 5. С. 24–26.
5. Побежимова Т. П., Корсукова А. В., Дорофеев Н. В., Грабельных О. И. Физиологические эффекты действия на растения фунгицидов триазольной природы // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9, № 3. С. 461–476.
6. Рапс: площади, сборы и урожайность в 2001–2019 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/raps-ploshchadi-sbory-i-urozhajnost-v-2001-2019-gg.html>.
7. Титов В. Н. Фунгицидный регулятор роста Карамба на яровом рапсе // Защита и карантин растений. 2014. № 3. С. 47–48.
8. Тюкина Е. В., Девяткина Т. Ф., Колмыкова Т. С., Бочкарев Д. В. Антистрессовое действие регуляторов роста при использовании гербицидов на растения озимой пшеницы // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2013. № 5. С. 41–45.
9. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коршунов А. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16–20.

References

1. Gulidova V. A. Raps – vysokomarzhinal'naya kul'tura Rossii: monografiya [Oil seed rape is a high-margin culture in Russia]. Elec: FGBOU VO "Eleckij gosudarstvennyj universitet im. I. A. Bunina", 2019. 310 s.
2. Dvoreckij S. A., Devyatkina T. F., Bochkarev D. V., Smolin N. V. Effektivnost' primeneniya gerbicidov i regulyatorov rosta v posevah ozimoy pshenicy [The efficiency of the use of herbicides and growth regulators for winter wheat] // Niva Povolzh'ya. 2012. № 4(25). S. 15–19.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1979. 416 s.
4. Panasin V. I., Rymarenko D. A. Sravnitel'naya effektivnost' regulyatorov rosta Karamba Turbo i Optimo Duo pri vozdelyvanii ozimogo rapsa [Comparative efficiency of the growth regulators "Karamba Turbo" and "Optimo Duo" in the cultivation of winter oil seed rape] // Zemledelie. 2017. № 5. S. 24–26.
5. Pobezhimova T. P., Korsukova A. V., Dorofeev N. V., Grabel'nyh O. I. Fiziologicheskie efekty dejstviya na rasteniya fungicidov triazol'noj prirody [Physiological effects of triazole fungicides on plants] // Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. 2019. T. 9, № 3. S. 461–476.
6. Raps: ploshchadi, sbory i urozhajnost' v 2001–2019 gg. [Elektronnyj resurs] [Oil seed rape: areas, yields and productivity in 2001–2019]. Rezhim dostupa: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/raps-ploshchadi-sbory-i-urozhajnost-v-2001-2019-gg.html>.
7. Titov V. N. Fungicidnyj regulyator rosta Karamba na yarovom rapse [Fungicide growth regulator "Karamba" on spring oil seed rape] // Zashchita i karantin rastenij. 2014. № 3. S. 47–48.
8. Tyukina E. V., Devyatkina T. F., Kolmykova T. S., Bochkarev D. V. Antistressovoe dejstvie regulyatorov rosta pri ispol'zovanii gerbicidov na rasteniya ozimoy pshenicy [Antistress effect of growth regulators when using herbicides for winter wheat] // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. 2013. № 5. S. 41–45.
9. Shapoval O. A., Mozharova I. P., Korshunov A. A. Regulatory rosta rastenij v agrotekhnologiyah [Plant growth regulators in agricultural technologies] // Zashchita i karantin rastenij. 2014. № 6. S. 16–20.

Поступила: 26.06.20; принята к публикации: 13.07.20.

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. Бочкарев Д. В., Девяткин С. А. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Баторшин Р. Ф. – подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация; Девяткина Т. Ф. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЭСПАРЦЕТА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ЮГА РОССИИ

А. А. Регидин, младший научный сотрудник лаборатории многолетних трав, mноголетnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501;

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Основными кормовыми культурами являются многолетние бобовые травы, среди которых важная роль отводится эспарцету. При создании новых сортов эспарцета имеется несколько направлений, но основным остается селекция на урожайность зеленой массы, семян и качество корма. Исходя из этого, целью данных исследований являлось изучение кормовой, семенной продуктивности и качества корма перспективных образцов эспарцета. Исследования проводили в рамках конкурсного сортоиспытания эспарцета посева 2017 г. в течение одного цикла (двух лет пользования). Объектами исследований являлись 22 образца эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Посев в опыте ранневесенний, беспокровный. Площадь делянок – 25 м² в шестикратной повторности, размещение – систематическое со смещением. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Оценку образцов эспарцета проводили по урожайности зеленой массы и семян, а также по их биохимическим показателям. Во все годы цикла изучения 6 изучаемых образцов эспарцета достоверно превосходили стандарт по урожайности зеленой массы. Это образцы Син 15/93, Син 6/95, Син 4/2010, Син 2/2004, Син 3/2004, Син 9/97, формировавшие урожайность зеленой массы от 26,7 до 33,3 т/га в 2018 г. и от 24,7 до 29,6 т/га в 2019 г. при урожайности стандарта 24,6 и 22,6 т/га соответственно. В изучаемом питомнике при содержании сухого вещества стандарта Зерноградский 2 22,4% у 9 образцов оно составляло от 23,3 до 24,4%, что достоверно превышало стандарт. Содержание сырого протеина у изучаемых образцов эспарцета варьировало в пределах 15,55–19,62%. Практически все изучаемые образцы эспарцета формировали урожайность семян от 1,02 до 1,29 т/га.

Ключевые слова: эспарцет, конкурсное сортоиспытание, урожайность, зеленая масса, сухое вещество, сырой протеин, семена.

Для цитирования: Регидин А. А., Игнатьев С. А. Результаты создания перспективных сортов эспарцета для различных условий юга России // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 23–26. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-23-26.



THE RESULTS OF THE DEVELOPMENT OF THE PROMISING SAINFOIN VARIETIES ADAPTED FOR VARIOUS CONDITIONS IN THE SOUTH OF RUSSIA

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

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

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The main feed crops are perennial legumes, among which sainfoin is of special importance. When developing the new sainfoin varieties, there are several directions, but the main ones are selection for green mass and seeds productivity, and quality of feed. Based on this, the purpose of the current work was to study the feed, seed productivity and feed quality of the promising sainfoin samples. The study was carried out as part of the competitive variety testing of sainfoin sown in 2017 during one cycle (two years of use). The objects of the study were 22 sainfoin samples developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The sowing was pure and early spring. The area of the plots was 25 m², in six-fold repetitions, the placement was systematic with a shift. The seeding rate was 5 million germinated seeds per hectare. The estimation of sainfoin samples was carried out according to the productivity of green mass and seeds, as well as their biochemical parameters. In all the years of the study, 6 studied sainfoin samples reliably exceeded the standard in green mass productivity. They are the samples "Sin 15/93", "Sin 6/95", "Sin 4/2010", "Sin 2/2004", "Sin 3/2004", "Sin 9/97", which formed the green mass productivity from 26.7 t/ha to 33.3 t/ha in 2018, and from 24.7 t/ha to 29.6 t/ha in 2019, with a standard productivity of 24.6 t/ha and 22.6 t/ha, respectively. In the trial the dry matter content of the standard variety "Zernogradsky 2" was 22.4%, the 9 samples' dry matter content ranged from 23.3% to 24.4%, which was significantly larger than that of the standard variety. The raw protein percentage in the studied sainfoin samples varied from 15.55–19.62%. Almost all the studied sainfoin samples formed the seed productivity from 1.02 t/ha to 1.29 t/ha.

Keywords: sainfoin, competitive variety testing, productivity, green mass, dry matter, raw protein, seeds.

Введение. Перед сельскохозяйственным производством Российской Федерации стоит задача сокращения импорта продукции животноводства и ускоренного развития производства отечественной продукции (Косолапов и др., 2009; Игнатьев и др., 2017). Достижению целей этих направлений способствует создание более урожайных сортов кормовых культур, которые будут являться более адаптированными к нестабильным погодно-климатическим, включающим в себя экстремальные факторы (недоста-

точное количество осадков, холодные бесснежные зимы, засухи), условиям среды (Попов и др., 2012; Кривошеев и др., 2014).

Сорт является самым доступным и дешевым средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но он во многом определяет и технологии возделывания. Современная селекция требует создания экологически дифференцируемых сортов кормовых культур и особенно многолетних бобовых, способствующих биологической устойчивости агро-

стем (Шамсутдинов, 2010; Новоселова и Новоселов, 2012).

Основными кормовыми культурами являются многолетние бобовые травы, среди которых важная роль отводится эспарцету. При достаточно высокой стабильной урожайности зеленой массы, сена и семян эта культура имеет и ценные для сельхозпредприятий технологические признаки. К ним относятся неприхотливость к почвам, устойчивость к засухам. Также эспарцет является хорошим предшественником для озимой пшеницы и достаточно эффективно выращивается в полевых севооборотах (Благовещенский, 2011; Алабушев и др., 2014; Верещагина и др., 2016).

Селекционный процесс при создании новых сортов эспарцета имеет несколько направлений, но основными остаются урожайность зеленой массы, семян и качество корма. Исходя из этого, целью данных исследований являлось изучение кормовой, семенной продуктивности и качества корма образцов эспарцета.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в рамках конкурсного сортоиспытания эспарцета посева 2017 г. в течение одного цикла (двух лет пользования). Объектами исследований являлись 22 образца эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». За стандарт принят сорт Зерноградский 2. Площадь деланок составляла 25 м² в шестикратной повторности. Посев производили се-

ялкой ССФК-7 с нормой высева 5 млн всхожих семян на 1 га, или 100 кг/га, в соответствии с методическими указаниями по селекции многолетних трав (1985).

В период изучения погодные условия складывались следующим образом: на фоне высоких среднемесячных температур (в среднем на 1,6–3,0 °С выше среднемесячных); в период вегетации количество осадков составляло в среднем 46–55% от их среднемесячного количества. Такие погодные условия позволили наиболее полно оценить продуктивность образцов эспарцета в условиях южной зоны Ростовской области.

Отбор образцов для полного зоотехнического анализа и учет зеленой массы производили в фазу начала цветения согласно руководству по анализу кормов (1983), учет урожайности семян – в полную спелость. Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Excel и Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. Оценка образцов эспарцета проводили по урожайности зеленой массы и семян, а также по содержанию сухого вещества и сырого протеина.

Для эспарцета как для кормовой культуры важным показателем является урожайность зеленой массы. В среднем за цикл 10 изучаемых образцов достоверно превысили стандарт Зерноградский 2 по данному показателю (табл. 1).

1. Урожайность зеленой массы, содержание сухого вещества и сырого протеина в образцах эспарцета (2018–2019 гг.)

1. Productivity of green mass, dry matter content and raw protein in the sainfoin samples (2018–2019)

Образец	Урожайность зеленой массы, т/га				Сухое вещество, %	Сырой протеин, %
	годы		средняя	% к стандарту		
	2018	2019				
Зерноградский 2, ст.	24,6	22,6	23,6	100	22,4	18,07
Син 3/93	26,8	16,0	21,4	91	24,4	17,96
Син 5/93	21,5	21,6	21,6	91	22,4	17,53
Син 5/95	32,7	17,3	25,0	106	23,7	16,17
Син 13/95	14,1	28,4	21,3	90	21,1	18,15
Син 1/93	25,2	26,8	26,0	110	22,2	17,69
Син 1/97	24,0	26,0	25,0	106	24,2	16,16
Син 1/2000	24,0	26,9	25,5	108	22,4	17,75
Син 11/93	28,2	16,6	22,4	95	24,4	16,35
Син 15/93	26,7	24,7	25,7	109	23,1	19,62
Син 16/93	26,6	22,6	24,6	104	22,7	18,86
Син 23/95	23,8	26,4	25,1	106	22,2	17,06
Син 2/2010	24,5	14,0	19,3	82	23,1	15,55
Син 7/95	20,0	24,0	22,0	93	23,3	16,07
Син 5/2010	20,5	24,3	22,4	95	23,3	18,12
Син 47/95	26,0	39,0	32,5	138	22,8	17,13
Син 3/2010	25,0	29,0	27,0	114	22,7	17,84
Син 6/95	26,8	27,5	27,2	115	23,3	16,97
Син 4/2010	33,3	25,4	29,4	124	22,9	18,15
Син 2/2004	29,3	27,4	28,4	120	21,5	17,37
Син 3/2004	28,1	29,4	28,8	122	23,3	18,56
Син 9/97	28,7	29,6	29,2	123	23,8	18,43
НСР ₀₅	1,7	1,8	1,7		0,8	0,24

При урожайности стандарта 23,6 т/га 10 образцов формировали урожайность зеленой массы от 25,5 т/га (Син 1/2000) до 32,5 т/га (Син 47/95). Однако во все годы цикла изучения только 6 изучаемых образцов эспарцета достоверно превосходили стандарт. Это образцы Син 15/93, Син 6/95, Син 4/2010, Син 2/2004, Син 3/2004, Син 9/97, формировавшие урожай-

ность зеленой массы от 26,7 до 33,3 т/га в 2018 г. и от 24,7 до 29,6 в 2019 г. при урожайности стандарта 24,6 и 22,6 т/га соответственно.

Качество корма во многом зависит от содержания сухого вещества. В изучаемом питомнике при содержании сухого вещества стандарта Зерноградский 2 22,4% у 9 образцов оно варьировало в среднем

за цикл от 23,3 до 24,4%, что достоверно превышало стандарт. Лучшими по содержанию сухого вещества были Син 1/97 (24,2%), Син 3/93 и Син 11/93 (24,4%). Остальные образцы были на уровне стандарта, за исключением Син 13/95, у которого оно было достоверно меньшим (21,1%).

Содержание сырого протеина в корме – важный признак качества, несущий в себе все сочетания азотсодержащих соединений корма. Показатели по данному признаку у изучаемых образцов эспарцета в среднем за цикл варьировали в пределах 15,55–19,62%. Содержание сырого протеина у стандарта составляло 18,07%. У основной части изучаемых образцов содержание сырого протеина было

в пределах наименьшей существенной разности к стандарту Зерноградский 2, кроме Син 2/2010, у которого его содержание было достоверно ниже стандарта (15,55%). Лучшими и достоверно превысившими стандарт были образцы Син 9/97 (18,43%), Син 3/2004 (18,56%), Син 16/93 (18,86%) и Син 15/93 (19,62%).

Семенная продуктивность кормовых культур является важным фактором увеличения их посевных площадей. Поэтому наряду с кормовыми достоинствами семенная продуктивность также играет немаловажную роль. Урожайность семян стандартного сорта Зерноградский 2 в опыте в среднем за цикл составляла 0,94 т/га (табл. 2).

2. Урожайность семян образцов эспарцета, т/га (2018–2019 гг.) 2. Productivity of the sainfoin seeds, t/ha (2018–2019)

Образец	Годы		Средняя	% к стандарту
	2018	2019		
Зерноградский 2, ст.	0,69	1,19	0,94	100
Син 3/93	0,76	1,45	1,10	117
Син 5/93	0,25	1,38	0,82	87
Син 5/95	0,79	1,54	1,16	124
Син 13/95	0,95	1,45	1,20	128
Син 1/93	0,96	1,50	1,23	131
Син 1/97	0,94	1,35	1,14	122
Син 1/2000	0,58	1,42	1,00	106
Син 11/93	0,82	1,44	1,13	120
Син 15/93	0,90	1,37	1,14	121
Син 16/93	0,90	1,32	1,11	118
Син 23/95	0,93	1,44	1,18	126
Син 2/2010	0,69	1,50	1,10	117
Син 7/95	0,60	1,51	1,06	112
Син 5/2010	0,80	1,23	1,02	108
Син 47/95	0,90	1,37	1,14	121
Син 3/2010	0,92	1,48	1,20	128
Син 6/95	0,75	1,51	1,13	120
Син 4/2010	0,26	1,27	0,77	81
Син 2/2004	0,73	1,44	1,09	116
Син 3/2004	1,00	1,57	1,29	137
Син 9/97	0,99	1,57	1,28	136
НСР ₀₅	0,05	0,09	0,07	–

Практически все изучаемые образцы эспарцета, за исключением Син 5/93 (0,82 т/га), Син 1/2000 (1,00 т/га) и Син 4/2010 (0,77 т/га), формировали урожайность семян от 1,02 до 1,29 т/га, что достоверно превышает стандарт. Наибольшей урожайностью семян как в среднем, так и отдельно по годам выделились образцы Син 9/97 (1,28 т/га) и Син 2/2004 (1,29 т/га).

Некоторые изучаемые образцы эспарцета превышали стандарт по комплексу признаков. Два образца (Син 6/95 и Син 9/97) превосходили Зерноградский 2 по урожайности зеленой массы и семян и по содержанию сухого вещества. При урожайности зеленой массы стандарта 23,6 т/га, семян 0,94 т/га и сухого вещества 22,4% эти образцы формировали 27,2 и 29,2 т/га, 1,13 и 1,28 т/га, 23,3 и 23,8% соответственно. Образец Син 15/93 формировал урожайность зеленой массы 25,7; семян – 1,14 т/га, а содер-

жание сырого протеина – 19,62%, что достоверно превышало стандарт. По всем изучаемым признакам выделился образец Син 3/2004: его урожайность зеленой массы составляла 28,8 т/га; семян – 1,29 т/га; содержание сухого вещества – 23,3%; сырого протеина – 18,56%.

Выводы. По результатам проведенных исследований в конкурсном сортоиспытании эспарцета 10 образцов выделились по урожайности зеленой массы; 18 – по семенной продуктивности; 9 – по содержанию сухого вещества; 4 – по содержанию сырого протеина. Эти образцы могут быть использованы как источники полезных признаков. Образцы Син 3/2004, Син 15/93, Син 6/95 и Син 9/97, превышавшие стандарт Зерноградский 2 по комплексу признаков, будут размножаться на изолированных участках, а лучшие из них будут переданы для изучения на государственное сортоиспытание.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Овсянникова Г. В., Игнатъева Н. Г., Янковский Н. Г. Реакция озимой пшеницы на систематическое внесение удобрений в звеньях зернопромышленного севооборота // Зерновое хозяйство России. 2014. № 5(35). С. 54–59.
2. Благовещенский Г. В. Производство объемистых кормов в изменяющемся мире // Кормопроизводство. 2011. № 5. С. 3–5.

3. Верещагина А. С., Воскобулова Н. И., Ураскулов Р. Ш. Влияние покровной культуры, способа посева и нормы высева на засоренность посевов эспарцета // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 135–138.
4. Игнатьев С. А., Грязева Т. В., Игнатова Н. Г. Сорта эспарцета, адаптивные к условиям юга России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1(49). С. 39–43.
5. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство – стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 200 с.
6. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Буин Н. П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 44–50.
7. Новоселова А. С., Новоселов М. Ю. Научные основы и практика экологической селекции клевера лугового // Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового: сборник. М., 2012. С. 7–21.
8. Попов А. С., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А., Кравченко М. Е. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3(21). С. 56–59.
9. Шамсутдинов З. Ш. Достижения и стратегия развития селекции кормовых культур // Кормопроизводство. 2010. № 8. С. 25–27.

References

1. Alabushev A. V., Ovsyannikova G. V., Ignat'eva N. G., Yankovskij N. G. Reakciya ozimoy pshenicy na sistematischeskoe vnesenie udobrenij v zven'yah zernopromyshlennogo sevooborota [The response of winter wheat to the systematic fertilizing in the cycles of grain crop rotation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 5(35). S. 54–59.
2. Blagoveshchenskij G. V. Proizvodstvo ob'emistyh kormov v izmenyayushchemsya mire [Production of bulk feed in the changing world] // Kormoproizvodstvo. 2011. № 5. S. 3–5.
3. Vereshchagina A. S., Voskobulova N. I., Uraskulov R. Sh. Vliyanie pokrovnoj kul'tury, sposoba poseva i normy vyseva na zasorennost' posevov esparceta [The effect of a shelter crop, method of sowing and seeding rate on weediness of sainfoin sowings] // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. № 1(93). S. 135–138.
4. Ignat'ev S. A., Gryazeva T. V., Ignat'eva N. G. Sorta esparceta, adaptivnye k usloviyam yuga Rossii [Sainfoin varieties, adapted to the conditions of the south of Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 1(49). S. 39–43.
5. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S. Kormoproizvodstvo – strategicheskoe napravlenie v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii [Feed production is a strategic direction to ensure food security in Russia]. Teoriya i praktika. M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2009. 200 s.
6. 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 zone of the Rostov region during the growing season of maize] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 44–50.
7. Novoselova A. S., Novoselov M. Yu. Nauchnye osnovy i praktika ekologicheskoy selekcii klevera lugovogo [Scientific basis and practice of ecological breeding of meadow clover] // Ekologicheskaya selekciya i semenovodstvo klevera lugovogo: sbornik. M., 2012. S. 7–21.
8. Popov A. S., Yankovskij N. G., Ovsyannikova G. V., Suharev A. A., Kravchenko M. E. Osobennosti pogodnyh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [Climatic weather conditions in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2012. № 3(21). S. 56–59.
9. Shamsutdinov Z. Sh. Dostizheniya i strategiya razvitiya selekcii kormovyh kul'tur [Development and strategy for breeding and seed production of feed crops] // Kormoproizvodstvo. 2010. № 8. S. 25–27.

Поступила: 08.07.20; принята к публикации: 22.07.20.

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. Регидин А. А. – сбор данных, подготовка к анализу и их интерпретация, подготовка текста статьи; Игнатьев С. А. – общее научное руководство, концептуализация исследований.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.14:631.82

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-27-30

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

В. А. Максимов, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом семеноводства, ORCID ID: 0000-0002-1584-9491;

Р. И. Золотарева, старший научный сотрудник отдела семеноводства, via@mari-el.ru, ORCID ID: 0000-0003-3538-0202;

Ю. А. Лапшин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии возделывания сельскохозяйственных культур, ORCID ID: 0000-0002-5701-4118
Марийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 425231, Республика Марий Эл, Медведевский р-н, п. Руэм, ул. Победы, 10

Приведены результаты исследований, полученные в полевых опытах по изучению продуктивности четырех сортов озимой ржи. Опыты проводили в 2015–2018 гг. на опытном поле Марийского научно-исследовательского института, на дерново-подзолистой среднеглинистой почве в трехфакторном опыте (сорта, основное удобрение, азотная подкормка). Минеральные удобрения положительно влияли на увеличение зерновой продуктивности ржи, тем самым уменьшая себестоимость произведенного зерна и повышая рентабельность его производства. Наилучшие экономические показатели при производстве продовольственного зерна сорта Татьяна получены на варианте с двукратной азотной подкормкой (N_{45} при возобновлении весенней вегетации + N_{15} в фазу колошения): себестоимость производства килограмма зерна составила 3,72 руб. при уровне рентабельности производства 88%. При возделывании сорта Московская 15 зерно с наименьшей себестоимостью 3,99 руб./кг с уровнем рентабельности 75% получено в варианте с внесением N_{15} в некорневую подкормку в фазу колошения. На этом же варианте у сорта Рада зерно получено с одинаковыми экономическими оценочными показателями (себестоимостью килограмма зерна и уровнем рентабельности): соответственно 3,27 руб./кг и 114%. Для сорта Янтарное наиболее выгодным был этот же вариант, где себестоимость составила 3,89 руб./кг, рентабельность – 96%. За годы исследований наиболее экономически выгодным производством продовольственного зерна (4,1–5,3 т/га) было возделывание озимой ржи сорта Рада на фоне естественного плодородия почвы в вариантах с применением азотных подкормок. Продуктивность Рады на фоне основного внесения азотоса в дозе 0,15 т/га в вариантах с азотными подкормками была в среднем на 18% выше и варьировала от 4,8 до 6,6 т/га при удорожании себестоимости килограмма зерна от 0 до 50 копеек, или на 1–14%, в сравнении с неудобренным фоном.

Ключевые слова: озимая рожь, сорта, основное внесение удобрений, азотная подкормка, экономика, себестоимость, рентабельность.

Для цитирования: Максимов В. А., Золотарева Р. И., Лапшин Ю. А. Влияние минеральных удобрений на экономические показатели возделываемых сортов озимой ржи в условиях Республики Марий Эл // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 27–30. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-27-30.



THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE ECONOMIC TRAITS OF THE CULTIVATED WINTER RYE VARIETIES IN THE REPUBLIC OF MARI EL

V. A. Maksimov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the seed production department, ORCID ID: 0000-0002-1584-9491;

R. I. Zolotareva, senior researcher of the seed production department, via@mari-el.ru, ORCID ID: 0000-0003-3538-0202;

Yu. A. Lapshin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of grain crop cultivation technologies, ORCID ID: 0000-0002-5701-4118
Mari Research Institute of Agriculture, a branch of the FSBSI FARC of the North-East, 425231, Republic of Mari El, Medvedevsky district, v. of Ruem, Pobeda Str., 10

The current paper has presented the results obtained in the trials to study the productivity of four winter rye varieties. The trials carried out in 2015–2018 on the experimental plots of the Mari Research Institute, on sod-podzolic medium clay soil, in three-factor variant (varieties, basic fertilizing, nitrogen additional fertilizing). Mineral fertilizers had a positive effect on rye productivity increase, thereby reducing the cost of the produced grain and improving the profitability of its production. The best economic indicators in the production of food grain of the variety "Tatiana" were obtained on the option with double nitrogen fertilization (N_{45} with the resumption of spring vegetation + N_{15} in the earing phase), the net cost of a kilogram of grain was 3.72 rubles, the level of production profitability was 88%. When cultivating the variety "Moskovskaya 15", grain with the lowest net cost of 3.99 rubles/kg with 75% of profitability was obtained in the variant with the introduction of N_{15} in foliage spraying in the earing phase. On the same variant, the grain of the variety "Rada" was harvested with the same economic estimated indicators (3.27 rubles of net cost of a kilogram of grain and 114% of profitability). For the variety "Yantarnoye" the same option was the most profitable, where the net cost was 3.89 rubles/kg, the profitability was 96%. Over the years of research, the most economically profitable production of food grain (4.1–5.3 t/ha) was the cultivation of winter rye variety "Rada" against the background of natural soil fertility with the use of nitrogen additional fertilizing. The productivity of the variety "Rada" with the basic fertilizing "Azophoska" at a dose of 0.15 t/ha in variants with nitrogen additional fertilizing was on average 18% higher and varied from 4.8 to 6.6 t/ha, while the net cost of a kilogram of grain increased from 0 to 50 kopecks, or 1–14% compared to an unfavorable background.

Keywords: winter rye, variety, basic fertilizing, nitrogen additional fertilizing, economy, net cost, profitability.

Введение. По данным Маристата, в Республике Марий Эл с 2001 по 2019 г. на 28% сократилась площадь пахотных земель, а точнее с 627,2 до 449,9 тыс. га. В структуре посевов зерновых культур на долю озимого клина приходится более 30%. Лидирующие позиции среди озимых занимает пшеница, а озимая рожь по посевным площадям уступает ей почти в два раза (Посевные площади сельскохозяйственных культур).

По мере интенсификации земледелия и уменьшения спроса на продовольственное зерно ржи началось сокращение ее посевных площадей. Частично это обусловлено еще и несовершенством архитектуры существующих сортов, их отставанием от других зерновых культур по урожайности, технологичности, качеству продукции, возможности ее широкого использования в кормлении сельскохозяйственных животных (Абашев и др., 2017). Земля в сельском хозяйстве является главным средством производства, особенности которого (плодородие, микроклимат, рельеф, месторасположение и др.) во многом и определяют различия в эффективности производственных затрат в разных типах хозяйств. В основе экономической эффективности сельскохозяйственного производства и его адаптивности лежит дифференцированное использование неравномерно распределенных во времени и пространстве лимитирующих величину и качество урожая природных факторов (Жученко, 2008).

Агроarii северо-востока Нечерноземной зоны России, имея в своем землепользовании бедные по плодородию дерново-подзолистые почвы различной степени окультуренности, для увеличения продуктивности зерновых культур применяют адаптированные ресурсосберегающие технологии, в которых уровень минерального удобрения определяется величиной дозы питательного вещества, установленной опытным путем (Кузьминых и Пашкова, 2017; Максимов и др., 2018).

Озимые зерновые культуры в условиях Нечерноземья способны обеспечивать более стабильное производство зерна за счет эффективного использования осадков осенне-зимнего периода. Они лучше переносят засуху, особенно в начале вегетационного периода, и более эффективно используют питательные вещества минеральных удобрений, обеспечивая высокую окупаемость туков зерном. По имеющимся экспериментальным данным, полученным в условиях республики (Максимов и Золотарева, 2019), одним из наиболее существенных факторов повышения урожайности и качества зерна является сбалансированное обеспечение растений элементами минерального питания, особенно азотом.

В современных условиях ведения сельского хозяйства возрастает и роль сорта, который наряду с применением минеральных удобрений является основным средством, обеспечивающим высокую урожайность зерновых культур при своевременном и качественном выполнении других агротехнических приемов (Жученко, 2008).

Хорошо организованное зерновое хозяйство повышает эффективность сельскохозяйственного производства в целом. Наиболее важными оценочными показателями экономичности произведенной продукции являются себестоимость и рентабельность. Известно, что рентабельность промышленных технологий в сельском хозяйстве обеспечивается лишь в том случае, если закупочные цены опережают удорожание добавочного урожая, то есть компенсируют убывающую доходность использования все большего количества удобрений, пестицидов, мелиорантов и других техногенных факторов (Жученко, 2004; Лапшин и др., 2019).

Поиск наиболее продуктивных в условиях республики сортов озимой ржи с уточнением их оптимального уровня минерального питания, обеспечивающего получение единицы зерновой продукции с хорошими экономическими характеристиками, является актуальной задачей.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях Марийского НИИСХ – филиала ФБГНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2015–2018 гг.

Объект исследования – 4 сорта озимой ржи. Цель исследований – сравнительная оценка продуктивности сортов озимой ржи в зависимости от уровня минерального удобрения в условиях Республики Марий Эл.

Задачи исследований: 1) оценить продуктивность испытываемых сортов озимой ржи; 2) дать экономическую оценку эффективности их возделывания на различных уровнях минерального удобрения.

Схема опыта:

Фактор А – сорта озимой ржи: Татьяна (контроль), Московская 15, Рада, Янтарная.

Фактор В – основное внесение удобрений под предпосевную культивацию: без удобрений (контроль); азотоса в дозе $N_{34}P_{34}K_{34}$.

Фактор С – азотная подкормка: без удобрений (контроль); N_{45} (весной при возобновлении вегетации); N_{15} (в фазу колошения); N_{45} (весной при возобновлении вегетации) + N_{15} (в фазу колошения)

Закладку полевого опыта и статистическую обработку урожайных данных проводили методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова (1985), наблюдения и учеты в полевых экспериментах – по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Экономическую эффективность рассчитывали по методическим рекомендациям, разработанными Т. П. Кокуриным, Н. Н. Прохоровой (2008), с учетом фактических затрат. Стоимость произведенной продукции определяли расчетным методом, посредством умножения величины урожая на среднерыночную цену продукции, сложившуюся на рынке республики в годы исследований.

При определении стоимости производимого урожая использовали значение сложившейся средней за годы исследований закупочной цены на зерно озимой ржи.

Результаты и их обсуждение. Высокая продуктивность сорта наряду с качеством зерна является важнейшим показателем конечной цели каждого селекционера. Результаты проведенных нами исследований убедительно свидетельствуют о том, что в условиях республики, даже на неудобренном фоне, возделываемые сорта озимой ржи обеспечивают достоверную урожайность зерна от 3,3 до 4,1 т/га (табл. 1). Применение минеральных удобрений как в основное внесение (под предпосевную культивацию), так и в различные сроки подкормки приводит к дальнейшему существенному росту зерновой продуктивности у сортов ржи (на 44–61%), причем при не очень существенном удорожании килограмма произведенного зерна. Поэтому мы считаем, что система удобрения посевов ржи может варьировать и определяется в основном материальными и финансовыми возможностями хозяйства. Одними из наиболее важнейших экономических показателей, характеризующих эффективность производства, являются такие показатели, как себестоимость продукции и степень эффективности производства зерна, выражающиеся уровнем рентабельности. В таблице 1 отражены средние данные по себестоимости и уровню рентабельности производства возделываемых сортов озимой ржи за 2015–2018 гг.

1. Экономическая оценка возделывания сортов озимой ржи (в среднем за 2015–2018 гг.)
1. Economic estimation of cultivation of the winter rye varieties (average in 2015–2018)

Сорта (Фактор А)	Внесение азотных подкормок (Фактор С)	Урожайность, т/га		Себестоимость 1 кг зерна, руб.		Уровень рентабельности, %	
		основное внесение минеральных удобрений (Фактор В)					
		без удобрений	азофоска (0,15 т/га)	без удобрений	азофоска (0,15 т/га)	без удобрений	азофоска (0,15 т/га)
Татьяна	Без подкормок (контроль)	3,77	4,06	3,81	4,66	84	50
	N ₄₅ (весенняя)	4,16	5,05	4,02	4,21	74	66
	N ₁₅ (в фазу колошения)	3,89	4,39	3,89	4,49	80	56
	N ₄₅ (весенняя) + N ₁₅ (в фазу колошения)	4,70	5,48	3,72	4,03	88	74
Московская 15	Без подкормок (контроль)	3,29	3,88	4,36	4,87	60	44
	N ₄₅ (весенняя)	4,09	4,62	4,09	4,61	71	52
	N ₁₅ (в фазу колошения)	3,79	4,18	3,99	4,71	75	49
	N ₄₅ (весенняя) + N ₁₅ (в фазу колошения)	4,37	4,92	4,01	4,48	75	56
Рада	Без подкормок (контроль)	4,11	4,75	3,49	3,98	100	71
	N ₄₅ (весенняя)	5,11	5,87	3,27	3,63	114	93
	N ₁₅ (в фазу колошения)	4,63	5,41	3,27	3,64	114	92
	N ₄₅ (весенняя) + N ₁₅ (в фазу колошения)	5,34	6,62	3,28	3,30	113	100
Янтарная	Без подкормок (контроль)	3,74	4,43	3,84	4,27	82	64
	N ₄₅ (весенняя)	4,30	5,02	3,89	4,24	80	65
	N ₁₅ (в фазу колошения)	3,91	4,66	3,87	4,23	81	66
	N ₄₅ (весенняя) + N ₁₅ (в фазу колошения)	4,90	5,40	3,57	4,09	96	71

Примечание: НСР₀₅ Фактор А = 0,67; НСР₀₅ Фактор В = 0,52; НСР₀₅ Фактор С = 0,67; НСР₀₅ Частных различий = 1,24.

В сложившихся агроклиматических условиях за вегетационные годы испытываемые сорта показали разную зерновую продуктивность, следовательно, разные и себестоимость, и уровень рентабельности производства. Результаты расчета экономической эффективности показали, что возделывание сортов озимой ржи на всех вариантах опыта было рентабельным.

При возделывании сорта Татьяна на фоне естественного плодородия почвы себестоимость производимой продукции изменялась от 3,72 руб. в варианте без подкормки до 4,02 руб. в варианте с N₄₅ в весеннюю подкормку во время возобновления вегетации, уровень рентабельности – от 87,9 до 74,1% соответственно. Внесение азофоски в дозе 0,15 т/га увеличивает себестоимость 1 кг зерна на 12,7%, тем самым уменьшая рентабельность производства при возделывании сорта Татьяна.

При возделывании сорта Московская 15 на неудобренном фоне получено зерно с наибольшей себестоимостью 1 кг зерна (3,99–4,36 руб.) и уровнем рентабельности 60,5–75,2%. На удобренных вариантах себестоимость увеличивалась до 4,48–4,36 руб., а уровень рентабельности уменьшался до 44–56%. Затраты, производимые на внесение азофоски в основное удобрение, увеличили себестоимость производства 1 кг зерна на 14%.

У сорта Рада в вариантах с внесением подкормок на неудобренном фоне, а именно N₄₅ (весной при возобновлении вегетации), N₁₅ (в фазу колошения) и N₄₅ (весной при возобновлении вегетации) + N₁₅ (в фазу колошения), получена минимальная себестоимость 1 кг зерна соответственно 3,27; 3,27 и 3,28 руб. при уровнях рентабельности 113–114%. Фоновое предпосев-

ное внесение азофоски, в сравнении с неудобренным фоном, увеличило показатель себестоимости произведенного зерна в среднем на 9,6%.

Возделывание сорта Янтарная экономически было рентабельным, но менее выгодным, чем сортов Татьяна и Рада. Себестоимость производства килограмма зерна составляла 3,75 руб. в варианте с подкормкой N₄₅ весной в момент возобновления вегетации и 3,89 руб. в варианте с внесением N₁₅ в фазу колошения.

Таким образом, в среднем за 2015–2018 гг. наиболее эффективное производство продовольственного зерна озимой ржи в условиях республики было при возделывании сорта Рада на фоне естественного плодородия почвы в вариантах с азотными подкормками.

Выводы. Наиболее экономически выгодно производство продовольственного зерна в условиях республики было при возделывании сорта озимой ржи Рада (4,1–5,3 т/га) на фоне естественного плодородия почвы в вариантах с применением азотных подкормок: N₄₅ весной при возобновлении вегетации; N₁₅ в фазу колошения; N₄₅ весной при возобновлении вегетации + N₁₅ в фазу колошения. Продуктивность Рады на фоне основного внесения азофоски в дозе 0,15 т/га в вариантах с азотными подкормками была в среднем на 18% выше (от 4,8 до 6,6 т/га) в сравнении с неудобренным фоном, причем при удорожании себестоимости килограмма зерна от 0 до 50 копеек, или на 1–14%.

Примечание: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема № 0528-2019-0091).

Библиографические ссылки

1. Абашев В. Д., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Жук С. Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерновых культур // Методы и технологии в селекции и растениеводстве: мат. III Междунар. науч.-практ. конференции. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2017. С. 218–221.
2. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. Том 1. М.: Агрорус, 2008. С. 728–732.
3. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: Агрорус, 2004. 962 с.
4. Кузьминых А. Н., Пашкова Г. И. Экономическая эффективность возделывания озимой ржи по различным паровым предшественникам [Электронный ресурс] // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2017. № 1(9). С. 47–50. Режим доступа: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1336>.
5. Лапшин Ю. А., Новоселов С. И., Данилов А. В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность ярового тритикале в условиях Республики Марий Эл // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 3(56). С. 74–81. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-1307.
6. Максимов В. А., Золотарева Р. И., Максимова Р. Б. Влияние разных доз азотной подкормки на зерновую и кормовую продуктивность сортов озимой ржи в условиях Республики Марий Эл // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 65, № 4. С. 36–41. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.65.4.36-41.
7. Максимов В. А., Золотарева Р. И. Результаты экологического испытания новых сортов озимой ржи в условиях Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5, № 2. С. 178–184. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-178-184.

References

1. Abashev V. D., Popov F. A., Noskova E. N., Zhuk S. N. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' zernovykh kul'tur [The effect of mineral fertilizers on the grain crops productivity] // Metody i tekhnologii v selekcii i rastenievodstve: mat. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Kirov: NIISKH Severo-Vostoka, 2017. S. 218–221.
1. Zhuchenko A. A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy) [Adaptive plant growing (ecological and genetic basis)]: teoriya i praktika. Tom 1. M.: Agrorus, 2008. S. 728–732.
3. Zhuchenko A. A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii [Resource potential of grain production in Russia] (teoriya i praktika). M.: Agrorus, 2004. 962 s.
4. Kuz'minyh A. N., Pashkova G. I. Ekonomicheskaya effektivnost' vozdeleyvaniya ozimoy rzhi po razlichnym parovym predshestvennikam [Economic efficiency of winter rye cultivation with various forecrops] [Elektronnyj resurs] // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skohozyajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki. 2017. № 1(9). S. 47–50. Rezhim dostupa: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1336>.
5. Lapshin Yu. A., Novoselov S. I., Danilov A. V. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na produktivnost' yarovogo tritikale v usloviyah Respubliki Marij El [The effect of mineral fertilizers on the spring triticale productivity in the Republic of Mari El] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 3(56). S. 74–81. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-1307.
6. Maksimov V. A., Zolotaryova R. I., Maksimova R. B. Vliyanie raznyh doz azotnoj podkormki na zernovuyu i kormovuyu produktivnost' sortov ozimoy rzhi v usloviyah Respubliki Marij El [The effect of different doses of nitrogen fertilization on grain and forage productivity of winter rye varieties in the Republic of Mari El] // Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka. 2018. T. 65, № 4. S. 36–41. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.65.4.36-41.
7. Maksimov V. A., Zolotaryova R. I. Rezul'taty ekologicheskogo ispytaniya novykh sortov ozimoy rzhi v usloviyah Respubliki Marij El [Results of ecological testing of the new winter rye varieties in the Republic of Mari El] // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skohozyajstvennye nauki. Ekonomicheskie nauki. 2019. T. 5, № 2. S. 178–184. DOI: 10.30914/2411-9687-2019-5-2-178-184.

Поступила: 12.03.20; принята к публикации: 24.07.20.

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. Максимов В. А. – концептуализация исследования; Максимов В. А., Золотарева Р. И. – подготовка опыта, выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Максимов В. А., Золотарева Р. И., Лапшин Ю. А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.11.002.237

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-31-35

КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА

О. А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

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

Н. Г. Игнатьева, техник-исследователь, лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, исполняющий обязанности зам. директора по селекции и семеноводству, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

М. М. Иванисов, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории озимой пшеницы полунинтенсивного типа, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Целью данной работы являлась оценка показателей качества зерна у сортов озимой мягкой пшеницы полунинтенсивного типа по предшественникам горох и кукуруза на зерно. Объектом исследований послужили 7 сортов озимой мягкой пшеницы полунинтенсивного типа селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской»: Дон 107, Капитан, Капризуля, Лилит, Краса Дона, Ермак, Жаворонок. Установлено, что сорта, выращенные по предшественнику горох, формировали натуру зерна и стекловидность на уровне требований ГОСТ к первому классу качества. По массовой доле белка в зерне сорта Капитан, Капризуля и Ермак соответствовали второму классу качества (не менее 13,5%), а остальные образцы относились к третьему классу (не менее 12,0%). По количеству клейковины в зерне все сорта соответствовали требованиям, предъявляемым к третьему классу качества (не менее 23,0%), образцы Капризуля и Жаворонок сформировали наибольшее ее количество – 25,6 и 25,7% соответственно. Число падения по предшественникам горох и кукуруза на зерно у всех сортов озимой мягкой пшеницы соответствовало нормативам первого класса (не менее 200 с). По предшественнику кукуруза на зерно натура зерна и стекловидность у изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы были на уровне требований, предъявляемых к первому классу качества. По массовой доле белка в зерне большинство сортов соответствовало третьему классу (не менее 12,0%), кроме образцов Капризуля (13,5%) и Лилит (13,5%), относившихся ко второму классу качества. По количеству клейковины практически все образцы соответствовали требованиям ГОСТ для четвертого класса (не менее 18%), кроме сорта Жаворонок, зерно которого соответствовало третьему классу качества (24,3%). Выявлено, что для получения зерна сортов озимой мягкой пшеницы полунинтенсивного типа на уровне I–III классов качества лучшим предшественником является горох.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, белок, клейковина, качество, предшественник, горох, кукуруза на зерно.

Для цитирования: Некрасова О. А., Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Марченко Д. М., Иванисов М. М. Качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 31–35. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-31-35.



GRAIN QUALITY OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETIES DEPENDING ON THE FORECROPS

O. A. Nekrasova, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

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

N. G. Ignatieva, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, acting deputy director on breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

M. M. Ivanisov, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory for breeding of wheat of half-intensive type, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3

The purpose of the current work was to assess the grain quality indicators of the half-intensive types of winter soft wheat based on the forecrops of peas and maize for grain. The objects of research were 7 winter soft wheat varieties of half-intensive type "Don 107", "Kapitan", "Kaprizulya", "Lilit", "Krasa Dona", "Ermak", "Zhavoronok" developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". There has been established that the varieties grown after peas formed the grain nature weight and hardness at the level of the first quality class (according to the GOST requirements). The mass fraction of protein in the varieties "Kapitan", "Kaprizulya" and "Ermak" corresponded to the second quality class (not less than 13.5%), and the rest of the samples belonged to the third class (not less than 12.0%). The amount of gluten in the grains of all varieties met the requirements for the third quality class (at least 23.0%). The samples "Kaprizulya" and "Zhavoronok" formed the largest amount, 25.6% and 25.7%, respectively. The falling number of all

winter bread wheat varieties sown after peas and maize for grain corresponded to the standards of the first class (at least 200 s). Sown after maize for grain, the grain nature weight and hardness of the studied winter bread wheat varieties was at the level of the first quality class. The amount of protein in the grains of the most varieties met the requirements for the third quality class (at least 12.0%), except for the samples "Kaprizulya" (13.5%) and "Lilit" (13.5%), belonging to the second quality class. The amount of gluten of almost all samples met the GOST requirements for the forth quality class (not less than 18%), except for the variety "Zhavoronok", whose grain corresponded to the third quality class (24.3%). There has been identified that peas was the best forecrop for obtaining winter bread wheat grain of half-intensive types at the level of I–III quality classes.

Keywords: winter bread wheat, variety, protein, gluten, quality, forecrop, peas, maize for grain.

Введение. Пшеница является важнейшей продовольственной культурой как в мировом земледелии, так и в Российской Федерации, где ее площадь постоянно растет (Некрасов и др., 2018). Ее потребляет в пищу свыше половины населения земного шара. Огромную роль для производства зерна озимой мягкой пшеницы играет его качество (Марченко и др., 2016; Иванисов и др., 2019).

В настоящее время одним из главных направлений в селекции мягкой озимой пшеницы является создание новых высокопродуктивных сортов, сочетающих в одном генотипе высокое качество зерна с адаптивностью. Особое внимание уделяется поиску исходного материала, его оценке по комплексу хозяйственно ценных признаков.

По данным Л. З. Умаевой (2017), комплекс технологических и биохимических качеств зерна по своей природе очень сложен и подвержен влиянию метеорологических условий в период формирования зерна. Н. А. Галушко (2019) в своих исследованиях утверждает, что качественное и количественное содержание белков в клейковине пшеницы, определяющее силу муки, во многом зависит от наследственных особенностей сорта. Кроме того, влияние того или иного предшественника на качество зерна также является неодинаковым для различных сортов озимой пшеницы.

Целью исследований являлась оценка показателей качества зерна у сортов озимой мягкой пшеницы по предшественникам горох и кукуруза на зерно.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований послужили 7 сортов озимой мягкой пшеницы полунинтенсивного типа селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской»: Дон 107, Капитан, Капризуля, Лилит, Краса Дона, Ермак, Жаворонок.

Исследования проводили в 2015–2017 гг. на полях отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской», предшественники – горох и кукуруза на зерно. В качестве стандарта использовали сорт Дон 107.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый (от 2,5 до 4,0% CaCO_3 в пахотном слое мощного горизонта (до 140 см)). Содержание гумуса – 3,6–4,0%; подвижного фосфора – 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы (Агафонов и Полуэктов, 1999).

Климат зоны характеризуется полусухим жарким летом и умеренно мягкой зимой. Сумма по-

ложительных температур за период вегетации в среднем составляет 3450 °С, среднегодовая температура воздуха – +9,7 °С, а среднегодовое количество осадков – 588,8 мм (Гриценко, 2005).

Среднесуточная температура воздуха и сумма осадков в 2015 с.-х. г. были незначительно выше среднегодовых значений – 109 и 103% от среднегодовой нормы соответственно.

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

В 2017 г. выпало 292,8 мм осадков, что превысило среднегодовые показатели на 24,6 мм. Среднесуточная температура воздуха составила 19,6 °С.

Показатели качества зерна у сортов озимой мягкой пшеницы определяли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской» согласно общепринятым методикам и ГОСТам.

Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2014). Варьирование признаков определяли по классификации В. А. Дзюба (2010): изменчивость принято считать незначительной или слабой при $CV < 10,0\%$; средней – $CV = 10,0–20,0\%$; значительной или высокой – $CV > 20,0\%$.

Результаты и их обсуждение. Натурная масса – показатель качества зерна, характеризующий его мукомольные достоинства. Варьирование данного признака у изучаемых сортов по предшественнику горох в среднем за годы исследований находилось в пределах от 785,0 г/л (Ермак) до 818,3 г/л (Лилит). Достоверного превышения над стандартным сортом Дон 107 (809,0 г/л) не установлено, все образцы имели натуру зерна на уровне или ниже стандарта ($HCP_{0,05} = 12,3$ г/л) (табл. 1).

По предшественнику кукуруза на зерно натурная масса сортов озимой мягкой пшеницы была выше и изменялась от 811,3 г/л (Капризуля) до 829,3 г/л (Дон 107, стандарт), превышения значений данного показателя над стандартом в опыте не зафиксировано.

Все изучаемые сорта в опытах по предшественникам горох и кукуруза на зерно соответствовали требованиям ГОСТа первого класса на сильную пшеницу (не менее 750 г/л).

1. Варьирование натурности зерна сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.) 1. Variation of grain nature weight in the winter bread wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Натурная масса зерна, г/л					
	предшественник – горох			предшественник – кукуруза на зерно		
	среднее	min – max	CV, %	среднее	min – max	CV, %
Дон 107, ст.	809,0	795,0–826,0	1,9	829,3	824,0–839,0	1,0
Капитан	797,7	785,0–816,0	2,0	815,3	802,0–825,0	1,5
Капризуля	795,3	785,0–814,0	2,0	811,3	807,0–814,0	0,5
Лилит	818,3	808,0–838,0	2,1	827,3	817,0–839,0	1,3
Краса Дона	788,0	767,0–811,0	2,8	813,7	808,0–817,0	0,6
Ермак	785,0	773,0–809,0	2,6	812,7	801,0–819,0	1,2
Жаворонок	809,7	806,0–815,0	0,6	823,0	819,0–831,0	0,8

Примечание: $HCP_{0,05}$ для предшественника горох – 12,3 г/л; $HCP_{0,05}$ для предшественника кукуруза на зерно – 10,0 г/л.

Величина коэффициента вариации свидетельствует о незначительной степени изменчивости натуры у сортов озимой пшеницы за годы исследований: от 0,6 до 2,8% по предшественнику горох и от 0,5 до 1,5% по предшественнику кукуруза на зерно.

Общая стекловидность зерна представляет собой один из важных признаков качества пшеницы и ее мукомольных свойств. По предшественнику горох в среднем за годы исследований стекловидность

изменялась в пределах от 58,7% (Дон 107, стандарт) до 64,0% (Лилит) (табл. 2). Достоверного превышения по этому признаку выявлено не было.

Большинство изучаемых сортов в опыте по предшественнику горох характеризовались стекловидностью в пределах нормативов первого класса качества (не менее 60%). Исключение составил стандартный сорт Дон 107, общая стекловидность у которого была на уровне третьего класса (58,7%).

2. Варьирование признака «общая стекловидность зерна» сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.)

2. Variation of the trait "general grain hardness" in the winter bread wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Общая стекловидность, %					
	предшественник – горох			предшественник – кукуруза на зерно		
	среднее	min – max	CV, %	среднее	min – max	CV, %
Дон 107, ст.	58,7	52,0–68,0	14,2	70,3	65,0–71,0	7,2
Капитан	61,7	53,0–78,0	23,0	61,7	50,0–69,0	16,6
Капризуля	63,7	53,0–80,0	22,6	61,7	58,0–68,0	8,9
Лилит	64,0	54,0–82,0	24,4	64,3	58,0–71,0	10,1
Краса Дона	61,3	52,0–70,0	14,7	67,7	60,0–76,0	11,9
Ермак	60,7	52,0–74,0	19,3	67,0	63,0–73,0	7,9
Жаворонок	60,7	55,0–71,0	14,8	75,7	78,0–69,0	6,6

Примечание: НСР_{0,05} для предшественника горох – 7,4%; НСР_{0,05} для предшественника кукуруза на зерно – 5,0%.

По предшественнику кукуруза на зерно данный признак варьировал от 61,7% (Капитан) до 75,7% (Жаворонок). Достоверно превысил стандарт Дон 107 по стекловидности сорт Жаворонок (НСР_{0,05} = 5,0%).

В опыте по предшественнику кукуруза на зерно по стекловидности все изучаемые сорта соответствовали требованиям ГОСТа для первого класса.

Средний коэффициент варьирования признака «общая стекловидность» по предшественнику горох отмечен у сортов Дон 107, Краса Дона, Жаворонок и Ермак (14,2; 14,7; 14,8; 19,3% соответственно). Величина коэффициента вариации у сортов Капризуля, Капитан и Лилит (более 20%) свидетельствует о значительной изменчивости этого признака по годам у данных генотипов.

По предшественнику кукуруза на зерно низкий коэффициент варьирования стекловидности зерна

по годам у сортов Жаворонок, Дон 107, Капризуля, Ермак и Лилит отмечен в пределах 6,6–10,1%, у остальных образцов выявлено среднее варьирование данного показателя – от 11,9 до 16,6%.

Массовая доля белка в зерне – важнейший показатель технологической и пищевой ценности зерна, во многом зависящий от климатических условий выращивания. В наших исследованиях содержание белка в зерне сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику горох варьировало в пределах от 13,2% (Жаворонок) до 14,0% (Ермак) (табл. 3). Сорта Капитан, Капризуля и Ермак сформировали количество белка в зерне на уровне стандарта Дон 107 и соответствовали второму классу по ГОСТу (не менее 13,5%), а остальные образцы относились к третьему классу качества (не менее 12,0%).

3. Варьирование массовой доли белка в зерне сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.)

3. Variation of the mass fraction of protein in the winter bread wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Массовая доля белка в зерне, %					
	предшественник – горох			предшественник – кукуруза на зерно		
	среднее	min – max	CV, %	среднее	min – max	CV, %
Дон 107, ст.	13,5	13,2–14,0	3,2	12,4	11,7–12,9	5,3
Капитан	13,6	13,3–13,9	2,5	13,1	11,6–14,2	10,1
Капризуля	13,8	13,6–14,2	2,1	13,5	12,7–14,0	4,8
Лилит	13,4	13,2–13,6	1,4	13,5	12,9–14,1	4,5
Краса Дона	13,4	12,8–14,3	6,2	12,8	12,2–13,2	4,1
Ермак	14,0	13,1–14,5	5,7	12,7	11,5–13,7	8,7
Жаворонок	13,2	12,5–13,8	5,1	13,0	11,4–13,9	10,6

Примечание: НСР_{0,05} для предшественника горох – 0,9%; НСР_{0,05} для предшественника кукуруза на зерно – 1,0%.

В опыте по предшественнику кукуруза на зерно отмечалось незначительное варьирование содержания белка в зерне от 12,4% (Дон 107) до 13,5% (Лилит). Большинство сортов по количеству белка в зерне соответствовало третьему классу (не менее 12,0%). Максимальные значения этого показателя сформировали сорта Капризуля и Лилит (13,5%), которые соответствовали второму классу качества, достоверно превысив стандарт Дон 107 на 1,1% (НСР_{0,05} = 1,0%).

По предшественнику кукуруза на зерно изучаемый показатель варьировал в средней степени у сортов Капитан и Жаворонок (10,1–10,6%), у остальных образцов варьирование было незначительным (4,1–8,7%).

Коэффициент вариации данного признака у сортов по предшественнику горох составил 1,4–6,2%, что свидетельствует о незначительной его изменчивости по годам.

Клейковина – это комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать вязную эластичную массу. Клейковина в зерне и муке в большой степени определяет выход и качество хлебных изделий. Большое значение при биосинтезе клейковины в растениях принадлежит влажности и температуре почвы и воздуха.

Количество клейковины в зерне по предшественнику горох в среднем за годы исследований изменялось от 23,6% (Ермак) до 25,7% (Жаворонок) (табл. 4). Все изучаемые сорта соответствовали требованиям, предъявляемым ГОСТом к третьему классу качества (не менее 23,0%) по количеству клейковины в зерне. Были выделены сорта Капризуля и Жаворонок, сформировавшие наибольшее количество клейковины в зерне (25,6 и 25,7% соответственно).

4. Варьирование количества клейковины в зерне сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.) 4. Variation of the gluten amount in the winter bread wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Количество клейковины, %					
	предшественник – горох			предшественник – кукуруза на зерно		
	Среднее	min – max	CV, %	Среднее	min – max	CV, %
Дон 107, ст.	24,1	23,5–24,5	2,3	21,6	20,0–22,9	6,8
Капитан	24,6	23,2–26,6	7,3	21,9	21,0–23,0	4,6
Капризуля	25,6	23,1–30,0	14,9	21,5	20,0–23,7	9,0
Лилит	23,9	22,2–25,8	7,6	22,3	20,2–25,4	12,2
Краса Дона	24,1	22,9–26,3	7,8	22,5	19,1–26,0	15,3
Ермак	23,6	21,9–24,7	6,4	21,2	20,3–22,5	5,4
Жаворонок	25,7	19,7–29,5	20,4	24,3	22,4–26,6	8,8

Примечание: НСР_{0,05} для предшественника горох – 3,9%; НСР_{0,05} для предшественника кукуруза на зерно – 1,8%.

По предшественнику кукуруза на зерно количество клейковины в зерне сортов озимой мягкой пшеницы было несколько ниже и находилось в пределах от 21,2% (Ермак) до 24,3% (Жаворонок). Большая часть изучаемых сортов по этому предшественнику накапливала мало клейковины и соответствовала требованиям ГОСТа для четвертого класса (не менее 18%). Выделился сорт Жаворонок, у которого содержание клейковины выше, чем у изучаемых сортов и стандарта Дон 107, и соответствует третьему классу ГОСТа (не менее 23,0%).

Величина коэффициента вариации свидетельствует о незначительной степени изменчивости количества клейковины в зерне по годам у большинства сортов озимой пшеницы (2,3–7,8%) по предшественнику горох. У сорта Капризуля коэффициент вариации

был средним (14,9%), а у сорта Жаворонок отмечалось варьирование данного показателя в значительной степени (20,4%).

По предшественнику кукуруза на зерно средняя степень варьирования количества клейковины отмечена у сортов Лилит (12,2%) и Краса Дона (15,3%), у остальных образцов наблюдалась незначительная вариация данного показателя – от 4,6 до 9,0%.

Число падения – это косвенный метод определения активности такого фермента, как альфа-амилаза, которая гидролизует крахмал с образованием водорастворимых веществ – декстринов и сахаров. По нашим данным, число падения в среднем за три года по предшественникам горох и кукуруза на зерно у всех сортов озимой мягкой пшеницы соответствовало нормативам первого класса (не менее 200 с) (табл. 5).

5. Варьирование числа падения сортов озимой мягкой пшеницы (2015–2017 гг.) 5. Variation of the falling number in the winter bread wheat varieties (2015–2017)

Сорт	Число падения, с					
	предшественник – горох			предшественник – кукуруза на зерно		
	Среднее	min – max	CV, %	Среднее	min – max	CV, %
Дон 107, ст.	501,0	488,0–522,0	3,7	467,0	385,0–517,0	15,3
Капитан	456,7	419,0–491,0	7,9	455,3	420,0–501,0	9,1
Капризуля	458,7	398,0–532,0	14,8	442,7	373,0–480,0	13,6
Лилит	456,3	435,0–484,0	5,5	467,3	412,0–538,0	13,8
Краса Дона	461,7	440,0–475,0	4,1	480,0	434,0–551,0	13,0
Ермак	480,3	448,0–538,0	10,0	485,0	428,0–534,0	11,0
Жаворонок	493,7	468,0–525,0	5,9	483,3	473,0–497,0	2,6

Примечание: НСР_{0,05} для предшественника горох – 52,5%; НСР_{0,05} для предшественника кукуруза на зерно – 62,7%.

Коэффициенты вариации по годам у большинства сортов озимой мягкой пшеницы в опыте по предшественнику горох были незначительными (3,7–10,0%), за исключением сорта Капризуля, у которого отмечалась средняя степень варьирования данного показателя (14,8%).

По предшественнику подсолнечник варьирование показателя «число падения» у большинства сортов среднее (от 11,0 до 15,3%), а у образцов Жаворонок и Капитан – слабое (2,6 и 9,1% соответственно).

Выводы

1. Сорта озимой мягкой пшеницы, выращенные по предшественнику горох, формировали натуру зерна и стекловидность на уровне требований ГОСТа к первому классу качества. По массовой доле белка в зерне сорта Капитан, Капризуля и Ермак соответствовали второму классу качества (не менее 13,5%), а остальные образцы относились к третьему классу (не менее 12,0%). По количеству клейковины в зерне все сорта соответствовали требованиям, предъявляемым к третьему классу качества (не менее 23,0%),

образцы Капризуля и Жаворонок сформировали наибольшее ее количество – 25,6 и 25,7% соответственно. Число падения по предшественникам горох и кукуруза на зерно у всех сортов озимой мягкой пшеницы соответствовало нормативам первого класса (не менее 200 с).

2. По предшественнику кукуруза на зерно у изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы натура зерна и стекловидность были на уровне требований ГОСТа, предъявляемых к первому классу качества. По массовой доле белка в зерне большинство сортов соответствовало третьему классу (не менее 12,0%), кроме

образцов Капризуля (13,5%) и Лилит (13,5%), соответствовавших второму классу качества. По количеству клейковины практически все образцы соответствовали требованиям ГОСТа для четвертого класса (не менее 18%), кроме сорта Жаворонок, зерно которого соответствовало третьему классу качества (24,3%).

3. В ходе проведенных исследований было установлено, что для получения зерна сортов озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа на уровне I–III классов качества лучшим предшественником является горох.

Библиографические ссылки

1. Галушко Н. А., Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ // Вестник НГАУ. 2019. № 2(51). С. 7–13. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14.
2. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д., 2005. 80 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
5. Марченко Д. М., Филенко Г. А., Некрасов Е. И. Семеноводство озимой пшеницы в Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 11. С. 57–59.
6. Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Рыбась И. А. и др. Изучение урожайности и элементов ее структуры у сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечник // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6. С. 46–49. DOI: 10.31.367/2079-8725-2018-60-6-46-49.
7. Умаева Л. З., Токарев В. С., Лисунова Л. И. Влияние погодных условий на качество зерна мягкой пшеницы // Кормопроизводство. 2017. № 10. С. 22–25.

References

1. Galushko N. A., Komarov N. M., Sokolenko N. I. Kachestvo zerna novykh sortov myagkoj ozimoy pshenicy selekcii Severo-Kavkazskogo FNAC [Grain quality of the new winter bread wheat varieties developed by the North Caucasian Federal Research Center] // Vestnik NGAU. 2019. № 2(51). S. 7–13. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14.
2. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gg.) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D., 2005. 80 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 research results)]. 5-e izd., pererab. i dop. Stereotip. izd. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoj pshenicy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [The study results of the winter bread wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). S. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
5. Marchenko D. M., Filenko G. A., Nekrasov E. I. Semenovodstvo ozimoy pshenicy v Rostovskoj oblasti [Seed production of winter wheat in the Rostov region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30, № 11. S. 57–59.
6. Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Rybas' I. A. i dr. Izuchenie urozhajnosti i elementov ee struktury u sortov ozimoy myagkoj pshenicy po predshestvenniku podsolnechnik [Study of productivity and elements of its structure in the winter bread wheat varieties sown after sunflower] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6. S. 46–49. DOI: 10.31.367/2079-8725-2018-60-6-46-49.
7. Umaeva L. Z., Tokarev V. S., Lisunova L. I. Vliyanie pogodnykh uslovij na kachestvo zerna myagkoj pshenicy [The effect of weather conditions on the quality of bread wheat grain] // Kormoproizvodstvo. 2017. № 10. S. 22–25.

Поступила: 14.06.20; принята к публикации: 15.07.20.

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. Некрасова О. А. – подготовка рукописи, выполнение лабораторных опытов, анализ данных и их интерпретация; Кравченко Н. С., Игнатъева Н. Г. – выполнение лабораторных опытов и сбор данных; Марченко Д. М. – концептуализация исследования; Иванисов М. М. – выполнение полевых опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ФАКТОРИАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРОХА С УСАТЫМ И ЛИСТОЧКОВЫМ МОРФОТИПОМ

И. А. Филатова, старший научный сотрудник лаборатории селекции бобовых культур, niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5706-7332

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева, 397463, Воронежская обл., Таловский р-н, пос. 2 участка Института им. Докучаева, кв-л 5, 81; e-mail: niish1c@mail.ru

Исследовательская работа проведена в условиях юго-востока Воронежской области на полях НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева в 2015–2017 гг. Погодные условия в годы проведения эксперимента сложились достаточно благоприятными. Водный и тепловой режимы обеспечили оптимальные условия для роста и развития растений гороха ГТК: 2015 г. – 1,3; 2016 г. – 1,2; 2017 г. – 1,1. Целью исследований стало выявление факториальных составляющих, определяющих продуктивность растений гороха, принадлежащих к разным морфотипам. В качестве объектов исследования были отобраны высокопродуктивные линии своей селекции. Перед уборкой у каждого образца был отобран сноповый материал для проведения структурного анализа, в котором определяли следующие показатели: высота растения, количество продуктивных узлов, количество бобов на растении, количество зерен в бобе, количество зерен на растении, масса 1000 зерен, масса зерна с растения. Урожайность зерна определяли после уборки комбайном в пересчете на 14% влажность. В результате проведенного анализа было установлено, что формирование зерновой продуктивности у образцов с листочковым морфотипом, в сравнении с усатым, происходит за счет большего количества плодоносящих узлов – 3,31 и 2,53 шт./раст. соответственно (+0,78 шт./раст.); бобов на растении – 5,27 и 4,19 шт./раст. (+1,08 шт./раст.); зерна на растении – 18,6 и 17,5 шт./раст. (+1,1 шт./раст.). Урожайность образцов с усатым морфотипом обуславливается большим количеством зерен в бобе – 4,24 и 3,61 шт./боб (+0,63 шт./боб) и более тяжеловесным зерном – 236 и 228 г (масса 1000 зерен – +8 г). Различия по показателям «количество зерен на растении» и «масса 1000 зерен» находились в пределах ошибки опыта.

Ключевые слова: горох, усатый морфотип, листочковый морфотип, урожайность, элементы продуктивности.

Для цитирования: Филатова И. А. Факториальные составляющие продуктивности гороха с усатым и листочковым морфотипом // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 36–39. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-36-39.



THE FACTORIAL PRODUCTIVITY COMPONENTS OF PEAS WITH LEAFLESS AND LEAFY MORPHOTYPES

I. A. Filatova, senior researcher of the laboratory for legumes breeding, niish1c@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5706-7332

Research Institute of Agriculture of the Central-Blackearth area named after V. V. Dokuchaev, 397463, Voronezh region, Talovsky district, v. of 2-nd plot of the Dokuchaev Institute, b. 5, 81; e-mail: niish1c@mail.ru

The research work was carried out in the conditions of the southeast of the Voronezh region in the fields of the Research Institute of Agriculture of the Central-Blackearth area named after V. V. Dokuchaev in 2015–2017. The weather conditions during the years of the trial were quite favorable. The water and thermal regimes provided optimal conditions for the growth and development of pea plants, 1.3 in 2015, 1.2 in 2016 and 1.1 in 2017. The purpose of the study was to identify the factorial components that determine the productivity of peas belonging to different morphotypes. There were selected highly productive lines as objects of study. Before harvesting there was selected a material for analysis, and there were determined the following indicators: plant height, number of productive nodes, number of beans per plant, number of grains in a bean, number of grains per plant, 1000 grains weight, grain weight per plant. The grain productivity was determined after harvesting with a combine in terms of 14% moisture content. As a result of the analysis, there was found that the formation of grain productivity in peas of a leafy morphotype in comparison with a leafless morphotype was provided by a greater number of fruiting nodes: 3.31 and 2.53 pcs/plant. respectively (+0.78 pcs/plant); beans per plant: 5.27 and 4.19 pcs/plant. (+1.08 pcs/plant); and grains per plant: 18.6 and 17.5 pcs/plant (+1.1 pcs/plant). The productivity of the samples with a leafless morphotype was due to a larger number of grains per bean: 4.24 and 3.61 pieces/bean (+0.63 pieces/bean) and heavier grains: 236 and 228 g (1000 grain weight +8 d). Differences in the trait "number of grains per plant" and "1000 grain weight" were within the experimental error.

Keywords: peas, leafless morphotype, leafy morphotype, productivity/yield, elements of productivity.

Введение. Переход производства гороха на возделывание усатых форм привнес ряд положительных моментов, упрощающих проведение некоторых технологических операций при его возделывании. Таким образом, практически в полном объеме отказались от раздельного комбайнирования, что привело к значительному снижению потерь зерна при уборке и более щадящему использованию техники, но при этом были снижены некоторые признаки и свойства, которыми обладали листочковые формы гороха. По данным физиологов, снижение потенциала продуктивности происходит из-за ослабления устойчивости к абиотическим стрессорам, в том числе к дефициту влаги (Новикова,

2009), уменьшения общей площади листовой поверхности и менее развитой корневой системы (Зеленов и др., 2020). Поэтому селекционеры в своей работе не отказываются от изучения различных по морфотипу форм гороха (Ашиев, 2018). Всестороннее изучение и оценка образцов с широким признаковым диапазоном позволят более результативно вести селекцию на создание новых сортов гороха.

Сравнительная оценка факториальных составляющих продуктивности усатых и листочковых форм гороха позволит выявить недостающие элементы, ведущие к снижению урожайности сортов с усатым морфотипом. В связи с этим целью наших исследований

стали изучение и сравнительная оценка биометрических показателей продуктивности различных по типу листа форм гороха.

Материалы и методы исследований. Испытания проводили в 2015–2017 гг. на полях НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева в звене зернопарового селекционного севооборота. Предшественник – яровая пшеница. Агротехника – рекомендованная для зоны. Почва представлена высокоплодородным обыкновенным черноземом.

В качестве объектов исследования были выбраны высокопродуктивные линии гороха из конкурсного сортоиспытания, по 8 образцов каждого морфотипа. Площадь учетной делянки – 20 м², повторность – шестикратная. Перед уборкой был отобран сноповый материал с площадок площадью 1 м². При проведении исследований за основу была взята «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1989 г.). Статистическая обработка данных выполнена программой – надстройка к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов (Гончар-Зайкин и Чертов, 2003).

Метеоусловия в годы сбора экспериментальных данных сложились достаточно благоприятными для полноценного роста и развития гороха, это позволило максимально точно выявить показатели, определяющие продуктивность гороха разных морфотипов в оптимальных условиях выращивания. ГТК по Селянину за период вегетации составлял: 2015 г. – 1,3; 2016 г. – 1,2; 2017 г. – 1,1.

Результаты и их обсуждение. По длине вегетационного периода все отобранные линии принадлежали к среднеспелому типу. В 2015 г. средняя продолжительность от всходов до полной спелости составляла 69 дней, в 2016 г. – 78 дней, в 2017 г. – 80 дней. Средняя урожайность за три года – 3,2 т/га.

Представленные образцы гороха относятся к короткостебельным формам. Максимальная длина стебля была зафиксирована в 2016 г. (в среднем около одного метра – 100,5 см), а наименьшая – в 2015 г. (58,3 см). Независимо от погодных условий года уса-тые формы гороха имели более низкий стеблестой. В среднем за 3 года исследований отклонение составило 3,7 см к листочковым формам (табл. 1).

1. Биометрические показатели продуктивности усатых и листочковых форм гороха 1. Biometric productivity indicators of leafless and leafy forms of peas

Показатели	Морфотип	Годы			Среднее	Отклонение усатые – листочковые
		2015	2016	2017		
Высота растения, см	усатые	56,7	97,3	70,5	74,8	-3,7
	листочковые	59,8	103,6	72,2	78,5	–
HCP ₀₅	–	3,6	5,7	6,1	–	5,1
Количество плодоносящих узлов, шт./раст.	усатые	2,14	3,05	2,41	2,53	-0,78
	листочковые	2,89	3,92	3,13	3,31	–
HCP ₀₅	–	0,37	0,45	0,34	–	0,37
Бобов на растении, шт.	усатые	3,52	4,80	4,25	4,19	-1,08
	листочковые	4,79	5,69	5,34	5,27	–
HCP ₀₅	–	0,77	0,74	0,56	–	0,57
Количество зерен в бобе, шт.	усатые	4,23	4,14	4,36	4,24	+0,63
	листочковые	3,76	3,33	3,75	3,61	–
HCP ₀₅	–	0,71	0,40	0,60	–	0,44
Количество зерен с растения, шт.	усатые	14,9	19,3	18,3	17,5	-1,1
	листочковые	17,6	18,7	19,6	18,6	–
HCP ₀₅	–	3,6	2,8	2,9	–	2,3
Масса зерна с 1 растения, г	усатые	4,00	3,97	4,12	4,03	-0,11
	листочковые	4,45	3,74	4,22	4,14	–
HCP ₀₅	–	0,76	0,56	0,45	–	0,43
Масса 1000 зерен, г	усатые	270	210	227	236	+8
	листочковые	254	203	226	228	–
HCP ₀₅	–	38	15	18	–	19
Урожайность, т/га	усатые	3,68	3,35	3,15	3,39	+0,39
	листочковые	3,10	2,98	2,93	3,00	–
HCP ₀₅	–	0,24	0,36	0,25	–	0,23

Удлинение стебля у листочковых линий происходило только за счет увеличения количества плодоносящих узлов. У них формировалось 3,31 плодоносящего узла, а у усатых – на 0,78 шт./раст. меньше (HCP₀₅ = 0,37 шт./раст.) и составляло 2,53 шт./раст. Количество непродуктивных узлов оставалось стабильным и равнозначным как у образцов с усатой, так и с обычной формой листа. Наиболее оптимальным количеством плодоносящих узлов считается 3–4 шт./раст., так как это обеспечивает более дружное созревание всех бобов. При меньшем их количе-

стве значительно снижается продуктивность, а увеличение становится причиной более продолжительного периода созревания. В этом случае уборка напрямую возможна лишь после применения десикации, использование которой разрешено только на семенных участках.

Показатель «количество бобов на растении» в высокой степени коррелирует с показателем «количество плодоносящих узлов» как у листочковых форм, так и у усатых: густ = 0,861 ± 0,109; гус = 0,932 ± 0,077 (табл. 2).

2. Коэффициенты корреляции между основными показателями, формирующими продуктивность растения у усатого и листочкового морфотипа гороха
2. Coefficients of correlation between the main indicators that form the productivity of peas of leafless and leafy morphotypes

Листочковый / Усатый	Количество продуктивных узлов	Бобов на растении	Количество зерен в бобе	Количество зерен с растения
Продуктивных узлов	—	0,932 ± 0,077	-0,349 ± 0,199	0,765 ± 0,137
Бобов на растении	0,861 ± 0,109	—	-0,299 ± 0,203	0,884 ± 0,099
Количество зерен в бобе	-0,726 ± 0,147	-0,666 ± 0,159	—	0,168 ± 0,210
Количество зерен с растения	0,011 ± 0,213	0,277 ± 0,205	0,508 ± 0,184	—

Вследствие этого у листочковых образцов отмечается также и большее количество бобов. В среднем на растениях с усатым морфотипом формировалось 4,19 боба, а на листочковых – 5,27; превышение показателя было на 1,08 шт./раст. при $HCP_{05} = 0,57$ шт./раст.

Семенная продуктивность боба в большей степени определяется генетическим потенциалом образца, что составляет порядка 30%. Погодные условия также вносят свои коррективы, но их влияние незначительно – 5,7% (табл. 3).

3. Влияние генотипа (фактор А) и условий среды (фактор В) на высоту растений, урожайность и ее элементы
3. Effect of the genotype (factor A) and environmental conditions (factor B) on plant height, yield and its elements

Фактор	Количество плодоносящих узлов	Бобов на растении	Количество зерен с растения	Количество зерен в бобе	Масса зерна с одного растения	Масса 1000 зерен	Урожайность
A, %	30,9	33,5	4,7	30,0	1,20	1,76	34,5
F _φ	53,1	41,9	2,8	24,2	0,75	2,04	33,5
B, %	33,8	23,3	23,5	5,7	11,1	59,0	20,0
F _φ	29,0	14,6	7,1	2,4	3,46	34,2	9,7
AB, %	0,22	0,69	6,9	1,5	7,80	0,98	4,7
F _φ	0,19	0,43	2,1	0,6	2,43	0,57	2,3

Примечание: F_τ для фактора А – 4,1; F_τ для факторов В и АВ – 3,3.

Кроме этого установлено, что с увеличением количества плодоносящих узлов (КПУ) и количества бобов на растении (КБР) снижается озерненность боба. Наиболее выражена эта взаимосвязь у листочковых образцов: $r_{кпу} = -0,726 \pm 0,147$ и $r_{кбр} = -0,666 \pm 0,159$. У образцов гороха с усатым морфотипом это влияние выражено в меньшей степени: $r_{кпу} = -0,349 \pm 0,199$ и $r_{кбр} = -0,299 \pm 0,203$ (табл. 2). При сравнении абсолютных величин показателя «количество зерен в бобе» с высокой долей достоверности усатые образцы превышают листочковые на 0,63 шт./боб при $HCP_{05} = 0,44$ шт./боб (4,24 шт./боб и 3,61 шт./боб соответственно) (табл. 1).

Показатель «количество зерен на растении» является комплексом, объединяющим 2 показателя – «количество бобов на растении» и «количество зерен в бобе». Учитывая, что в первом случае превосходство было на стороне образцов с листочковым морфотипом, а во втором случае – за усатыми формами, средние значения по семенной продуктивности растений обеих анализируемых групп практически нивелировались. Различия составили +1,1 шт./раст. в сторону листочкового морфотипа.

Масса 1000 зерен относится к показателям, которые в значительной степени подвержены изменениям под влиянием метеоусловий, складывающихся в период налива и созревания зерна. Доля влияния погоды на признак составляет 59%. Учитывая, что исследования проводили при оптимальных для роста и развития растений условиях, абсолютные значения массы зерна в течение всех лет находились в одних цифровых величинах, это позволило достоверно оценить данный показатель. Было установлено, что масса 1000 зерен у усатых форм гороха (236 г) выше, чем у листочковых (228 г) форм, на 8 г, но хотя

эти различия находятся в границах ошибки опыта ($HCP_{05} = 19$ г), тем не менее тенденция сохранялась на протяжении трех лет изучения.

Одним из главных показателей, определяющих продуктивность популяции сорта, является «масса зерна с растения». В нашем эксперименте между усатыми (4,03 г) и листочковыми формами (4,14 г) гороха по данному показателю различия практически отсутствовали и составили всего 0,11 г при $HCP_{05} = 0,43$ г.

Несмотря на равную продуктивность растений у анализируемых форм гороха, по урожайности образцы с усатым морфотипом значительно превзошли листочковые (3,39 и 3,0 т/га соответственно) на 0,39 т/га при $HCP_{05} = 0,23$ т/га. Мы считаем, что потери зерна связаны с высокой полегаемостью листочковых образцов гороха к моменту уборки (1,5–2 балла по пятибалльной шкале).

Выводы. Современные усатые сортообразцы гороха по своему генетическому потенциалу находятся на одном уровне с высокопродуктивными листочковыми образцами. Различия по высоте растений между листочковыми и усатыми формами незначительны (3,7 см) и находятся в пределах ошибки опыта, но тенденция ежегодно сохраняется. Для образцов гороха листочкового морфотипа также характерно большее количество продуктивных узлов (+0,78 шт./раст.) и бобов на растении (+1,08 шт./раст.). Явным же преимуществом усатых образцов является высокая озерненность бобов: в среднем у них формируется на 0,63 зерна/боб больше. Также они обладают незначительно, но более тяжеловесным зерном. Показатели «количество зерен на растении» и «масса зерна с растения» практически идентичны, но с небольшим смещением вектора в сторону листочковых форм: +1,1 шт./раст. и +0,11 г/раст.

Библиографические ссылки

1. Ашиев А. Р., Хабибулин К. Н., Костылев П. И., Игнатьев Н. Г. Изучение генетического потенциала сортообразцов гороха разных морфотипов в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 47–52.
2. Гончар-Зайкин П. П., Чертов В. Г. Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. М.: Современные тетради. 2003. С. 559–564.
3. Зеленов А. Н., Задорин А. М., Зеленов А. А., Коновалова М. Е. Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 1(33). С. 4–10. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11147.
4. Новикова Н. Е. Водный обмен у растений гороха с разным морфофизиологическим типом листа // Сельскохозяйственная биология. 2009. № 5. С. 73–77.

References

1. Ashiev A. R., Habibulin K. N., Kostylev P. I., Ignat'ev N. G. Izuchenie geneticheskogo potentsiala sortoobrazcov goroha raznykh morfotipov v usloviyakh Rostovskoy oblasti [The study of the genetic potential of pea varieties of different morphotypes in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 47–52.
2. Gonchar-Zajkin P. P., Chertov V. G. Racional'noe prirodo pol'zovanie i sel'skohozyajstvennoe proizvodstvo v yuzhnykh regionakh Rossijskoj Federacii [Rational nature management and agricultural production in the southern regions of the Russian Federation]. M.: Sovremennye tetradi, 2003. S. 559–564.
3. Zelenov A. N., Zadorin A. M., Zelenov A. A., Konvalova M. E. Selekcija usatykh sortov goroha v FNC zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Breeding of leafless pea varieties in the Federal Research Center of legumes and groats] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2020. № 1(33). S. 4–10. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11147.
4. Novikova N. E. Vodnyj obmen u rastenij goroha s raznym morfofiziologicheskim tipom lista [Water exchange in pea plants with different morpho-physiological types of leaves] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2009. № 5. S. 73–77.

Поступила: 30.05.20; принята к публикации: 14.07.20.

Критерии авторства. Автор статьи несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Филатова И. А. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых опытов, сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.854.78:631.527.5

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-40-43

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Е. С. Лепешко¹, аналитик лаборатории создания исходного материала, ORCID ID: 0000-0001-6558-7939;
Л. М. Костылева², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии
 и селекции сельскохозяйственных культур, ORCID ID: 0000-0003-3078-2296;
Т. В. Усатенко¹, старший научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и иммунитета подсолнечника,
 ORCID ID: 0000-0003-2757-7646

¹Донская опытная станция им. Л. А. Жданова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,
 346754, Ростовская обл., Азовский р-н, пос. Опорный, ул. Жданова, 2; e-mail: gnudos@mail.ru;

²Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»,
 347740, г. Зерноград, ул. Ленина, 21; e-mail: achgaa@achgaa.ru

Для успешного создания конкурентоспособных гибридов подсолнечника необходимо иметь достаточное количество родительских линий, обладающих селекционно ценными признаками и высокой комбинационной способностью. В зоне недостаточного увлажнения Ростовской области проведены исследования с целью определения общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности линий подсолнечника, созданных на Донской опытной станции (филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК). Для оценки ОКС и СКС использован метод топкросса, который позволяет довольно точно оценить по любому ценному признаку большой набор линий. Объектом исследований являлись ЦМС-линии (ВДГ 2563 А, ВДГ 127 А, ВДГ 130 А и ВДГ 121 А). В качестве тестеров использованы Rf-линии – восстановители фертильности пыльцы: ЭД 110 RF, ЭД 155 RF, ЭД 788 RF. В статье приведены данные анализа урожайности тест-гибридов, полученные в результате топкроссных скрещиваний. Оценку по хозяйственно ценным признакам проводили на полях селекционного севооборота станции. Делянки – пятирядковые, повторность – трехкратная. Общая площадь делянки – 22,05 м²; учетная – 13,23 м². Цель работы – оценить эффекты ОКС и СКС новых родительских линий по результатам изучения урожайности тест-гибридов, полученных при топкроссных скрещиваниях. В результате трехлетнего изучения тест-гибридов подсолнечника оценены эффекты ОКС линий и тестеров, константы СКС гибридов и варианты СКС линий и тестеров. Выделены лучшие по комбинационной способности линии и тестеры: ВДГ 121 А, ВДГ 2563 А, ВДГ 130 А; ЭД 155 RF и ЭД 788 RF, рекомендованные для селекционной работы по получению перспективных гибридов.

Ключевые слова: тест-гибрид, Rf-линия, ЦМС-линия, тестер, общая комбинационная способность (ОКС), специфическая комбинационная способность (СКС).

Для цитирования: Лепешко Е. С., Костылева Л. М., Усатенко Т. В. Оценка комбинационной способности линий подсолнечника // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 40–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-40-43.



THE ESTIMATION OF THE COMBINING ABILITY OF SUNFLOWER LINES

E. S. Lepeshko¹, analyst of the laboratory for initial material development, ORCID ID: 0000-0001-6558-7939;
L. M. Kostyleva², Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department of grain crop agronomy
 and breeding, ORCID ID: 0000-0003-3078-2296;
T. V. Usatenko¹, senior researcher, head of the laboratory for sunflower breeding and immunity,
 ORCID ID: 0000-0003-2757-7646

¹Donskaya experimental station named after L. A. Zhdanov a branch of the FSBSI FRC ARRIMK,
 346754, Rostov region, Azov district, v. of Oporny, Zhdanov Str., 2; e-mail: gnudos@mail.ru;

²Azov-Blacksea Engineering Institute Donskoy SAU,
 347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21; e-mail: achgaa@achgaa.ru

For the successful development of competitive sunflower hybrids, it is necessary to have a sufficient number of parental lines with valuable breeding traits and high combining ability. In the zone of insufficient moisture of the Rostov region, there were studied the plants to determine the general (GCA) and specific (SCA) combining ability of sunflower lines developed at the Donskaya experimental station named after L. A. Zhdanov (a branch of the FSBSI FRC ARRIMK). To estimate the GCA and SCA, there was used topcross hybridization, which allowed assessing fairly accurate a large set of lines according to any valuable trait. The objects of the study were the CMS lines ("VDG 2563 A", "VDG 127 A", "VDG 130 A" and "VDG 121 A"). As testers there were used the pollen fertility restorers (Rf-lines) "ED 110 RF", "ED 155 RF", "ED 788 RF". The current paper has presented the analysis of the productivity of the test-hybrids, obtained as a result of topcross hybridization. The estimation of the lines according to the economically valuable traits was carried out in the fields of the station's selection crop rotation. The test plots were five-row with three-fold repetition. The total area of the plot was 22.05 m², the accounting area was 13.23 m². The purpose of the current work was to evaluate the effects of GCA and SCA of the new parental lines based on the results of studying the productivity of test hybrids obtained by topcross hybridization. As a result of a three-year study of test-hybrids of sunflower, there were estimated the effects of GSA of lines and testers, SCA constants of hybrids and SCA variance of lines and testers. There have been identified the best lines and testers with the best combining ability "VDG 121 A", "VDG 2563 A", "VDG 130 A", "ED 155 RF" and "ED 788 RF" and they have been recommended for breeding work to obtain promising hybrids.

Keywords: test-hybrid, Rf line, CMS line, tester, general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA).

Введение. Подсолнечник – основная высокомасличная культура в России. В 2019 г. подсолнечник выращивали на площади 8,5 млн га, из них в Ростовской области – 717,4 тыс. га (Посевные площади основных

сельскохозяйственных культур под урожай 2019 года в Ростовской области).

В любой программе гибридизации подбор наилучшей комбинации двух (или более) родительских генотипов для получения высокогетерозисных гибридов или максимальных отличий в пределах гибридных популяций, в которых могут выщепиться трансгрессивные формы, является наиболее критической проблемой для селекционеров (Fasahat et al., 2016).

Для создания гибридов подсолнечника необходимо иметь набор родительских линий с широкой генетической основой. Важнейшей характеристикой линий является их комбинационная способность, от уровня которой в значительной степени зависит эффективность практической селекции. Для определения комбинационной способности существует несколько методов. В своих исследованиях мы использовали самый приемлемый и простой метод топкросса, который позволяет довольно точно оценить по этому признаку большой набор линий. С его помощью можно также предварительно изучить и СКС линий (Пикалова и др., 2010).

Изучению комбинационной способности линий подсолнечника на станции уделялось и уделяется большое внимание, начиная с момента перехода станции на программу по гетерозисной селекции подсолнечника. Первые работы по этой теме были посвящены изучению комбинационной способности низкорослых форм (Горбаченко и др., 1979).

Целью работы была оценка эффектов ОКС и СКС новых родительских линий по результатам изучения урожайности тест-гибридов, полученных при топкроссных скрещиваниях.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в 2017–2019 гг. на экспериментальных полях селекционного севооборота Донской опытной станции им. Л. А. Жданова – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК согласно методикам проведения агротехнических опытов с масличными культурами (Лукомец, 2010). Объектом исследования были 12 тест-гибридов, семена которых были получены методом топкросса от скрещивания четырех ЦМС-линий (ВДГ 2563 А, ВДГ 127 А, ВДГ 130 А и ВДГ 121 А) с тремя тестерами линиями-восстановителями фертильности пыльцы (ЭД 110 RF, ЭД 155 RF, ЭД 788 RF). В качестве стандарта был использован гибрид Патриот (2012). Посев осуществляли в апреле – мае ручной сеялкой СП-1. Гибриды высевали в трех повторениях на пятирядковых делянках. Общая площадь делянки – 22,05 м²; учетная – 13,23 м². В течение периода вегетации проводили все необходимые полевые оценки и учеты. После созревания все растения на учетной площади делянок убрали вручную, семена очищали и взвешивали.

Математическую обработку полученных экспериментальных данных проводили согласно методике Б. А. Доспехова (2011). Расчет эффектов ОКС констант и вариантов СКС осуществляли согласно методике, разработанной Украинским НИИ растениеводства и селекции им. В. Я. Юрьева (Вольф и др., 1980), при помощи программы Full Top Cross v 1.1.

Результаты и их обсуждение. Урожайность – показатель, который зависит от многих факторов, в том числе и погодных. В связи с особенностями погодных условий, сложившимися в годы проведенных нами исследований, урожайность тест-гибридов подсолнечника была различной (табл. 1).

1. Урожайность семян тест-гибридов подсолнечника (2017–2019 гг.)
1. Productivity of sunflower test-hybrids seeds (2017–2019)

Гибрид	Урожайность, т/га			
	Годы			Средняя
	2017	2018	2019	
Патриот, ст.	2,49	2,46	2,6	2,52
ВДГ 2563/110	3,55	2,26	2,57	2,79
ВДГ 2563/155	3,66	2,85	3,25	3,25
ВДГ 2563/788	3,53	2,0	2,44	2,66
ВДГ 127/110	2,82	2,53	2,8	2,72
ВДГ 127/155	2,86	2,17	2,5	2,51
ВДГ 127/788	2,69	2,01	2,35	2,35
ВДГ 130/110	3,03	2,45	2,88	2,79
ВДГ 130/155	3,27	2,5	2,95	2,91
ВДГ 130/788	2,73	2,4	2,74	2,62
ВДГ 121/110	2,64	2,18	2,49	2,44
ВДГ 121/155	2,97	2,32	2,65	2,65
ВДГ 121/788	3,06	2,64	3,12	2,94
$\bar{x}$	3,02	2,37	2,72	2,70
σ	0,38	0,24	0,27	0,24
V, %	12,45	10,34	9,99	8,87
НСР ₀₅	0,41	0,19	0,23	0,42

В 2017 г., когда условия были достаточно благоприятными для роста и развития растений подсолнечника, урожайность гибридов подсолнечника варьировала от 2,49 до 3,66 т/га. Самым урожайным был гибрид ВДГ 2563/155 (3,66 т/га), что на 1,17 т/га выше, чем у стандарта гибрида Патриот (2,49 т/га). Достоверно превысили стандарт гибридные комбинации ВДГ 2563/110 (3,55 т/га), ВДГ 2563/788 (3,53 т/га), ВДГ 130/110 (3,03 т/га), ВДГ 130/155 (3,27 т/га), ВДГ 121/155 (2,97 т/га) и ВДГ 121/788 (3,06 т/га) при НСР₀₅ = 0,41 т/га.

В 2018 г. показатели урожайности были ниже и находились в пределах от 2,46 до 2,85 т/га.

Достоверное преимущество по урожайности семян, как и в 2017 г., было у гибрида ВДГ 2563/155 (2,85 т/га) при НСР₀₅ = 0,19 т/га.

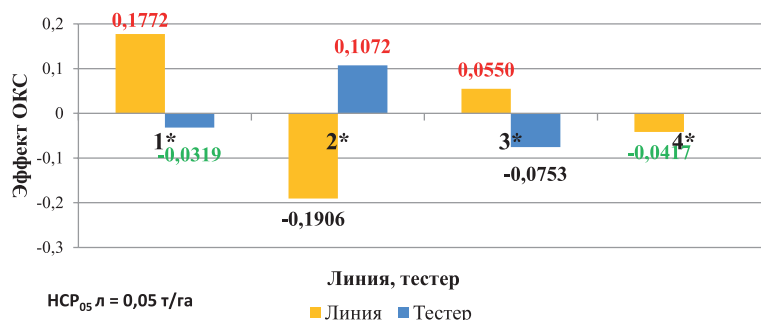
В 2019 г. существенную прибавку в сравнении со стандартом показали гибриды ВДГ 2563/155 (+0,65 т/га), ВДГ 130/110 (+0,28 т/га), ВДГ 130/155 (+0,35 т/га) и ВДГ 121/788 (+0,52 т/га) при НСР₀₅ = 0,23 т/га.

Изменчивость средней урожайности за три года была небольшой – 2,44–3,25 т/га, при этом степень варьирования составила V = ±8,87%.

Анализ существенных различий гибридов по урожайности позволил провести оценку комбинационной способности их родительских линий.

В результате оценки эффектов ОКС по урожайности в 2017–2019 гг. выделены ЦМС-линии ВДГ 2563 А, ВДГ 130 А и линия-тестер ЭД 155 RF с высокой ОКС,

достоверно превысившие $HCP_{05} \mu = 0,05$ т/га по линиям и $HCP_{05} \tau = 0,04$ т/га по тестерам (см. рис.).



Примечание*: 1 – ВДГ 2563 А (+0,1772), ВД 110 RF (–0,0319); 2 – ВДГ 127 А (–0,1906), ЭД 155 RF (+0,1072); 3 – ВДГ 130 А (+0,0550), ЭД 788 RF (–0,0753); 4 – ВДГ 121 А (–0,0417).

Рис. Оценка эффектов ОКС линий (gi) и тестеров (gj) подсолнечника по урожайности, т/га (2017–2019 гг.)
Fig. Estimation of the effects of GCA lines (gi) and testers (gj) of sunflower according to productivity, t/ha (2017–2019)

Топкросные скрещивания позволяют определить и специфическую комбинационную способность (СКС). Если величина гетерозиса в гибридной комбинации линии с тестером значительно выше, чем это можно было предполагать на основании общей комбинационной способности линии, то можно судить о высокой специфической комбинационной способности (Морозов и др., 1989). Однако высокие эффекты СКС можно получить при скрещивании линий не только с высокой, но и с низкой ОКС (Гончаренко и др., 2016).

Оценку СКС проводили посредством определения константы и дисперсии СКС при сравнении со средней популяционной.

По СКС в 2017 г. лучшими были линии ВДГ 130 А ($\sigma_{S_i}^2 = 0,026$) и ВДГ 121 А ($\sigma_{S_i}^2 = 0,046$), дисперсии которых выше средней популяционной ($\bar{\sigma}_{S_i}^2 = 0,016$), а из тестеров существенно высокую дисперсию СКС показала линия ЭД 788 RF, а именно $\sigma_{S_j}^2 = 0,024$ ($\bar{\sigma}_{S_j}^2 = 0,011$) (табл. 2).

Гибрид ВДГ 121/788 характеризовался высокой константой СКС $S_{ij} = +0,247$ т/га при $HCP_{05} = 0,24$ т/га.

2. Константы СКС (S_{ij}) гибридов и дисперсии СКС линий и тестеров подсолнечника по урожайности (2017 г.)

2. SCA constants (S_{ij}) of hybrids and SCA variances of sunflower lines and testers according to productivity (2017)

Линия	Тестер			$\sum S_{ij}^2$	Варианса линии, $\sigma_{S_i}^2$
	ВД 110 RF	ЭД 155 RF	ЭД 788 RF		
ВДГ 2563 А	+0,086	–0,074	–0,011	0,013	–0,0016
ВДГ 127 А	+0,069	–0,041	–0,028	0,0072	–0,0045
ВДГ 130 А	+0,059	+0,149	–0,208	0,069	0,026
ВДГ 121 А	–0,213	–0,033	+0,247	0,107	0,046
$\sum S_{ij}$	0	0	0	–	$\sum \sigma_{S_i}^2 = 0,066$
$\sum S_{ij}^2$	0,061	0,031	0,105	–	$\bar{\sigma}_{S_i}^2 = 0,016$
Варианса тестера, $\sigma_{S_j}^2$	0,0095	–0,0007	0,024	$\sum \sigma_{S_j}^2 = 0,033; \bar{\sigma}_{S_j}^2 = 0,011$	
				$HCP_{05} = 0,24$ т/га	

В условиях 2018 г. высокие показатели дисперсии СКС выявлены у ЦМС-линий ВДГ 2563

А и ВДГ 121 А и тестера ВД 110 RF, превысивших соответствующие средние дисперсии (табл. 3).

3. Константы СКС (S_{ij}) гибридов и дисперсии СКС линий и тестеров подсолнечника по урожайности (2018 г.)

3. SCA constants (S_{ij}) of hybrids and SCA variances of sunflower lines and testers according to productivity (2018)

Линия	Тестер			$\sum S_{ij}^2$	Варианса линии, $\sigma_{S_i}^2$
	ВД 110 RF	ЭД 155 RF	ЭД 788 RF		
ВДГ 2563 А	–0,084	+0,351	–0,267	0,201	0,099
ВДГ 127 А	+0,290	–0,158	–0,132	0,127	0,061
ВДГ 130 А	–0,0031	–0,041	+0,044	0,0037	0
ВДГ 121 А	–0,203	–0,151	+0,354	0,190	0,093
$\sum S_{ij}$	0	0	0	–	$\sum \sigma_{S_i}^2 = 0,253$
$\sum S_{ij}^2$	0,133	0,173	0,216	–	$\bar{\sigma}_{S_i}^2 = 0,063$
Варианса тестера, $\sigma_{S_j}^2$	0,042	0,056	0,070	$\sum \sigma_{S_j}^2 = 0,167; \bar{\sigma}_{S_j}^2 = 0,055$	
				$HCP_{05} = 0,12$ т/га	

Достоверный положительный эффект СКС по урожайности семян отмечен у гибридов ВДГ 121/788

(+0,354 т/га), ВДГ 2563/155 (+0,351 т/га) и ВДГ 127/110 (+0,290 т/га) при $HCP_{05} = 0,12$ т/га.

В 2019 г. по данному показателю высокие варианты СКС были отмечены у линий ВДГ 2563 А ($\sigma^2 = 0,112$), ВДГ 121 А ($\sigma^2 = 0,136$) и тестеров ЭД 155 RF ($\sigma^2 = 0,070$), ЭД 788 RF ($\sigma^2 = 0,086$) (табл. 4).

Гетерозисные гибриды ВДГ 2563/155 ($S_{ij} = +0,387$ т/га), ВДГ 127/110 ($S_{ij} = +0,293$ т/га) и ВДГ 121/788 ($S_{ij} = +0,431$ т/га) показали достоверный максимальный эффект СКС при $HCP_{05} = 0,14$ т/га.

4. Константы СКС (S_{ij}) гибридов и варианты СКС линий и тестеров подсолнечника по урожайности (2019 г.) 4. SCA constants (S_{ij}) of hybrids and SCA variances of sunflower lines and testers according to productivity (2019)

Линия	Тестер			$\sum S_{ij}^2$	Варианса линии, $\sigma_{S_i}^2$
	ВД 110 RF	ЭД 155 RF	ЭД 788 RF		
ВДГ 2563 А	-0,138	+0,387	-0,248	0,230	0,112
ВДГ 127 А	+0,293	-0,159	-0,134	0,129	0,062
ВДГ 130 А	+0,065	-0,017	-0,048	0,0068	0,0008
ВДГ 121 А	-0,219	-0,211	+0,431	0,278	0,136
$\sum S_{ij}$	0	0	0	–	$\sum \sigma_{S_i}^2 = 0,311$
$\sum S_{ij}^2$	0,157	0,220	0,267	–	$\bar{\sigma}_{S_i}^2 = 0,078$
Варианса тестера, $\sigma_{S_j}^2$	0,049	0,070	0,086	$\sum \sigma_{S_j}^2 = 0,204; \bar{\sigma}_{S_j}^2 = 0,068$	
				$HCP_{05} = 0,14$ т/га	

Выводы

1. В среднем за три года по урожайности семян выделены гибриды ВДГ 2563/155 (3,25 т/га) и ВДГ 121/788 (2,94 т/га), достоверно превысившие стандартный гибрид Патриот (2,52 т/га).

2. Существенно высокая ОКС в 2017–2019 гг. выявлена у линий ВДГ 2563 А, ВДГ 130 А и тестера ЭД 155 RF.

3. Высокий эффект СКС по трем годам имели ЦМС-линия ВДГ 121 А и тестер ЭД 788 RF.

4. Выделены гибридные комбинации, показавшие достоверный положительный эффект СКС, которые могут быть рекомендованы для селекционной работы по получению перспективных гибридов: 2017 г. – ВДГ 121/788; 2018 и 2019 гг. – ВДГ 127/110, ВДГ 2563/155 и ВДГ 121/788.

Библиографические ссылки

- Гончаренко А. А., Ермаков С. А., Макаров А. В., Семенова Т. В., Точилин В. Н., Крахмалева О. А. Оценка комбинационной способности инбредных линий озимой ржи в топкроссных скрещиваниях // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 9. С. 19–22.
- Горбаченко Ф. И., Алексеев А. П., Воскобойник Л. К. Комбинационная ценность низкорослых форм подсолнечника // Селекция и семеноводство. 1979. № 4. С. 7–9.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., стереотип. М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
- Морозов Е. И., Тарасевич Е. И., Анохина В. С. Генетика в вопросах и ответах. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Университетское, 1989. 288 с.
- Пикалова Н. А., Берестнева Н. Д., Гончаров С. В. Оценка комбинационной способности линий подсолнечника по основным признакам урожайности // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2010. № 2. С. 13–16.
- Посевные площади основных сельскохозяйственных культур под урожай 2019 года в Ростовской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rostov.old.gks.ru>.
- Fasahat P., Rajabi A., Rad J. M., Derera J. Principles and utilization of combining ability in plant breeding // Biom Biostat Int J. 2016. No. 4(1). Pp. 1–22. DOI: 10.15406/bbij.2016.04.00085.

References

- Goncharenko A. A., Ermakov S. A., Makarov A. V., Semenova T. V., Tochilin V. N., Krahmaleva O. A. Ocenka kombinacionnoj sposobnosti inbrednyh linij ozimoy rzi v topkrossnyh skreshchivaniyah [Estimation of the combining ability of inbred winter rye lines in the topcross hybridization] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30, № 9. S. 19–22.
- Gorbachenko F. I., Alekseev A. P., Voskoboynik L. K. Kombinacionnaya cennost' nizkoroslyh form podsolnechnika [Combination value of low-growing forms of sunflower] // Selekcija i semenovodstvo. 1979. № 4. S. 7–9.
- Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 6-e izd., stereotip. M.: ID Al'yans, 2011. 352 s.
- Morozov E. I., Tarasevich E. I., Anohina V. S. Genetika v voprosah i otvetah [Genetics in questions and answers]. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Universitetskoe, 1989. 288 s.
- Pikalova N. A., Berestneva N. D., Goncharov S. V. Ocenka kombinacionnoj sposobnosti linij podsolnechnika po osnovnym priznakam urozhajnosti [Estimation of the combining ability of sunflower lines according to the main yield traits] // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' VNIIMK. 2010. № 2. S. 13–16.
- Posevnye ploshchadi osnovnyh sel'skohozyajstvennyh kul'tur pod urozhaj 2019 goda v Rostovskoj oblasti [Elektronnyj resurs] [Sown area of the major agricultural crops for the 2019 harvest in the Rostov region]. Rezhim dostupa: <http://rostov.old.gks.ru>.
- Fasahat P., Rajabi A., Rad J. M., Derera J. Principles and utilization of combining ability in plant breeding // Biom Biostat Int J. 2016. No. 4(1). Pp. 1–22. DOI: 10.15406/bbij.2016.04.00085.

Поступила: 13.06.20; принята к публикации: 07.07.20.

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. Костылева Л. М. – концептуализация исследования; Лепешко Е. С., Усатенко Т. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

АНАЛИЗ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДА РИСА ОТ СКРЕЩИВАНИЯ СУХОДОЛЬНОГО ОБРАЗЦА КОНТРО С ПРОДУКТИВНЫМ СОРТОМ КУБОЯР

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

А. В. Аксенов, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

Е. В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Рис – это важная сельскохозяйственная культура. Он может расти не только при затоплении почвы водой, но и на периодическом орошении, как искусственном, так и естественном (дожди). Производство такого риса гораздо дешевле. Кроме того, в мире ощущается дефицит пресной воды, что делает использование суходольного риса актуальным. Цель работы – создание продуктивных засухоустойчивых линий риса на основе гибрида Контро × Кубояр. Основные задачи – гибридизация сортов между собой, генетический анализ ряда количественных признаков и отбор лучших растений, формирующих компактные прямостоячие хорошо озерненные метелки для дальнейшей селекционной работы и испытания на засухоустойчивость. Проведен генетический анализ варьирующих количественных признаков, влияющих на зерновую продуктивность риса. По высоте растений родительские формы не различались. По длине метелки наблюдались частичное отрицательное доминирование и моногенные различия скрещенных сортов. По числу колосков на метелке установлены отрицательное доминирование меньших значений и взаимодействие двух пар генов. По массе 1000 зерен установлены частичное доминирование больших значений признака и моногенные различия исходных родительских форм. По длине и ширине зерновки расщепление происходило в соотношении 1 : 2 : 1, что свидетельствует о моногенных различиях родительских сортов. Отобраны лучшие рекомбинантные формы риса, сочетающие в себе компактную прямостоячую метелку с большим количеством зерен, создан исходный материал для практической селекции. Исследования проводили в 2019 г. на полях обособленного подразделения «Пролетарское» ФГБНУ «АНЦ «Донской» в Ростовской области.

Ключевые слова: рис, гибрид, суходольный, количественные признаки, метелка, зерновка, наследование, ген.

Для цитирования: Костылев П. И., Аксенов А. В., Краснова Е. В. Анализ наследования признаков у гибрида риса от скрещивания суходольного образца Контро с продуктивным сортом Кубояр // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 44–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-44-49.



THE ANALYSIS OF TRAIT INHERITANCE OF RICE HYBRID FROM THE CROSSING OF THE UPLAND RICE SAMPLE “KONTRO” WITH THE PRODUCTIVE RICE VARIETY “KUBOYAR”

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;

A. V. Aksenov, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

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

Agricultural Research Center “Donskoy”,

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

Rice is an important agricultural crop. It can grow not only when the flooded soil, but in the conditions of periodic irrigation, both artificial and natural (rain). The production of such rice is much cheaper. In addition, there is a shortage of fresh water in the world, which makes the use of upland rice relevant. The purpose of the current work was to develop the productive drought-resistant rice lines based on the “Kontro x Kuboyar” hybrid. The main tasks were to hybridize the varieties, to analyze genetically a number of quantitative traits and to select the best plants that could form compact full-grained panicles for further breeding work and testing for drought resistance. There has been conducted a genetic analysis of varying quantitative traits affecting the rice productivity. The parental forms did not differ in plant height. Along the panicle length there was a partial negative dominance and monogenic differences between the hybridized varieties. According to the number of spikelets per panicle there has been identified a negative dominance of lower values and the interaction of two pairs of genes. According to 1000 grain weight, there was a partial dominance of large values of the trait and monogenic differences in the original parental forms. Splitting along the length and width of the caryopsis was in a ratio of 1 : 2 : 1, which indicated monogenic differences between the parental varieties. There have been selected the best recombinant rice forms, combining a compact panicle with a large number of grains, and there has been developed the initial material for practical breeding. The study was carried out in 2019 on the plots of the Separate Subdivision “Proletarskoye” of the FSBSI “ARC “Donskoy” in the Rostov Region.

Keywords: rice, hybrid, upland, quantitative traits, panicle, caryopsis, inheritance, gene.

Введение. Рис является одной из самых важных культур в мире. Эволюционно он является очень влаголюбивым, поэтому он мало адаптирован к условиям с ограниченным количеством воды и чрезвычайно чувствителен к стрессу засухи. Под засухой понимают

сложное агрометеорологическое явление, в результате которого у растения нарушается водный баланс; под влиянием недостатка влаги, вызванного усиленным испарением или длительным бездождем, растение увядает или гибнет (Ионова и др., 2019). Однако

засухоустойчивые сорта, выведенные путем селекции растений, являются более доступными для сельскохозяйственных предприятий, чем дорогостоящие агрономические методы или усовершенствование ирригационных систем, которые могут потребовать больших инвестиций. Рис может расти не только при затоплении почвы водой, но и на периодическом орошении, как искусственном, так и естественном (дожди). Производство такого риса гораздо дешевле. Кроме того, в мире ощущается дефицит пресной воды, что делает использование суходольного риса актуальным.

Поэтому необходима селекционная работа по созданию суходольных сортов риса и повышению их засухоустойчивости. Такие исследования ведутся во всем мире, особенно в Юго-Восточной Азии (Китай, Индия, Бангладеш, Филиппины) и в Южной Америке (Бразилия). В этих странах выращивают сорта AUS, IRAT109, Way Rarem, адаптированные к засухе. Существуют 3 основные цели селекции, которые могут привести к улучшению урожайности зерна риса в условиях засухи: увеличение потенциальной урожайности как таковой, своевременное цветение в период, когда есть вода, и повышение устойчивости к засухе (Bernier et al., 2008).

У риса были идентифицированы несколько локусов количественных признаков (QTL), связанных с реакцией на засуху, включая признаки корневой системы (глубина проникновения, объем, толщина корней), листьев (скручивание и жизнеспособность), стабильности мембран и осмотической регуляции (Lafitte et al., 2007). Они были перенесены в высокоурожайный, но чувствительный к засухе сорт IR64. С помощью маркеров RG939, RG476 и RG214 были отобраны 57 линий, полученных в результате скрещивания этого сорта с 28 донорами.

Singh et al. (2016) показали, что QTL qDTY1.1 увеличивает урожайность зерна в условиях засухи, и идентифицировали тесно связанный с ним маркер (RM431), расположенный на хромосоме 1. Молекулярный анализ с использованием этого маркера позволил выделить три засухоустойчивых генотипа: Vaidehi, Dudhi, Birar.

Большие усилия были приложены с использованием молекулярных маркеров для идентификации в хромосомах риса QTL, связанных с признаками устойчивости к засухе. Zheng H. et al. (2000) идентифицировали два QTL для толщины корней и их способности проникновения в почву, которые локализованы рядом с SSR-маркерами риса: RM252 на хромосоме 4 и RM60 на хромосоме 3. Совместное расположение QTL для признаков корней и урожайности в условиях засухи позволило комбинировать отбор обоих признаков (Salunkhe et al., 2011).

Ряд исследователей определили несколько локусов количественных признаков для урожайности и ее компонентов при различных типах засухи. Популяция ST9993 × IR62266 была использована для выполнения картирования QTL урожайности зерна в условиях засухи в горной местности Южной Индии (Babu RC, 2003) и низменности в Таиланде (Lanceras et al., 2004).

В популяции из 180 рекомбинантных инбредных линий, полученных в результате скрещивания затопляемого сорта *Zhenshan 97* и высокогорного сорта *IRAT 109*, был обнаружен QTL (расположенный на хромосоме 9 между маркерами RM316 и RM219), влияющий на снижение урожайности, биомассы и индекса урожая в условиях засухи (Yue et al., 2006).

Исследования Bernier J. et al. (2007) в IRRI позволили выявить QTL, объясняющий 51% генетической

дисперсии урожайности зерна в условиях засухи в полевых условиях на стадиях цветения и налива зерна в гибридной популяции *Vandana* × *Way*. Высокий эффект QTL засухоустойчивости на репродуктивной стадии был последовательно выражен в течение двух сезонов выращивания. Этот QTL был также обнаружен в другой популяции *IR55419-04* × *Way Rarem* и показал низкий уровень взаимодействия со средой, что имеет потенциальное применение в MAS-селекции. Таким образом, обнаружено много QTL, связанных с устойчивостью к засухе, которые были недавно зарегистрированы и могут широко использоваться в программах селекции риса на засухоустойчивость (Bernier et al., 2008).

Адаптивные свойства и устойчивость сортов к основным стрессовым факторам окружающей среды имеют едва ли не самое большое значение в получении высокой и стабильной урожайности (Дубинина, 2017).

Работа по созданию устойчивых к абиотическим стрессам сортов, в том числе к засухе, ведется во ВНИИ риса (Харитонов и др., 2015). В ФГБНУ «АНЦ «Донской» также проводится работа в этом направлении (Костылев и др., 2020). Поэтому выведение сортов для Ростовской области является актуальным. Для улучшения эффективности этого процесса нужно знать характер наследования признаков у гибридов.

Цель исследований – создание продуктивных суходольных линий риса на основе гибрида Контро × Кубояр. Основные задачи – гибридизация сортов между собой, генетический анализ ряда количественных признаков и отбор лучших растений, формирующих компактные прямостоячие и хорошо озерненные метелки для дальнейшей селекционной работы и испытания на засухоустойчивость.

Материалы и методы исследований. В качестве материала для анализа использовали гибриды второго поколения комбинации Контро × Кубояр. Контро является стародавним маньчжурским сортом, устойчивым к засухе. Кубояр – современный высокопродуктивный сорт селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», предназначенный для выращивания в общепринятых условиях затопления. Оба сорта среднерослые (85–95 см), с овальным зерном без остей. Кубояр отличается от Контро более поздним цветением (на 9 дней), короткой вертикальной метелкой с большим количеством зерен на метелке.

Исследования проводили в 2019 г. на чеках ОП «Пролетарское» ФГБНУ «АНЦ «Донской» в Ростовской области. В работе использовали методику полевого опыта Б. И. Доспехова (1985). Для математической обработки данных использовали программу Statistica 8, для генетического анализа – программу Полиген А (Мережко, 2005).

Результаты и их обсуждение. Родительские сорта имели одинаковую высоту растений, у гибридов от их скрещивания во втором поколении расщепление не происходило. По другим признакам имелись генетические различия, что привело к сегрегации гибридных популяций. По длине метелки и количеству колосков и зерен на ней установлено неполное отрицательное доминирование, по массе 1000 зерен и длине зерновки – частичное положительное, а по ширине зерновки – его отсутствие (табл. 1).

Метелки родительских сортов значительно различались. У сорта Контро она была длинной, рыхлой, поникающей, с небольшим количеством колосков, у сорта Кубояр – наоборот. Средняя длина метелки сорта Контро составила 18,8 см, Кубояр – 15,0 см, у гибридов были промежуточные значения признака, но значительно ближе к величине Кубояра.

1. Характеристики родительских форм, гибрида F₂ и степень доминирования (hp) (2019 г.) 1. Characteristics of parental forms, the F₂ hybrid and dominance degree (hp) (2019)

Название	Длина метелки, см	Количество колосков, шт.			Масса 1000 зерен, г	Длина зерновки, мм	Ширина зерновки, мм
		выполненных	пустых	всего			
Контро	18,8	61,5	6,3	67,8	27,3	7,2	3,0
Кубояр	15,0	145,2	10,1	155,3	31,8	8,2	3,4
Гибрид	15,9	79,2	7,5	86,7	30,2	7,8	3,2
hp	-0,51	-0,57	-0,37	-0,57	0,28	0,14	0,02

Длина метелок всех гибридных форм находилась в интервалах изменчивости родительских сортов. Длина метелки F₂ достигла в среднем 15,9 см, степень доминирования составила -0,51, то есть неполная отрицательная. Кривая распределения частот признака (КРЧ) у гибрида была одновершинной с правосторонней асимметрией ($As = 0,40$). Вершина кривой гибрида находилась в одном классе с вершиной сорта Кубояр (рис. 1). В F₂ с помощью программы Полиген А были установлены моногенные различия сортов и расщепление в соотношении 3 : 1. Сила действия гена - 3,8 см.

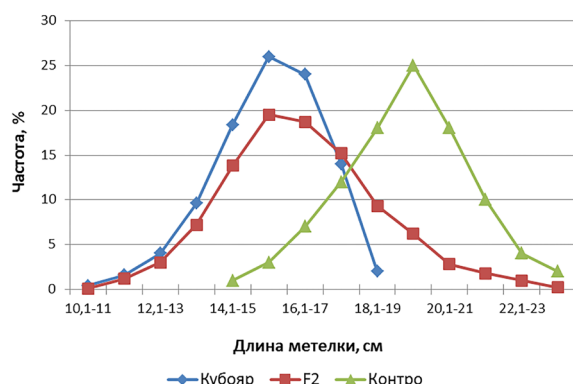


Рис. 1. Распределение частот признака «длина метелки» у гибрида риса F₂ Контро × Кубояр и его родительских форм (2019 г.)

Fig. 1. Distribution of the “panicle length” trait frequency in the F₂ Kontro × Kuboyar rice hybrid and its parental forms (2019)

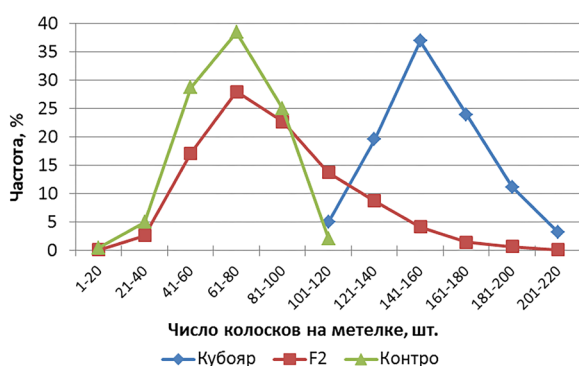


Рис. 2. Распределение частот признака «число колосков на метелке» у гибрида риса F₂ Контро × Кубояр и его родительских форм (2019 г.)

Fig. 2. Distribution of the “number of spikelets per panicle” trait frequency in the F₂ Kontro × Kuboyar rice hybrid and its parental forms (2019)

По среднему количеству колосков в метелке исходные родительские формы различались в 2,3 раза:

у Кубояра формировалось 155,3 колоска, а у Контро - 67,8. У гибрида преобладали малоозерненные формы, в среднем 86,7 колоска (табл. 1). КРЧ гибрида находилась в пределах варьирования родительских сортов, а ее вершина смещена влево и находится в одном классе с вершиной Контро (рис. 2). Она имеет значительную правостороннюю асимметрию ($As = 0,73$). Наблюдалось отрицательное доминирование меньшего числа колосков, степень доминирования в F₂ составила -0,57. Происходило дигибридное расщепление двух пар генов в соотношении 9 : 6 : 1, в результате чего появились 1/16 часть форм с количеством колосков на метелке как у сорта Кубояр (121-220 шт.). Сила гена составила 43,75 шт.

По признаку «масса 1000 зерен» исходные родительские сорта отличались на 4,5 г (табл. 1). Масса 1000 зерен в F₂ варьировала в пределах от 22 до 39 г (в среднем 30,2 г). КРЧ гибрида имела одну вершину, которая находилась между вершин родительских форм (рис. 3). Наблюдалась незначительная правосторонняя асимметрия ($As = 0,22$) и частичное доминирование больших значений признака ($hp = 0,28$). При этом частоты мелкозерновых (22,1-27,0 г) и крупнозерновых (33,1-39,0 г) классов были несколько ниже, чем частоты классов средней массы зерновки (27,1-33,0 г). Расщепление в гибридной популяции происходило в соотношении 1 : 2 : 1, то есть выщеплялись примерно по 25% особей с размерами зерновок как у родительских форм, следовательно, они различаются аллельным состоянием одной пары генов. Сила гена составила 4,5 г.

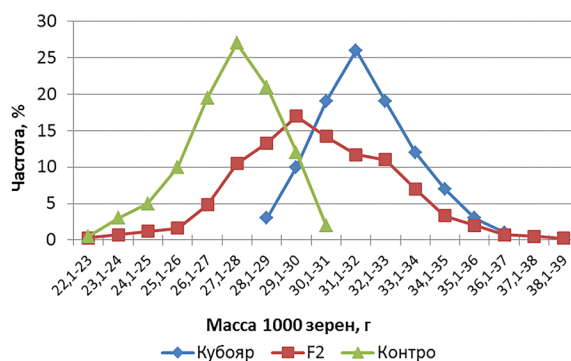


Рис. 3. Распределение частот признака «масса 1000 зерен» у гибрида риса F₂ Контро × Кубояр и его родительских форм (2019 г.)

Fig. 3. Distribution of the “1000 grain weight” trait frequency in the F₂ Kontro × Kuboyar rice hybrid and its parental forms (2019)

По длине зерновки сорта Контро (7,2 мм) и Кубояр (8,2 мм) различались незначительно, на 1 мм. У гибрида было промежуточное среднее значение - 7,8 мм. Степень доминирования составила 0,14. Кривая была практически симметричной ($As = -0,03$), а изменчивость гибридной популяции не выходила за пределы родительских вариаций (рис. 4).

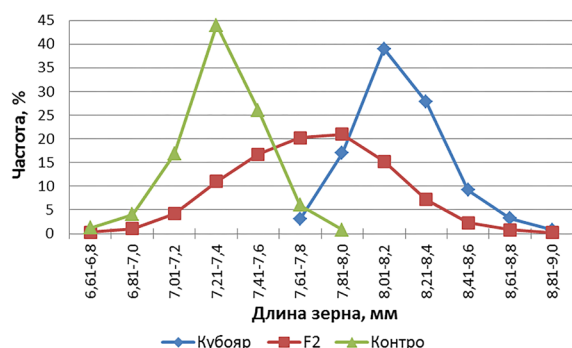


Рис. 4. Распределение частот признака «длина зерновки» у гибрида риса F_2 Контро × Кубояр и его родительских форм (2019 г.)

Fig. 4. Distribution of the “caryopsis length” trait frequency in the F_2 Kontro × Kuboyar rice hybrid and its parental forms (2019)

Расщепление происходило в соотношении 1 : 2 : 1. Следовательно, родительские сорта различались по аллельному состоянию одной пары генов, сила которых составила 1 мм.

По ширине зерна наблюдали аналогичные закономерности. КРЧ гибрида была симметричной ($As = 0,20$), трансгрессии отсутствовали (рис. 5).

Родительские сорта различались на 0,4 мм. У Кубояра зерновка (3,4 мм) была несколько шире, чем у Контро (3,0 мм). У гибрида ширина зерновки в среднем составила 3,2 мм. Доминирование отсутствовало ($h_r = 0,02$), сегрегация в соотношении

1 : 2 : 1 свидетельствует о моногенных различиях. Сила гена – 0,4 мм.

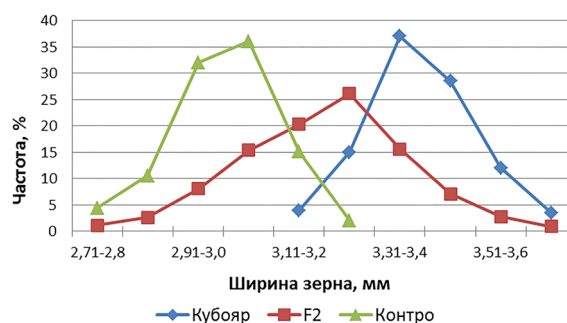


Рис. 5. Распределение частот признака «ширина зерновки» у гибрида риса F_2 Контро × Кубояр и его родительских форм (2019 г.)

Fig. 5. Distribution of the “caryopsis width” trait frequency in the F_2 Kontro × Kuboyar rice hybrid and its parental forms (2019)

В таблице 2 представлена характеристика выделенных форм F_2 , которые сочетают в себе оптимальную высоту растения, длину метелки и массу 1000 зерен с повышенной озерненностью. Эти и другие формы были отобраны для посева третьего поколения в гибридном питомнике и дальнейшего изучения. В дальнейшем из них будут получены рекомбинантные инбредные линии, которые можно использовать для посева на двух фонах орошения и поиска QTL, контролирующих признаки засухоустойчивости.

2. Характеристика лучших форм F_2 в комбинации Контро × Кубояр (2019 г.) 2. Characteristics of the best forms F_2 in the combination Kontro × Kuboyar (2019)

Название	Длина метелки, см	Общее число колосков, шт.	Масса 1000 зерен, г	Длина зерновки, мм	Ширина зерновки, мм
Контро	19	68	27,3	7,2	3,0
Кубояр	15	155	31,8	8,2	3,4
16	20	164	33	7,4	3,1
18	18	185	28	7,3	3,2
84	18	186	29	7,9	3,2
134	14	214	28	7,8	3,1
294	17	182	27	7,4	3,1
410	17	172	26	7,2	3,3
436	19	157	29	8,0	3,1
441	18	163	27	7,4	3,1
517	18	198	29	8,1	3,0
526	19	167	32	7,2	3,1
558	16	155	33	7,9	3,2
581	16	170	26	7,8	3,0
σ	2,1	28,0	2,6	0,4	0,3

Лучшие в хозяйственно-биологическом отношении формы послужат исходным материалом для последующего создания раннеспелых продуктивных суходольных сортов риса.

Выводы

1. Наследование признака «длина метелки» происходило по типу доминирования меньших значений признака ($h_r = -0,51$). Исходные родительские сорта Контро и Кубояр различались по аллельному состоянию одной пары генов, что привело к расщеплению F_2 в соотношении 3 : 1.

2. По среднему числу колосков на метелке наблюдалось отрицательное доминирование меньших значений, степень доминирования в F_2 составила $-0,57$.

Происходило расщепление по двум парам генов в соотношении 9 : 3 : 1.

3. По признаку «масса 1000 зерен» установлены частичное доминирование больших значений признака ($h_r = 0,28$), расщепление 1 : 2 : 1 и моногенные различия исходных родительских форм.

4. По длине зерновки выявлено частичное доминирование большей величины признака ($h_r = 0,14$). Расщепление происходило в соотношении 1 : 2 : 1, то есть родительские сорта различались по аллельному состоянию одной пары генов.

5. По ширине зерна наблюдали отсутствие доминирования и сегрегацию в соотношении 1 : 2 : 1, свидетельствующую о моногенных различиях.

6. Выделены формы F_2 , сочетающие оптимальную высоту растения, длину метелки, массу 1000 зерен и повышенную озерненность, для последующего создания продуктивных суходольных сортов риса.

Библиографические ссылки

1. Дубинина О. А. Устойчивость озимой пшеницы к основным стрессовым факторам окружающей среды и погодных условий (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1(49). С. 23–26.
2. Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Лобунская И. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 18–22. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22>.
3. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Селекционная работа по маловодотребовательному рису в АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 1(67). С. 54–58. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-54-58>.
4. Мережко А. Ф. Использование менделеевских принципов в компьютерном анализе наследования варьирующих признаков // Экологическая генетика культурных растений: мат. школы молодых ученых РАСХН, ВНИИ риса. Краснодар, 2005. С. 107–117.
5. Харитонов Е. М., Гончарова Ю. К., Малюченко Е. А. Генетика признаков, определяющих адаптивность риса (*Oryza sativa* L.) к абиотическим стрессам // Экологическая генетика. 2015. Т. 13, № 4. С. 37–54.
6. Babu R. C., Nguyen B. D., Chamarerk V., Shanmugasundaram P., Chezian P., Jeyaprakash P., Ganesh S. K., Palchamy A., Sadasivam S., Sarkarung S., Wade L. J., Nguyen H. T. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers: Association between secondary traits and field performance // Crop Science. 2003. No. 43. Pp. 1457–1469. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1457>.
7. Bernier J., Kumar A., Venuprasad R., Spaner D., Atlin G. A large-effect QTL for grain yield under reproductive-stage drought stress in upland rice // Crop Sci. 2007. Vol. 47. Iss. 2. Pp. 507–516. DOI: 10.2135/cropsci2006.07.0495.
8. Bernier J., Gary N., Atlin G.N., Serraj R., Kumar A., Spaner D. Breeding upland rice for drought resistance. Review // Science of Food and Agriculture. 2008. Vol. 88. Iss. 6. Pp. 927–939. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3153>.
9. Lafitte H. R., Yongsheng G., Yan S., Li Z. K. Whole plant responses, key processes, and adaptation to drought stress: the case of rice // Journal of Experimental Botany. 2007. No. 58. Pp. 169–175. DOI: 10.1093/jxb/erl101.
10. Lanceras J. C., Pantuwan G. P., Jongdee B., Toojinda T. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice // Plant Physiology. 2004. No. 135. Pp. 384–399. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.103.035527>.
11. Salunkhe A. S., Poornima R., Prince K. S., Kanagaraj P., Sheeba J. A., Amudha K., Suji K. K., Senthil A., Babu R. C. Fine mapping QTL for drought resistance traits in rice (*Oryza sativa* L.) using bulk segregant analysis // Molecular Biotechnology. 2011. No. 49. Pp. 90–95. DOI: 10.1007/s12033-011-9382-x.
12. Singh R, Singh Y, Xalaxo S, Verulkar S. et al. From QTL to variety- harnessing the benefits of QTLs for drought, flood and salt tolerance in mega rice varieties of India through a multi-institutional network. Plant Science, 2016. Vol. 242. Pp. 278–287.
13. Yue B., Xue W., Xiong L., Yu X., Luo L., Cui K., Jin D., Xing Y., Zhang Q. Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: Separation of drought tolerance from drought avoidance // Genetics. 2006. Vol. 172, no. 2. Pp. 1213–1228. DOI: 10.1534/genetics.105.045062.
14. Zheng H., Babu R. C., Pathan M. S., Ali L., Huang N., Courtois B., Nguyen H. T. Quantitative trait loci for root-penetration ability and root thickness in rice: comparison of genetic backgrounds // Genome. 2000. Vol. 43, no. 1. Pp. 53–61. DOI: 10.1139/gen-43-1-53.

References

1. Dubinina O. A. Ustojchivost' ozimoy pshenicy k osnovnym stressovym faktorom okruzhayushchej sredy i pogodnyh uslovij (obzor) [Resistance of winter wheat to the main stress factors of the environment and weather conditions (review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 1(49). S. 23–26.
2. Ionova E. V., Lihovidova V. A., Lobunskaya I. A. Zasuha i gidrotermicheskij koeffitsient uvlazhneniya kak odin iz kriteriev ocenki stepeni ee intensivnosti (obzor literatury) [Drought and hydrothermal moisture coefficient as one of the criteria for assessing its intensity degree (literature review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). С. 18–22. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22>.
3. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V. Selekcionnaya rabota po malovodotrebovatel'nomu risu v ANC "Donskoj" [Breeding work on low-water demanding rice in the ARC "Donskoy"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2020. № 1(67). S. 54–58. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-54-58>.
4. Merezko A. F. Ispol'zovanie mendelevskikh principov v komp'yuternom analize nasledovaniya var'iruyushchih priznakov [Use of Mendel's principles in computer analysis of the inheritance of varying traits] // Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rastenij: may. shkoly molodykh uchenykh RASKHN, VNII risa. Krasnodar, 2005. S. 107–117.
5. Haritonov E. M., Goncharova Yu. K., Malyuchenko E. A. Genetika priznakov, opredelyayushchih adaptivnost' risa (*Oryza sativa* L.) k abioticheskim stressam [Genetics of traits that determine rice (*Oryza sativa* L.) adaptability to abiotic stresses] // Ekologicheskaya genetika. 2015. T. 13, № 4. S. 37–54.
6. Babu R. C., Nguyen B. D., Chamarerk V., Shanmugasundaram P., Chezian P., Jeyaprakash P., Ganesh S. K., Palchamy A., Sadasivam S., Sarkarung S., Wade L. J., Nguyen H. T. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers: Association between secondary traits and field performance // Crop Science. 2003. No. 43. Pp. 1457–1469. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1457>.
7. Bernier J., Kumar A., Venuprasad R., Spaner D., Atlin G. A large-effect QTL for grain yield under reproductive-stage drought stress in upland rice // Crop Sci. 2007. Vol. 47. Iss. 2. Pp. 507–516. DOI: 10.2135/cropsci2006.07.0495.
8. Bernier J., Gary N., Atlin G. N., Serraj R., Kumar A., Spaner D. Breeding upland rice for drought resistance. Review // Science of Food and Agriculture. 2008. Vol. 88. Iss. 6. Pp. 927–939. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3153>.
9. Lafitte H. R., Yongsheng G., Yan S., Li Z. K. Whole plant responses, key processes, and adaptation to drought stress: the case of rice // Journal of Experimental Botany. 2007. No. 58. Pp. 169–175. DOI: 10.1093/jxb/erl101.
10. Lanceras J. C., Pantuwan G. P., Jongdee B., Toojinda T. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice // Plant Physiology. 2004. No. 135. Pp. 384–399. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.103.035527>.

11. Salunkhe A. S., Poornima R., Prince K. S., Kanagaraj P., Sheeba J. A., Amudha K., Suji K. K., Senthil A., Babu R. C. Fine mapping QTL for drought resistance traits in rice (*Oryza sativa* L.) using bulk segregant analysis // *Molecular Biotechnology*. 2011. No. 49. Pp. 90–95. DOI: 10.1007/s12033-011-9382-x.
12. Singh R, Singh Y, Xalaxo S, Verulkar S. et al. From QTL to variety- harnessing the benefits of QTLs for drought, flood and salt tolerance in mega rice varieties of India through a multi-institutional network. *Plant Science*, 2016. Vol. 242. Pp. 278–287.
13. Yue B., Xue W., Xiong L., Yu X., Luo L., Cui K., Jin D., Xing Y., Zhang Q. Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: Separation of drought tolerance from drought avoidance // *Genetics*. 2006. Vol. 172, no. 2. Pp. 1213–1228. DOI: 10.1534/genetics.105.045062.
14. Zheng H., Babu R. C., Pathan M. S., Ali L., Huang N., Courtois B., Nguyen H. T. Quantitative trait loci for root-penetration ability and root thickness in rice: comparison of genetic backgrounds // *Genome*. 2000. Vol. 43, no. 1. Pp. 53–61. DOI: 10.1139/gen-43-1-53.

Поступила: 21.05.20; принята к публикации: 22.07.20.

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; Аксенов А. В. – закладка опыта, посев сортов и образцов, отбор растений для анализа, промеры и подсчеты, заполнение таблиц; Краснова Е. В. – руководство технологическими процессами, выращивание растений, структурный анализ.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ИТОГИ СОТРУДНИЧЕСТВА ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ» И ФГБНУ «НЦЗ ИМ. П. П. ЛУКЬЯНЕНКО» ПО СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Е. Г. Филиппов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А. А. Донцова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и семеноводства озимого ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

Д. П. Донцов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

В. В. Нестеренко², кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и семеноводства ячменя, 8612222709@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8952-8527;

Н. В. Серкин², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0003-1268-1379;

Т. Е. Кузнецова², доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-3660-7010

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3;

²ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко», 350012, г. Краснодар, Центральная усадьба КНИИСХ

Ячмень является основной зернофуражной культурой в Российской Федерации. В Южном федеральном округе селекция озимого ячменя ведется в Ростовской области и Краснодарском крае. В статье представлены результаты совместной работы по селекции озимого ячменя ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» и ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко». Целью исследований являлось создание сортов озимого ячменя с привлечением исходного материала местной и краснодарской селекции. Сорта, созданные учеными данных научных учреждений, занимают лидирующее место в структуре посевных площадей юга страны. Результатом привлечения зерноградскими учеными в гибридизацию сортов краснодарской селекции стало создание сортов Ростовский 55, Тимофей, Ерема, Виват, Фокс 1. В 2016 г. передан на государственное сортоиспытание новый сорт ячменя-двуручки Маруся. Для ученых «Национального центра зерна им. П. П. Лукьяненко» сорта Донской селекции, которые выведены в более северном регионе, представляют определенный интерес, так как обладают достаточно высоким уровнем морозо- и зимостойкости и другими адаптивными признаками. Так, сорт селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Ларец был включен в программу по заглуплению залегания узла кущения краснодарскими селекционерами.

Ключевые слова: озимый ячмень, сорт, гибридизация, испытание.

Для цитирования: Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Нестеренко В. В., Серкин Н. В., Кузнецова Т. Е. Итоги сотрудничества ФГБНУ «АНЦ «Донской» и ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» по селекции озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 50–55. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-50-55.



THE RESULTS OF COOPERATION BETWEEN FSBSI "ARC "DONSKOY" AND FSBSI "NCG NAMED AFTER P. P. LUKIYANENKO" IN WINTER BARLEY BREEDING

E. G. Filippov¹, Candidate of Agricultural Sciences, docent, leading researcher, head of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A. A. Dontsova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory for winter barley breeding and seed production, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

D. P. Dontsov¹, Candidate of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864;

V. V. Nesterenko², Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of barley breeding and seed production, 8612222709@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8952-8527;

N. V. Serkin², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-1268-1379;

T. E. Kuznetsova², Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3660-7010

¹Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3;

²National Center of Grain named after P. P. Lukiyanenko, 350012, Krasnodar, Central Estate of KRIA

Barley is the main grain feed crop in the Russian Federation. In the Southern Federal District, winter barley breeding tends to be carried out in the Rostov Region and Krasnodar Area. The current paper has presented the results of joint work on winter barley breeding of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" and the FSBSI "National Center of Grain named after P. P. Lukiyanenko". The purpose of the study was to develop winter barley varieties using the initial material of local and Krasnodar breeding. The varieties developed by scientists from these research institutions occupy a leading place in the structure of sown areas in the south of the country. The Zernograd scientists' participation in the hybridization of Krasnodar varieties has resulted in the development of the varieties "Rostovsky 55", "Timofey", "Erema", "Vivat", "Foks 1". In 2016 a new facultative barley variety "Marusya" was sent to the State Variety Testing. For the scientists of the National Center of Grain named after P. P. Lukiyanenko the varieties of "Donskoy",

which have been bred in a more northern region, are of certain interest, since they have a fairly high level of frost and winter tolerance and other traits of adaptability. Thus, the variety "Larets", developed by the ARC "Donskoy" was included in the program for deepening the tillering node by the Krasnodar breeders.

Keywords: winter barley, variety, hybridization, testing/trial.

Введение. На 2019 г. в Государственный реестр селекционных достижений РФ внесено 43 сорта озимого ячменя. Ведущими учреждениями по селекции этой культуры в РФ являются ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» (г. Краснодар) – 17 сортов, ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) – 7 сортов. На их долю приходится 55,8% от общего количества сортов в Госреестре РФ (рис. 1).

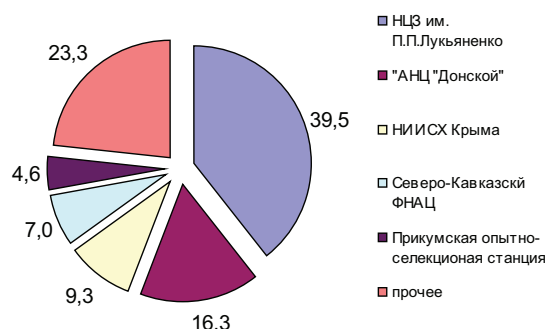


Рис. 1. Доля сортов озимого ячменя учреждений-оригинаторов в Государственном реестре селекционных достижений РФ

Fig. 1. The share of winter barley varieties developed by the originating institutions in the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation

Необходимо отметить, что 4 сорта (9,3%) создано в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 3 (7%) – в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный Аграрный центр», 2 (4,6%) – в ФГУП «Прикумская опытно-селекционная станция» и 23,3% – в других научных учреждениях. К прочим относятся учреждения, которые имеют в Госреестре РФ по одному сорту и существенного влияния не оказывают.

Озимый ячмень – культура на Дону сравнительно молодая, первые попытки ее внедрения были в начале XX в. Так, профессор А. И. Носатовский (1950) писал: «Много лет уже пытаются ввести культуру озимого ячменя в Донском округе, но пока безрезультатно». Начало целенаправленной работы по созданию сортов озимого ячменя в Ростовской области отмечено в 1939 г., когда в г. Зернограде на базе местной селекционной станции было высеяно 88 сортообразцов, которые были предоставлены селекционерами Краснодарской государственной селекционной стан-

ции (Филиппов и др., 2014). Этот год, несомненно, можно считать началом творческого сотрудничества краснодарских и зерноградских селекционеров.

Однако первые ощутимые результаты совместной работы были получены только в 1998 г., когда в Государственный реестр селекционных достижений РФ был внесен сорт озимого ячменя Ростовский 55, где в качестве отцовской формы был использован сорт краснодарской селекции Радикал (рис. 2).



Рис. 2. Генеалогия сорта озимого ячменя Ростовский 55
Fig. 2. Genealogy of the winter barley variety "Rostovsky 55"

В то время обмен селекционным материалом носил эпизодический характер. В таких условиях добиться ощутимых результатов было довольно проблематично, поэтому в 2004 г. был заключен договор о творческом сотрудничестве между Краснодарским НИИСХ им. П. П. Лукьяненко и Всероссийским НИИ зерновых культур им. И. Г. Калиненко. Предмет договора – изучение перспективных сортов и линий озимого ячменя донской селекции в Краснодаре и наоборот. В том же году академик В. М. Шевцов передал более 50 образцов озимого ячменя для изучения в экологическом испытании донского селекцентра.

Материалы и методы исследований. Исследования выполняли на опытных полях ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (Зерноград, Ростовская обл.) и ФГБНУ Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко (Краснодар). Опыты по изучению исходного материала закладывались согласно общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение. Обмен селекционным материалом способствует расширению генплазмы и позволяет выделить из гибридных популяций, полученных от скрещивания сортов различного происхождения, новый ценный селекционный материал (Кузнецова и др., 2009).

В таблице 1 представлены результаты изучения лучших сортов озимого ячменя краснодарской селекции за период 2006–2008 гг.

1. Характеристика лучших сортов озимого ячменя Краснодарской селекции в МСИ (2006–2008 гг.), г. Зерноград **1. Characteristics of the best winter barley varieties of Krasnodar breeding (2006–2008), Zernograd**

№ п/п	Название сорта	Перезимовка, балл	Интенсивность роста весной, балл	Устойчивость к полеганию, балл	Дата колошения	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г
1.	Ростовский 55, ст.	5,0	4,5	4,6	19.05	6,2	37,2
2.	Кубанец	4,9	4,6	4,7	16.05	6,5	40,2
3.	Банкир	4,9	5,0	4,7	14.05	6,7	40,9
4.	Таран	5,0	4,3	4,8	19.05	6,9	41,5
5.	Кондрат	5,0	4,9	5,0	19.05	6,6	38,0
6.	Хуторок	5,0	4,7	4,7	19.05	6,6	38,5
7.	Зов	5,0	5,0	5,0	17.05	7,0	41,4
8.	Дар	5,0	5,0	5,0	17.05	7,2	40,8
9.	Утес	5,0	4,7	5,0	20.05	7,1	40,2
10.	Зимур	5,0	4,5	5,0	20.05	6,2	37,8
11.	Федор	5,0	4,7	5,0	20.05	6,3	36,6
12.	Вавилон	5,0	4,7	5,0	19.05	6,4	39,2
	НСР ₀₅	–	–	–	–	0,4	–

Все изучаемые в тот период сорта имели достаточно высокий уровень полевой зимостойкости и устойчивости к полеганию и интенсивно отрастали весной. Большинство из них имели вегетационный период на уровне местного стандартного сорта Ростовский 55. Достоверно превысили стандарт по урожайности сорта Банкир, Таран, Зов, Дар, Утес. В годы проведения исследований они формировали крупное зерно с массой 1000 зерен от 40,2 г у сорта Утес до 41,5 г у сорта Таран. Большинство из выше названных сортов в дальнейшем было использовано в селекционных программах ФГБНУ «АНЦ «Донской».

В 2012 г. в Госреестр охраняемых селекционных достижений внесен сорт ячменя-двуручки Тимофей, который был создан с участием устойчивых к полеганию и высокопродуктивных сортов краснодарской селекции Циклон, Вавилон, Радикал (рис. 3).

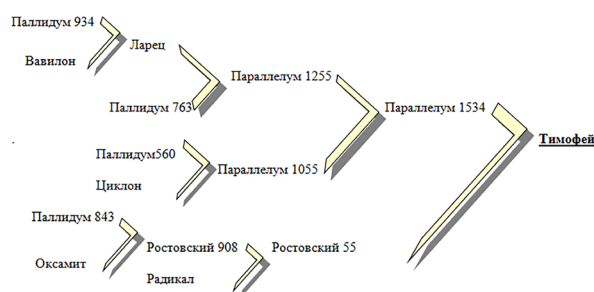


Рис. 3. Генеалогия сорта-двуручки Тимофей
Fig. 3. Genealogy of the facultative variety "Timofey"

Разновидность – parallelum. Направление использования – фураж. В среднем за годы изучения (2010–2019) урожайность составила 6,7 т/га (+0,6 т/га к стандарту Мастер), масса 1000 зерен – 40,8 г. Устойчивость к полеганию высокая. Средне-спелый (вегетационный период – 270–276 дней). Максимальная урожайность (8,1 т/га) получена в 2011 г. на Целинском ГСУ Ростовской области.

В 2015 г. в Госреестр РФ внесен сорт Ерема. Разновидность – parallelum. Тип развития – настоящий озимый. В родословной его также присутствуют сорта краснодарской селекции Циклон и Вавилон (рис. 4).

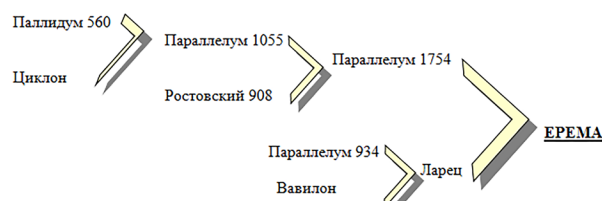


Рис. 4. Генеалогия сорта озимого ячменя Ерема
Fig. 4. Genealogy of the winter barley variety "Erema"

В среднем за годы изучения (2010–2019) урожайность его составила 6,9 т/га (+0,8 т/га к стандарту), масса 1000 зерен – 39,6 г. Средне-спелый, устойчивый к полеганию. Зимостойкость высокая. Максимальная урожайность (8,3 т/га) получена на Тарасовском ГСУ Ростовской области в 2017 г.

В 2018 г. в Госреестр РФ внесен сорт ячменя-двуручки Виват, в родословной которого присутствуют сорта Радикал и Хуторок (рис. 5).

Разновидность – parallelum. Направление использования – фураж. В среднем за годы изучения (2012–2019) урожайность составила 7,2 т/га (+0,7 т/га к стандарту), масса 1000 зерен – 41,2 г. Средне-спелый. Устойчив к полеганию и неблагоприятным факторам среды. Максимальная урожайность (8,2 т/га) получена

в 2018 г. на Красногвардейском ГСУ Ставропольского края.

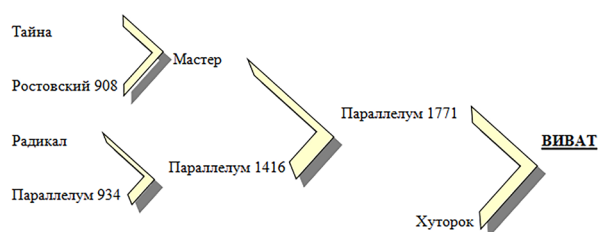


Рис. 5. Генеалогия сорта-двуручки Виват
Fig. 5. Genealogy of the facultative variety "Vivat"

В 2019 г. в Госреестр РФ внесен сорт ячменя-двуручки Фокс 1. В родословной присутствует сорт Монолит (рис. 6).

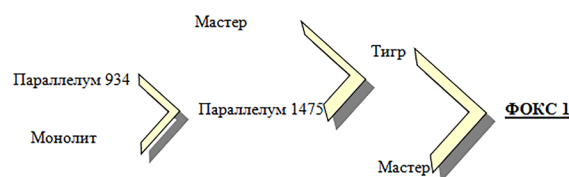


Рис. 6. Генеалогия сорта-двуручки Фокс 1
Fig. 6. Genealogy of the facultative variety "Foks 1"

Разновидность – parallelum. Направление использования – фураж. В среднем за годы изучения (2013–2019) урожайность составила 7,7 т/га (+0,8 т/га к стандарту), масса 1000 зерен – 42,8 г. Ультраранний, созревает на 7–10 дней раньше сорта Тимофей. Устойчив к проявлению неблагоприятных климатических условий. Максимальная урожайность (8,4 т/га) получена на Ставропольской государственной сорто-испытательной станции в 2018 г.

В настоящее время в Госсорсети РФ проходит изучение новый сорт ячменя-двуручки Маруся, который получен с использованием сорта озимого ячменя краснодарской селекции Дар, полученного по обмену в 2004 г. Новый сорт отобран в F₂ из гибридной комбинации Мастер (ФГБНУ «АНЦ «Донской») × Дар (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»). Разновидность – parallelum. В среднем за годы изучения (2014–2019) он сформировал урожайность 8,4 т/га (+1,6 т/га к стандарту). Зерно очень крупное (масса 1000 зерен – 48,0 г), на уровне лучших сортов ярового ячменя. Среднеранний, созревает на 3–5 дней раньше сорта Тимофей. Устойчивость к засухе и полеганию высокая. Обладает высоким уровнем биологической и полевой зимостойкости.

Максимальная урожайность (10,2 т/га) получена в 2018 г. на Ставропольской ГСИС.

Анализ генеалогии рассмотренных выше сортов четко показывает основополагающую роль местных сортов ячменя, обладающих высокой сортообразующей способностью, как носителей зародышевой плазмы, более приспособленной к местным условиям. Это также подтверждается результатами создания фактически всех сортов местной селекции. В то же время считаются очень важными привлечение и использование в ступенчатых скрещиваниях лучших сортов селекции ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», являющихся донорами или источниками лимитирующих в местных условиях признаков и свойств.

Для селекционеров «Национального центра зерна им. П. П. Лукьяненко» сорта донской селекции, которые выведены в более северном регионе, представляют определенный селекционный интерес, так как обладают достаточно высоким уровнем морозо- и зимостой-

кости и другими адаптивными признаками. Так, сорт Ларец обладает признаком глубокого залегания узла кущения, сочетая его с хорошей кустистостью, что редко встречается среди глубокоузловых форм. Сорта Ерема и Жигули являются наиболее морозостойкими сортами, к тому же они имеют среднюю длину соломины. Сорт Мастер до настоящего времени отличается высокой продуктивностью в весеннем посеве, где может конкурировать по урожайности с яровыми сортами ячменя.

В Краснодарском крае в последние годы резко увеличивается площадь деградированных почв из-за применения кислых минеральных удобрений и недостаточного применения органических удобрений. Ячмень сильнее других зерновых культур реагирует на повышенную кислотность почвы, поэтому на протяжении последних 10 лет в ФГБНУ «НЦЗ

им. П. П. Лукьяненко» ведется селекция на толерантность к подкислению почвы (Кузнецова и др., 2011). При возделывании озимого ячменя на поле с повышенной кислотностью почвы у многих сортов донской селекции (Ларец, Жигули, Тигр, Ерема, Мастер, Волго-Дон, Полет) отмечалась реакция на кислотность почвы, которая выражалась в значительном снижении высоты (на 20–25 см) растений и усилении поражения ослабленных растений листовыми болезнями (Кузнецова и др., 2011). Наиболее продуктивным сортом озимого ячменя донской селекции в среднем за 4 года изучения зарекомендовал себя сорт Тимофей. Его урожайность составила 7,6 т/га, что на 0,1 т/га больше в сравнении с сортом Кондрат, однако ниже, чем у новых сортов Иосиф и Стратег, на 0,7–0,8 т/га соответственно (табл. 2).

2. Оценка сортов озимого ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в условиях г. Краснодара (2015–2018 гг.)

2. Estimation of the winter barley varieties of FSBSI "ARC "Donskoy" breeding in the conditions of Krasnodar Area (2015–2018)

Сорт	Темп роста, балл	Темп отрастания, балл	Дата колошения	Высота, см	Устойчивость к полеганию, балл	Морозостойкость, %	Урожайность, т/га
Кондрат, ст.	7,2	7,0	3.05	83	8,7	54,1	7,5
Ларец	7,5	6,5	8.05	92	8,0	45,4	5,9
Жигули	7,0	7,3	11.05	90	8,5	63,5	6,7
Тигр	7,2	7,0	2.05	78	8,0	59,6	6,3
Тимофей	7,5	7,3	5.05	92	7,6	68,5	7,6
Ерема	6,7	6,5	12.05	78	8,0	86,5	5,7
Мастер	7,3	7,0	6.05	90	6,2	48,7	7,0
Волго-Дон	7,0	7,0	5.05	82	7,3	76,4	6,9
Полет	7,4	7,3	7.05	84	7,8	34,8	7,3
Иосиф, ст.	7,6	7,5	4.05	97	7,6	42,5	8,3
Стратег, ст.	7,3	7,5	3.05	84	8,0	53,6	8,4
НСР ₀₅	—	—	—	—	—	8,6	2,8

Многие донские сорта (Садко, Гранд, Параллелум 1633, Мастер, Ларец, Жигули, Волго-Дон, Тигр, Ерема) были включены в селекционные программы ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко». Однако немногие гибридные популяции дали ценный селекционный материал.

Линии из гибридных комбинаций Садко/386-2 и Фараон/Жигули в 2015 г. изучались в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко». В благоприятном по погодным условиям 2015 г. урожайность сортов и линий озимого ячменя по предшественнику подсолнечник достигала 10,0 т/га и более. В годы проведения исследований данные линии сформировали меньшую высоту растений, чем основные сорта краснодарской селекции, линия Садко/386-2 показала хорошую устойчивость к полеганию. По данным ученых ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», оптимальной высотой растений озимого ячменя для получения максимальной урожайности является 100–110 см (Исамитдинов и др., 2009).

Низкорослая линия Фараон/Жигули по предшественнику подсолнечник уступила по продуктивности только сорту Рубеж. А по предшественнику кукуруза эта линия при средней высоте растений 88 см показала низкую урожайность за счет меньшего накопления общей биомассы. Линия Садко/386-2 при средней высоте растений 95 см по предшественнику кукуруза показала урожайность на 1,1 т/га больше. Самым урожайным по этому предшественнику был высокорослый сорт Иосиф, который при средней высоте растений 105 см превысил по этому показателю изучаемые линии на 2,1 и 1,0 т/га (Серкин и др., 2015). При практически одинаковой средней урожайности линии, полученные с использованием в гибридизации сортов донской селекции, уступили сортам краснодарской селекции Рубеж и Кондрат от 0,3 до 0,5 т/га, а новым сортам, изучавшимся в этот период в Государственном сортоиспытании РФ, Иосиф и Стратег – 0,6–0,8 т/га, в следствие чего были выбракованы (табл. 3).

3. Характеристика лучших линий озимого ячменя, полученных от скрещивания с сортами донской селекции в КСИ 2015 г. (г. Краснодар)

3. Characteristics of the best winter barley varieties, hybridized with the varieties of ARC "Donskoy" breeding in the SVT 2015 (Krasnodar)

Сорт, линия	Морозостойкость, % при –14 °С	Дата колошения	Высота, см	Устойчивость к полеганию, балл	Урожайность, т/га		
					предшественник		средняя
					подсолнечник	кукуруза	
Садко/386-2	58,3	6.05	108	8,5	9,9	8,5	9,2
Фараон/Жигули	70,0	9.05	105	5,0	10,7	7,4	9,1
Рубеж	72,7	7.05	112	9,0	11,2	7,8	9,5
Кондрат	62,0	6.05	118	9,0	10,5	8,4	9,4
Иосиф	70,8	10.05	125	7,5	10,2	9,5	9,9
Стратег	76,4	8.05	110	9,0	10,6	8,9	9,8
НСР ₀₅	—	—	—	—	3,6	3,2	—

Сорт Ларец был включен в программу по заглублению залегания узла кушения. Из третьего поколения популяций Федор/Ларец и Романс/Ларец был проведен отбор глубокоузловых форм. Однако лишь одна линия из комбинации Федор/Ларец дошла до предварительного испытания. И на этой стадии селекционного процесса была выбракована из-за позднеспелости и меньшей в сравнении с контролем урожайности.

Несколько линий, отобранных из гибридных популяций с сортом Ларец по другим признакам, изучались в предварительном испытании, а одна из них была отобрана в 2017 г. для посева в конкурсном сортоиспытании. По продолжительности вегетационного периода она относится к группе среднепоздних сортов, по предшественнику горох линия поразила сетчатой пятнистостью, по высоте и устойчивости к полеганию была на уровне стандартного сорта Стратег. К досто-

инствам линии следует отнести высокую урожайность по предшественнику кукуруза и меньшее в сравнении с другими сортами снижение урожайности при запаздывании со сроком посева.

В среднем по 6 вариантам испытания линия превысила сорт Кондрат на 0,78 т/га. Но эта прибавка во многом объясняется слабой толерантностью сорта Кондрат к подкислению почвы и недостаточной его засухоустойчивостью. В сравнении со стандартным сортом Стратег линия Федор/Ларец уступила 0,5 т/га, превысив этот сорт по продуктивности лишь по предшественнику кукуруза, а с сортом Иосиф разница в урожайности составила 0,68 т/га в пользу сорта Иосиф (табл. 4). В результате проведенных испытаний линия была исключена из конкурсного испытания и переведена в МСИ 1 для более полного изучения.

4. Урожайность линии озимого ячменя Федор/Ларец в конкурсном испытании 2018 г. в ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», т/га (г. Краснодар)

4. Productivity of the winter barley line "Fedor/Larets" in the competitive trial in 2018 in the FSBSI "NCG named after P. P. Lukyanenko", t/ha (Krasnodar)

Сорт	Горчица белая		Подсолнечник	Кукуруза	Соя	Горох	Средняя
	1-й срок	2-й срок					
Федор/Ларец	6,7	6,6	5,9	8,0	6,2	7,9	6,9
Кондрат	6,0	5,7	6,0	6,2	5,5	7,3	6,1
Стратег, ст.	8,2	6,7	6,7	7,4	6,2	9,2	7,4
Иосиф	9,8	8,1	5,6	7,2	6,7	8,1	7,6
НСР _{0,05}	3,0						—

Выводы. Итогом совместной работы стало создание новых, высокоурожайных, адаптированных к лимитирующим факторам среды сортов озимого ячменя, таких как Тимофей, Ерема, Виват, Фокс 1 и Маруся.

Внедрение в производство новых сортов озимого ячменя, созданных с использованием ценных

как по комплексу, так и по отдельным критериям сортов селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» и ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», позволит стабилизировать урожайность этой культуры на достаточно высоком уровне и поставит надежный заслон для внедрения в производство сортов западноевропейской селекции в условиях Южного федерального округа.

Библиографические ссылки

1. Исамитдинов Р. Н., Кекало Н. Ю., Кузнецова Т. Е., Серкин Н. В. Влияние анатомического и морфологического строения стебля озимого ячменя на устойчивость к полеганию // Тр. КубГАУ. 2009. № 5(20). С. 175–178.
2. Кузнецова Т. Е., Серкин Н. В., Левштанов С. А., Задириева Н. А. Мировой генофонд и его значение для селекции озимого ячменя // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. 2009. Т. 165. С. 61–65.
3. Кузнецова Т. Е., Серкин Н. В., Юсупов А. Р. Устойчивость озимого ячменя к повышенной кислотности почвы // Земледелие. 2011. № 4. С. 24–26.
4. Носатовский А. И. Пшеница. Биология. М.: Сельхозгиз, 1950. 407 с.
5. Серкин Н. В., Кузнецова Т. Е., Левштанов С. А., Нестеренко В. В., Чумак В. М. Сорт Иосиф – новый этап в селекции озимого ячменя // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 12. С. 55–57.
6. Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.

References

1. Isamitdinov R. N., Kekalo N. Yu., Kuznecova T. E., Serkin N. V. Vliyanie anatomicheskogo i morfologicheskogo stroeniya steblya ozimogo yachmenya na ustojchivost' k poleganiyu [The influence of the anatomical and morphological structure of a winter barley stem on resistance to lodging] // Tr. KubGAU. 2009. № 5(20). S. 175–178.
2. Kuznecova T. E., Serkin N. V., Levshstanov S. A., Zadirieva N. A. Mirovoj genofond i ego znachenie dlya selekcii ozimogo yachmenya [The world gene pool and its importance for winter barley breeding] // Tr. po prikl. botanike, genetike i selekcii. 2009. T. 165. S. 61–65.
3. Kuznecova T. E., Serkin N. V., Yusupov A. R. Ustojchivost' ozimogo yachmenya k povyshennoj kislotnosti pochvy [Resistance of winter barley to increased soil acidity] // Zemledelie. 2011. № 4. S. 24–26.
4. Nosatovskij A. I. Pshenica. Biologiya [Wheat. Biology]. M.: Sel'hozgiz, 1950. 407 s.
5. Serkin N. V., Kuznecova T. E., Levshstanov S. A., Nesterenko V. V., Chumak V. M. Sort Iosif – novyj etap v selekcii ozimogo yachmenya [The variety "Iosif" is a new stage in winter barley breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29, № 12. S. 55–57.
6. Filippov E. G., Doncova A. A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 208 s.

Поступила: 16.03.20; принята к публикации: 30.06.20.

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. Филиппов Е. Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Донцова А. А. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи; Донцов Д. П., Нестеренко В. В., Кузнецова Т. Е. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Серкин Н. В. – выполнение полевых опытов, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

КОРОНА – НОВЫЙ АДАПТИВНЫЙ СОРТ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

Н. А. Морозов, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора, зав. отделом селекции зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-9065-6390;

В. В. Иванов, зав. лабораторией селекции пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-9045-8247;

И. В. Самсонов, научный сотрудник отдела селекции зерновых культур, ORCID ID: 0000-0001-6516-3175

ФГБУ «Прикумская опытно-селекционная станция»,

356803, Ставропольский край, Буденновский р-н, Территория Буденновск-3, ул. Вавилова, 4;

e-mail: fgupposs@mail.ru

Пшеница – одна из основных культур, обеспечивающих продовольственную безопасность страны и ее экспортный потенциал. В Ставропольском крае озимая пшеница ежегодно занимает более 1,5 млн га. Несмотря на это, урожайность и качество зерна остаются нестабильными. Для повышения объема производства зерна в стране и повышения его качества основополагающее значение в настоящее время имеют создание и быстрое внедрение новых сортов в производство. Целью исследования являлось создание нового сорта озимой мягкой пшеницы, адаптивного к резко континентальному климату Северо-Кавказского региона, с высоким уровнем продуктивности и качества зерна. По положительным итогам испытания в Северо-Кавказском регионе, с 2019 г. в Государственный реестр селекционных достижений включен и рекомендован к возделыванию новый сорт озимой мягкой пшеницы Корона селекции ФГБУ «Прикумская ОСС». Сорт получен методом сложной ступенчатой гибридизации с участием лучших местных линий – 126768, 140356 (ФГБУ «Прикумская ОСС») и сортов Дон 95 (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Украинка Одесская (Украина). За годы госсортоиспытания (2017–2018) на сортоучастках Ставропольского края сорт Корона показал существенное преимущество в урожайности к стандартному сорту Гром в крайне засушливой и засушливой зонах с прибавкой 0,40 и 0,39 т/га соответственно. Максимальная урожайность в годы испытания получена на Ставропольской ГСИС – 11,71 т/га. При испытании сорта в республиках Северного Кавказа максимальные прибавки урожайности к сортам-стандартам были получены в Адыгее (+0,46 т/га), Карачаево-Черкессии (+0,65 т/га), Крыму (+0,42 т/га). По данным ФГБУ «Прикумская ОСС», новый сорт Корона формирует крупное, хорошо выполненное зерно с высокими хлебопекарными качествами. Объемный выход хлеба из муки нового генотипа превышает стандарт и составляет 638 мл, общая оценка хлеба – 4,8 балла. Сорт относится к ценным сортам пшениц. В зерне нового сорта содержится в среднем 13,4% белка, 26,4% клейковины первой группы качества, ед. ИДК – 75. В 2019 г. за высокую урожайность и экологическую пластичность новый сорт Корона был награжден дипломом Госсортокомиссии РФ и удостоен звания «Сорт года».

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, селекция, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Морозов Н. А., Иванов В. В., Самсонов И. В. Корона – новый адаптивный сорт озимой мягкой пшеницы для Северо-Кавказского региона // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 56–60. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-56-60.



“KORONA” IS THE NEW ADAPTABLE WINTER BREAD WHEAT VARIETY FOR THE NORTH-CAUCASUS REGION

N. A. Morozov, Candidate of Agricultural Sciences, acting director, head of the grain crop breeding department, ORCID ID: 0000-0002-9065-6390;

V. V. Ivanov, head of the laboratory for wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-9045-8247;

I. V. Samsonov, head of the laboratory for barley breeding, ORCID ID: 0000-0001-6516-3175

FSEP “Prikumskaya Experimental Breeding Station”,

356803, Russia, Stavropol Area, Budyonnovsky district, Territory Budennovsk-3, Vavilov Str., 4;

e-mail: fgupposs@mail.ru

Wheat is one of the main crops that ensure the country's food security and export potential. In the Stavropol Area winter wheat annually occupies more than 1.5 million hectares. Despite this, grain productivity and quality remain unstable. To increase the volume of grain production in the country and improve its quality, the development and rapid introduction of new varieties into production is of fundamental importance. The purpose of the current study was to develop a new winter bread wheat variety adaptable to the sharply continental climate of the North Caucasus region, with a high level of productivity and grain quality. According to the positive results of the trials in the North Caucasus region, since 2019 the new winter bread wheat variety “Korona”, developed by the FSEP “Prikumskaya Experimental Breeding Station”, has been included in the State List of Breeding Achievements and recommended for cultivation. The variety was developed by the method of complex staged hybridization with the participation of the best local lines “126768”, “140356” (FSEP “Prikumskaya Experimental Breeding Station”) and the varieties “Don 95” (FSBSI “ARC “Donskoy”), “Ukrainka Odesskaya” (Ukraine). Over the years of the State Variety Testing (2017–2018) at the variety plots of the Stavropol Area, the variety ‘Korona’ has shown a significant productivity advantage over the standard variety “Grom” in extremely arid and arid zones, with an increase of 0.40 and 0.39 t/ha, respectively. During the years of study, the maximum productivity (11.71 t/ha) was obtained at the Stavropol SVTS. When testing the variety in the Republics of the North Caucasus, the maximum productivity increases to the standard varieties were obtained in Adygea (+0.46 t/ha), Karachay-Cherkessia (+ 0.65 t/ha), Crimea (+0.42 t/ha). According to the FSEP “Prikumskaya Experimental Breeding Station”, the new variety “Korona” has formed large-sized well-made grain with high baking qualities. The yield of bread from flour of a new genotype exceeded the standard and was 638 ml, the general estimation of bread was 4.8 points. The variety belongs to the valuable wheat varieties. The grain of the new variety contains on average 13.4% of protein, 26.4% of gluten of the first quality group, 75 of IDK. In 2019, for large productivity and environmental adaptability the new variety “Korona” was awarded a diploma of the State Variety Commission of the Russian Federation and was awarded the title “The Variety of the Year”.

Keywords: winter bread wheat, variety, breeding, productivity, grain quality.

Введение. Озимая пшеница – основная зерновая культура Ставропольского края, ежегодно занимающая более 1,5 млн га. Несмотря на это, урожайность и качество зерна остаются нестабильными (Шестакова и др., 2018).

Урожайность озимой пшеницы – это интегральный показатель продуктивности растений, результат взаимодействия количественных признаков растения с условиями внешней среды.

Ведущая роль в формировании урожайности и качества зерна принадлежит сорту. Только правильно подобранный сорт для конкретных почвенно-климатических условий и предшественников позволяет увеличить урожайность, повысить качество продукции, сократить затраты на удобрения и средства защиты растений (Ковтун и др., 2019).

Почвенно-климатические условия Ставропольского края предъявляют повышенные требования к подбору сортов озимой пшеницы, обладающих, наряду с высокой потенциальной урожайностью и качеством зерна, адаптивностью к неблагоприятным абиотическим факторам, в первую очередь к засухе (Войсковой, 2005).

Как показывает практика, при равной урожайности преимущество следует отдавать сорту с максимальной экологической приспособленностью, то есть сорту местной селекции.

Задача современной селекции заключается в создании сортов, сочетающих в себе высокую продуктивность и качество зерна. При создании нового сорта необходимо стремиться к совмещению генотипических и фенотипических признаков, а также повышению адаптивности к стрессовым факторам, которые часто проявляются при резко континентальном климате (Сапега, 2017).

Цель исследования – создать новый сорт озимой мягкой пшеницы, адаптивный к резко континентальному климату Северо-Кавказского региона, с высоким уровнем продуктивности и качества зерна.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2017–2019 гг. на опытном поле ФГБУ «Прикумская опытно-селекционная станция» (ФГБУ «Прикумская ОСС»), находящегося в засушливой зоне Ставропольского края.

Опыт закладывали по типу конкурсного сортоиспытания. Размещение делянок – систематическое с четырьмя повторениями. Площадь делянки – 30 м², норма высева – 3,5 млн всхожих семян на 1 га (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985). Посев проводили сеялкой СН-16 в тринадцатирядковом варианте по предшественникам чистый пар и озимая пшеница. В качестве стандарта использовали сорт Гром (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»). Перед посевом вносили минеральные удобрения в дозе Р₃₀ кг/га в д. в. Ранней весной проводилась подкормка растений аммиачной селитрой в дозе N₃₀ кг/га в д. в. Уборку делянок осуществляли селекционным комбайном Сампо-500.

Технологические показатели качества зерна оценивали в лабораторных условиях станции по общепринятым методикам и ГОСТам: количество сырой клейковины в зерне определяли ручным методом по ГОСТ 13586.1-68, качество клейковины – по индексу деформации клейковины на ИДК-1, стекловидность – по ГОСТ 10987-76. Хлебопекарную оценку проводили методом лабораторной выпечки ГОСТ 27669-88.

Математическую обработку данных выполняли по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (2014) с использованием программы Microsoft Excel.

Почвы опытного участка каштановые с содержанием гумуса 1,7–1,9%. Среднегодовое количество

осадков колеблется от 370 до 450 мм, 70% из которых выпадает в период вегетации. В период формирования зерна часто наблюдаются засухи и засухи. Температура воздуха в дневные часы достигает 42–43 °С.

За годы исследования наиболее благоприятные условия сложились в 2016/2017 с.-х. г. Среднегодовое количество осадков составило 439 мм, из которых 55% (240 мм) пришлось на период вегетации. Сумма активных температур за этот период была ниже среднеевропейского значения на 12% и составила 1505 °С (ГТК = 1,6). В этом году получена наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы при посеве по предшественнику чистый пар – 6,0–6,5 т/га. 2017/2018 с.-х. г. характеризовался как острозасушливый. Сумма осадков за год была ниже нормы и составила лишь 299 мм при сумме активных температур 1740 °С. Гидротермический коэффициент составил 0,5; урожайность озимой пшеницы – 4,1–4,4 т/га. 2018/2019 с.-х. г. отличался крайне засушливым осенним периодом. Полные всходы сортов озимой пшеницы были получены в феврале. Весенний период характеризовался средней влагообеспеченностью (163 мм) и более высоким температурным режимом – 1415 °С (ГТК = 0,7). Урожайность сортов озимой пшеницы в этот год по предшественнику чистый пар составила 4,2–4,9 т/га.

Результаты и их обсуждение. По положительным итогам государственного сортоиспытания, в 2019 г. в Госреестр селекционных достижений внесен новый сорт озимой мягкой пшеницы Корона, рекомендованный к возделыванию в Северо-Кавказском регионе.

Сорт получен методом сложной ступенчатой гибридизации с участием лучших местных линий – 126768, 140356 (ФГБУ «Прикумская ОСС») и сортов Дон 95 (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), Украинка Одесская (Украина).

Новый сорт Корона относится к степной экологической группе. Обладает высокой адаптивностью к возделыванию в различных агроклиматических условиях Северо-Кавказского региона.

Разновидность – эритроспермум. Форма куста промежуточная. Растения средней длины. Соломина слабо выполнена. По форме колос цилиндрический со слабым восковым налетом. Ости и остевидные отростки в верхней части колоса средней длины.

По биологическим признакам новый генотип относится к группе среднеранних сортов. Продолжительность вегетационного периода составляет 251 день. За годы исследований превысил стандартный сорт по длине колоса и числу колосков в нем. Формировал наибольшее число зерен в колосе и его массу. Среднерослый, высота растений – 91 см. По отношению к стандарту Гром в меньшей степени поражался септориозом и желтой ржавчиной. Повреждение хлебным пилюльщиком составило 26,1% при уровне стандартного сорта 34,3% (табл. 1).

При изучении в конкурсном сортоиспытании ФГБУ «Прикумская ОСС» по предшественнику чистый пар средняя урожайность сорта Корона за 2017–2019 гг. составила 5,27 т/га и варьировала от 4,37 до 6,56 т/га. Прибавка к стандартному сорту Гром колебалась от 0,23 до 0,67 т/га (табл. 2). По предшественнику озимая пшеница в годы конкурсного сортоиспытания урожайность зерна нового генотипа варьировала от 1,21 до 3,27 т/га и был выше стандарта в острозасушливом 2018 г. на 0,07 т/га, а в более благоприятный 2017 г. – на 0,35 т/га.

1. Хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта озимой мягкой пшеницы Корона (по данным ФГБУ «Прикумская ОСС» за 2017–2019 гг.)

1. Economic and biological characteristics of the new winter bread wheat variety "Korona" (according to the FSEP "Prikumskaya Experimental Breeding Station" for 2017–2019)

Показатель	Корона	Гром, ст.	+/- к стандарту
Вегетационный период, дней	251	250	+1
Дата наступления восковой спелости (июнь)	19	18	+1
Высота растений, см	91	83	+8
Длина колоса, см	8,9	8,5	+0,4
Число колосков в колосе, шт.	16,5	17,0	+0,5
Число зерен на колосок, шт.	2,3	1,6	+0,7
Число зерен в колосе, шт.	37,6	24,0	+13,6
Масса зерна с колоса, г	1,5	1,0	+0,5
K _(хвост) , %	44,8	46,8	-2,0
Засухоустойчивость, балл	4,6	4,0	+0,6
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	5,0	0
Поражение септориозом, %	24,2	28,2	-4,0
Поражение желтой ржавчиной, %	5,0	10,0	-5,0
Повреждение пилюльщиком, %	26,1	34,3	-8,0

2. Урожайность сорта озимой мягкой пшеницы Корона в конкурсном сортоиспытании ФГБУ «Прикумская ОСС» (2017–2019 гг.)

2. Productivity of the new winter bread wheat variety "Korona" in the Competitive Variety Testing of the the FSEP "Prikumskaya Experimental Breeding Station" (2017–2019)

Сорт	Урожайность, т/га			
	годы			средняя
	2017	2018	2019	
Предшественник – чистый пар				
Гром, ст.	6,02	4,14	4,21	4,79
Корона	6,56	4,37	4,88	5,27
+/- к стандарту	+0,54	+0,23	+0,67	+0,48
НСР ₀₅	0,32	0,26	0,49	0,36
Предшественник – озимая пшеница				
Гром, ст.	2,92	1,14	2,74	2,27
Корона	3,27	1,21	3,05	2,51
+/- к стандарту	+0,35	+0,07	+0,31	+0,24
НСР ₀₅	0,33	0,13	0,20	0,22

Новый сорт озимой мягкой пшеницы Корона относится к ценным сортам пшениц. В зерне нового генотипа содержится 13,4% белка, 26,4% клейковины первой группы качества, ед. ИДК – 75 (табл. 3).

Одним из основных показателей мукомольных свойств зерна является натурная масса. У нового

сорта она составляет в среднем 810 г/л при массе 1000 зерен 40,3 г.

По данным ФГБУ «Прикумская ОСС», сорт Корона отличается высокими хлебопекарными качествами зерна. Объемный выход хлеба из муки нового генотипа превышает стандарт на 76 мл, общая оценка хлеба – 4,8 балла.

3. Технологические показатели качества зерна и хлеба сорта Корона (ФГБУ «Прикумская ОСС», 2017–2019 гг.)

3. Technological indicators of the quality of grain and bread of the variety "Korona" (the FSEP "Prikumskaya Experimental Breeding Station", 2017–2019)

Показатель	Корона	Гром, стандарт	+/- к стандарту	Стандартное отклонение (S)
Масса 1000 зерен, г	40,3	35,9	+4,4	3,1
Натура зерна, г/л	810	809	+1	0,7
Содержание белка, %	13,4	12,5	+0,9	0,6
Стекловидность, %	51	63	-12	8,5
Содержание клейковины, %	26,4	22,9	+3,5	2,5
Качество клейковины, ед. ИДК	75	90	-15	10,6
Объемный выход хлеба, мл	638	562	+76	53,7
Общая оценка хлеба, балл	4,8	4,4	0,4	0,3

При испытании на ГСУ Ставропольского края наименьшая урожайность нового сорта Корона была

получена на Арзгирском и Благодарненском сортоучастках (5,80–6,00 т/га), расположенных в крайне за-

сушливой и засушливой зонах края, где среднегодовое количество осадков колеблется от 250 до 450 мм (ГТК – 0,5–0,7). В таких жестких условиях новый сорт

Корона имел максимальные прибавки урожайности к стандарту Гром – 0,40 и 0,39 т/га соответственно (табл. 4).

4. Результаты испытания сорта озимой мягкой пшеницы Корона на ГСУ Ставропольского края (2017–2018 гг.)

4. Testing results of the new winter bread wheat variety “Korona” in the State Variety Testing of the Stavropol Area (2017–2018)

Сортоучасток	Урожайность, т/га					
	Корона		Гром, ст.		+/– к стандарту	НСР ₀₅
	min – max	средняя	min – max	средняя		
Арзгирский	4,11–7,88	6,00	3,89–7,10	5,60	+0,40	0,20
Благодарненский	5,63–5,97	5,80	5,39–5,43	5,41	+0,39	0,52
Ипатовский	7,36–7,98	7,67	7,48–7,52	7,50	+0,17	0,28
Красногвардейский	7,67–8,16	7,82	7,93–8,12	8,02	–0,20	0,12
Новоалександровский	7,15–9,60	8,38	7,59–8,69	8,14	+0,24	0,44
Ставропольская ГСИС	6,18–11,71	8,94	7,77–11,34	9,56	–0,62	0,16
Среднее значение	6,35–8,55	7,45	6,68–8,03	7,35	+0,10	–

Более высокий уровень продуктивности сортом Корона был сформирован на Новоалександровском сортоучастке и Ставропольской ГСИС, которые находятся в более благоприятной по влагообеспеченности зоне Ставропольского края (сумма осадков за год – 450–530 мм, ГТК – 0,7–1,1). В 2018 г. на Ставропольской ГСИС получена максимальная урожайность сорта Корона – 11,71 т/га.

На сортоучастках Ставропольского края средняя урожайность нового сорта Корона составила 7,45 т/га и превысила сорт Гром на 0,10 т/га.

За 2017–2018 гг. испытания в регионах Северного Кавказа урожайность сорта Корона варьировала от 2,20 т/га в Республике Северная Осетия до 7,30 т/га в Карачаево-Черкесской Республике (табл. 5). Максимальные прибавки урожайности к стандартным сортам были получены в республиках Адыгея (+0,46 т/га), Карачаево-Черкессия (+0,66 т/га), Крым (+0,42 т/га).

В 2019 г. новый сорт Корона награжден дипломом ФГБУ «Госсорткомиссия» за высокий потенциал урожайности зерна, хорошие хлебопекарные качества, устойчивость к основным болезням и экологическую пластичность и признан «Сортом года».

5. Результаты испытания сорта озимой мягкой пшеницы Корона (по данным ГСИ Северо-Кавказского региона за 2017–2018 гг.)

5. Testing results of the new winter bread wheat variety “Korona” in the State Variety Testing of the North Caucasus region (2017–2018)

Регион	Сорт	Урожайность, т/га	+/– к стандарту, т/га
Республика Адыгея	Гром, ст.	4,97	–
	Корона	5,43	+0,46
	НСР ₀₅	0,15	–
Республика Ингушетия	Ермак, ст.	5,80	–
	Корона	6,00	+0,20
	НСР ₀₅	0,13	–
Кабардино-Балкарская Республика	Южанка, ст.	3,02	–
	Корона	3,15	+0,13
	НСР ₀₅	0,24	–
Карачаево-Черкесская Республика	Гром, ст.	6,64	–
	Корона	7,30	+0,66
	НСР ₀₅	0,37	–
Краснодарский край	Средний стандарт, ст.	6,39	–
	Корона	5,99	–0,40
	НСР ₀₅	0,38	–
Республика Крым	Куяльник, ст.	5,01	–
	Корона	5,43	+0,42
	НСР ₀₅	0,11	–
Ростовская область	Ермак, ст.	5,75	–
	Корона	5,80	+0,05
	НСР ₀₅	0,16	–
Республика Северная Осетия	Дон 107, ст.	2,20	–
	Корона	2,24	+0,04
	НСР ₀₅	0,11	–

Выводы. Новый сорт озимой мягкой пшеницы Корона, внесенный в Государственный реестр се-

лекционных достижений с 2019 г., высоко адаптирован к возделыванию в контрастных условиях Северо-

Кавказского региона. За период испытания проявил высокую устойчивость к засухе, полеганию, болезням и вредителям. Максимальная урожайность за годы изучения составила 11,71 т/га. В большинстве субъ-

ектов Северо-Кавказского региона проявил высокий уровень продуктивности и заслуживает широкого внедрения в производство.

Библиографические ссылки

1. Войсковой А. И. Роль сорта в повышении урожайности озимой пшеницы в засушливой зоне Ставропольского края // Проблемы борьбы с засухой: сб. науч. трудов. Т. 1. Ставрополь: Изд-во СтГАУ «Агрус», 2005. С. 195–200.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Ковтун В. И., Ковтун Н. Л., Сухарева А. А. Урожайность и элементы ее структуры у новых генотипов пшеницы мягкой Северо-Кавказского ФНАЦ // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 2(76). С. 55–58.
4. Сапега В. А. Урожайность и стабильность сортов озимой пшеницы в условиях Северного Зауралья // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 42–44.
5. Шестакова Е. О., Ерошенко Ф. В., Сторчак И. Г., Оганян Л. Р. Реакция новых сортов озимой пшеницы на различные элементы технологии выращивания // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 8. С. 35–38.

References

1. Vojskovoj A. I. Rol' sorta v povyshenii urozhajnosti ozimoy pshenicy v zasushlivoj zone Stavropol'skogo kraja [The role of the variety in increasing winter wheat productivity in the arid zone of the Stavropol Area] // Problemy bor'by s zasuhoy: sb. nauch. trudov. T. 1. Stavropol': Izd-vo StGAU "Agrus", 2005. S. 195–200.
2. 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 research results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Kovtun V. I., Kovtun N. L., Suhareva A. A. Urozhajnost' i elementy ee struktury u novyh genotipov pshenicy myagkoj Severo-Kavkazskogo FNAC [Productivity and elements of its structure in the new wheat genotypes of bread wheat of the North Caucasus FRC] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 2(76). S. 55–58.
4. Sapega V. A. Urozhajnost' i stabil'nost' sortov ozimoy pshenicy v usloviyah Severnogo Zaural'ya [Productivity and stability of winter wheat varieties in the Northern Zauralie] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 1. S. 42–44.
5. Shestakova E. O., Eroshenko F. V., Storchak I. G., Oganyan L. R. Reakciya novyh sortov ozimoy pshenicy na razlichnye elementy tekhnologii vyrashchivaniya [The reaction of new winter wheat varieties to various elements of growing technology] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. № 8. S. 35–38.

Поступила: 25.03.20; принята к публикации: 15.07.20.

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. Морозов Н. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Иванов В. В. – подготовка опыта, оценки, фенологические наблюдения и сбор данных; Самсонов И. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

УДК 633.161:631.545

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-61-64

СЕМЕНОВОДСТВО И ПЕРИОДЫ СОРТОСМЕНЫ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

Н. Г. Черткова, младший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4005-9771;

Ю. Г. Скворцова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

Т. И. Фирсова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;

Г. А. Филенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

В статье представлены этапы сортосмены и результаты четырехлетних исследований (2016–2019 гг.) сортов ярового ячменя, выведенных в разные годы селекционерами центра. Площадь, занимаемая под яровым ячменем по Ростовской области, в 2016–2019 гг. колебалась от 315,12 до 406,41 тыс. га, что составляет от 6,7 до 8,9% ко всей площади пашни. Средняя урожайность по области за все изученные годы составила 2,3 т/га, варьируя по годам от 1,7 т/га в засушливом 2018 г. до 2,8 т/га в наиболее благоприятном 2017 г. Отмечен неблагоприятный по климатическим условиям 2018 г., где площадь под яровым ячменем была почти 354 тыс. га, а валовый сбор составил 601,8 тыс. т. Цель работы – рассмотрение периодов сортосмены ярового ячменя в первичном семеноводстве. Исследования проводили на черноземных почвах южной зоны Ростовской области в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Сорта высевали весной в оптимальные для яровых культур сроки. Максимальная урожайность многих сортов ярового ячменя на селекционных делянках превышала 5,0 т/га. В 2016–2019 гг. в питомниках семеноводства высевали такие сорта ярового ячменя, как Грис, Ратник, Леон, Щедрый. Неблагоприятным для этих сортов был 2018 г., причем как в научных подразделениях, так и у сельхозпроизводителей Ростовской области. Самую низкую урожайность (4,8 и 3,9 т/га) и массу 1000 семян (45,0 и 42,2 г) как в ПИП-2, так и в ОС-1 показал сорт Щедрый. В благоприятном 2017 г. лучше всех показал себя сорт Грис: урожайность составила 8,0 т/га, а масса 1000 семян – 50,6 г. Стабильно высокую массу 1000 зерен (в среднем 50 г) во все годы сохранял за собой сорт Грис. В разные годы по урожайности выделялись сорта Ратник и Леон.

Ключевые слова: яровой ячмень, площадь пашни, сорт, валовый сбор, урожайность, масса 1000 семян, сортосмена.

Для цитирования: Черткова Н. Г., Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Филенко Г. А. Семеноводство и периоды сортосмены ярового ячменя в ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 61–64. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-61-64.



SEED PRODUCTION AND VARIETY CHANGING PERIODS OF SPRING BARLEY IN THE FSBSI “ARC “DONSKOY”

N. G. Chertkova, junior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4005-9771;

Yu. G. Skvortsova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

T. I. Firsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-0582-4124;

G. A. Filenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for primary seed production and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003

Agricultural Research Center “Donskoy”,

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

The current paper has presented the stages of variety changing and the results of four-year study (2016–2019) of spring barley varieties bred in different years by the farmers of the Center. The area occupied by spring barley in the Rostov region in 2016–2019 ranged from 315.12 to 406.41 thousand hectares, which was from 6.7 to 8.9% of the total arable land. The average productivity in the region for all the years studied was 2.3 t/ha, varying from year to year from 1.7 t/ha in the dry 2018 year to 2.8 t/ha in the most favorable 2017 year. The 2018 year was unfavorable in terms of climatic conditions, where the area under spring barley was almost 354 thousand hectares, and the gross yield was 601.8 thousand tons. The purpose of the work was to consider the periods of spring barley variety changing in primary seed production. The study was carried out on blackearth (chernozem) soils of the southern zone of the Rostov region at the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”. The varieties were sown in the spring at the time optimal for spring crops. The maximum productivity of many spring barley varieties in breeding plots exceeded 5.0 t/ha. In 2016–2019 in seed plots, there were sown such spring barley varieties as “Gris”, “Ratnik”, “Leon”, “Schedry”. The year of 2018 was unfavorable for these varieties, both in scientific departments and among agricultural producers in the Rostov region. The variety “Schedry” showed the lowest productivity (4.8 t/ha and 3.9 t/ha) and 1000 grain weight (45.0 g and 42.2 g) in both PIP-2 and OS-1. In the favorable year of 2017, the variety “Gris” showed the best results, namely 8.0 t/ha of productivity and 50.6 g of 1000 grain weight. The variety “Gris” was characterized with a stable high 1000 grain weight (on average 50 g) through all years. In different years the varieties “Ratnik” and “Leon” produced the best yields.

Keywords: spring barley, area of arable land, variety, gross yield, productivity, 1000 grain weight, variety changing.

Введение. Семеноводство – отрасль растениеводства, в задачу которой входит размножение семян, районированных и перспективных сортов сельскохозяйственных культур в количествах, необходимых

для производства, при сохранении высоких семенных, сортовых и урожайных свойств (Макрушин и др., 2012). Одной из основных зерновых культур после озимой пшеницы в Ростовской области является яровая ячмень. В настоящее время эта культура относится к числу наиболее распространенных колосовых культур в сельскохозяйственном производстве за счет короткого периода вегетации.

Ячмень относительно неприхотлив как в отношении почвы, так и климата. Зерно ярового ячменя

используют для приготовления продуктов питания (крупы), в кондитерской промышленности, в животноводстве, в пивоварении, в медицине (Донцова и др., 2016). Ростовская область относится к одному из ведущих регионов России по выращиванию ярового ячменя. Посевы ярового ячменя в 2016–2019 гг. занимали площадь от 315,12 до 406,41 тыс. га, что составляет от 6,7 до 8,9% ко всей площади пашни (табл. 1).

1. Посевная площадь и урожайность ярового ячменя в Ростовской области (2016–2019 гг.) **1. Sown area and spring barley productivity in the Rostov region (2016–2019)**

Год	Общая посевная площадь с.-х. культур	Площадь, занятая под яровым ячменем		Урожайность, т/га
		тыс. га	% ко всей площади	
2016	4528,66	406,41	8,9	2,5
2017	4538,14	376,64	8,3	2,8
2018	4641,03	353,99	7,6	1,7
2019	4695,04	315,12	6,7	2,3
Среднее	4600,7	363,04	7,9	2,3

Средняя урожайность по области за представленные годы составила 2,3 т/га, варьируя по годам от 1,7 т/га в засушливом 2018 г. до 2,8 т/га в наиболее благоприятном 2017 г. В 2018 г., неблагоприятном по климатическим условиям, площадь под яровым ячменем была почти 354 тыс. га, валовый сбор при этом составил 601,8 тыс. т, а в благоприятном 2019 г. посевная площадь была меньше на 39 тыс. га (315 тыс. га), но при этом отмечалось увеличение валового сбора до 724,5 тыс. т.

В последние годы наблюдается тенденция к снижению посевных площадей этой культуры не только в Ростовской области, но и в других регионах России. По нашему мнению, это связано с неблагоприятными климатическими условиями в весенний период (суховейные явления и засуха, возврат холодов и заморозки), что губительно влияет на продуктивность растений, а также за счет сокращения отрасли животноводства.

Проблема повышения урожайности остается актуальной. Чтобы повысить урожайность и оставить ее на высоком уровне, необходимо обеспечить внедрение в производство новых устойчивых к морозам и засухе сортов, обладающих высокой продуктивностью, качеством зерна, а также устойчивых к различным болезням. Правильное ведение семеноводства должно обеспечивать качественные показатели семенного материала у районированных сортов в различных почвенно-климатических условиях (Алабушев и др., 2016). Основной задачей семеноводства ярового ячменя является проведение своевременной и систематической сортоисменности и сортообновления новых районированных сортов, внесенных в реестр селекционных достижений, сохраняя при этом сортовую чистоту и обеспечение сельхозтоваропроизводителей качественным семенным материалом (Малько, 2004).

Материалы и методы исследований. Научные исследования проводили в 2016–2019 гг. на полях лаборатории первичного семеноводства и семеноведения ФГБНУ «АНЦ «Донской». Материалом для исследования послужили сорта ярового ячменя, выведенные в разные годы селекционерами центра. Технология выращивания – общепринятая для южной зоны Ростовской области. Посев осуществляли сеялкой ССФК-7 в оптимальные агротехнические сроки. Площадь учетной делянки – 10 м², повторность – трехкратная, предшествующий – черный пар. Исследования проводили на черноземе обыкновенном карбонатном тяжелосуглинистом со следующими

агрохимическими показателями пахотного слоя почвы: pH – 7,1; гумус – 3,5%; P₂O₅ – 20–25; K₂O – 300–350 мг/кг. Исследования осуществляли согласно общепринятой методике полевого опыта (Доспехов, 1985). Уборку делянок проводили при полном созревании зерна комбайном Wintersteiger Classic. Очистку семян осуществляли на семяочистительной машине Petkus K 531.

Характерной особенностью климата является обилие солнечного света и тепла при недостатке влаги. Преобладают ветра восточного и западного направления. Климатический режим в течение года существенно меняется, метеорологические сезоны года, как правило, не совсем совпадают с календарными. По климатическим условиям самым благоприятным за годы исследования был 2017 г.: количество осадков выпало 585,9 мм (при норме 582,4 мм) при относительной влажности воздуха 68,8% (норма – 73,0%). Неблагоприятным для ярового ячменя стал 2018 г.: осадков выпало 453,6 мм при относительной влажности воздуха 66,4%. Среднегодовая температура воздуха в среднем за 2016–2019 гг. составила от 10 до 12 °С.

Результаты и их обсуждение. Семеноводство – это отрасль растениеводства, связанная с размножением новых сортов сельскохозяйственных культур и реализующая достижения селекции в процессе размножения семян. Выбор лучших сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и ярового ячменя, является наиболее дешевым, доступным и быстрым способом повышения урожайности и валовых сборов зерна (Филиппов и др., 2017).

Внедрение новых сортов ярового ячменя в производство можно сгруппировать в несколько этапов сортоисменности. Сроки сортоисменности устанавливаются в зависимости от конкретных условий, складывающихся в зоне для данной культуры и ее биологических особенностей (табл. 2).

Таким образом, во все периоды сортоисменности в Ростовской области шла усиленная селекционная работа по яровому ячменю, а вместе с ней росла урожайность. За это время максимальная урожайность многих сортов ярового ячменя в благоприятные годы по климатическим условиям превышала 5,0 т/га. Урожайность росла за счет массы зерна с колоса и продуктивной кустистости растений, массы 1000 зерен, устойчивости к болезням и вредителям, засухоустойчивости и устойчивости к отрицательным температурам в весенний период и т. д. Селекционная

работа в лабораториях ФГБНУ «АНЦ «Донской» продолжается, на данный момент на государственное испытание передан сорт ярового ячменя Азимут,

а в 2020 г. в Госреестр РФ внесен среднеспелый сорт Формат.

2. Основные этапы сортосмены ярового ячменя 2. The main stages of spring barley variety changing

Годы сортосмены	Сортовой состав	Урожайность в селекционных питомниках, т/га
1971–1980	Зерноградский 73	3,8
1981–1990	Зерноградский 86, Тан-1, Зерноградский 385	4,0
1991–2000	Зерноградец 770, Маныч 459, Задонский 8, Зерноградский 813, Зерноградский 584, Приазовский 9, Зерноградский 244	4,4
2001–2010	Ратник, Сокол, Ясный, Тонус	4,5
2011–2019	Щедрый, Леон, Новик, Грис, Федос	4,6

При размножении семян в рядовых хозяйствах в течение ряда лет их сортовые и посевные качества ухудшаются в результате биологического или механического засорения, накопления болезней, передаваемых через семена. Снижаются и урожайные свойства в результате выращивания на низком агрофоне. Утрата семенами полезных свойств и признаков вызывает необходимость периодического сортообновления (Новиков и др., 2014). Для этого существуют научно-исследовательские институты, которые занимаются размножением оригинальных семян для получения элиты и суперэлиты, которую закупают сельхозтоваропроизводители, получившие дотацию на семена высоких репродукций от Министерства сельского хозяйства (Горячева, автореферат дис-

сертации кандидата сельскохозяйственных наук, 2007). Сроки обновления устанавливают в зависимости от конкретных условий, складывающихся в зоне для данной культуры, ее биологических особенностей. По зерновым культурам семена обновляются один раз в 3–4 года, однако сроки эти не являются строго обязательными (Ковтунов и др., 2014).

В Государственный реестр селекционных достижений РФ включено 215 сортов ярового ячменя. По Северо-Кавказскому региону допущено к использованию 24 сорта, в том числе и сорта ФГБНУ «АНЦ «Донской».

В 2016–2019 гг. в питомниках семеноводства высеивали такие сорта ярового ячменя, как Грис, Ратник, Леон, Щедрый (табл. 3).

3. Урожайность и сортовые качества семян ярового ячменя в семеноводческих питомниках (2016–2019 гг.)

3. Productivity and varietal qualities of spring barley seeds in seed plots (2016–2019)

Сорт	ПИП-2			ОС-1		
	Урожайность, т/га	Выход семян, %	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га	Выход семян, %	Масса 1000 семян, г
2016 г.						
Грис	5,2	65,0	47,3	4,0	67,0	46,3
Ратник	5,5	71,0	46,2	4,1	72,0	45,9
Леон	5,2	65,0	42,3	4,2	73,0	40,3
Щедрый	4,4	59,0	41,7	3,2	58,0	38,7
Среднее	5,1	65,0	44,4	3,9	67,5	42,8
2017 г.						
Щедрый	7,3	75,0	48,0	4,9	69,9	39,5
Грис	8,0	80,0	50,6	6,9	76,3	50,4
Леон	7,8	77,4	49,8	–	–	–
Ратник	7,6	78,0	50,3	–	–	–
Среднее	7,7	77,6	49,7	5,9	73,1	44,9
2018 г.						
Щедрый	4,8	77,3	45,0	3,9	68,2	42,2
Грис	5,2	85,3	47,0	3,8	80,6	47,2
Леон	5,0	88,9	45,5	–	–	–
Ратник	5,9	87,1	46,0	–	–	–
Среднее	5,2	84,6	45,9	3,9	74,4	44,7
2019 г.						
Грис	7,4	78,8	53,7	5,0	79,3	51,1
Щедрый	6,9	73,9	46,8	5,1	67,5	45,7
Леон	6,4	78,7	42,8	–	–	–
Ратник	6,5	80,6	48,8	–	–	–
Среднее	6,8	78,0	48,0	5,1	73,4	48,4

За годы размножения сортов ярового ячменя в первичном семеноводстве такие важные показатели, как урожайность и масса 1000 семян, менялись соответственно погодным условиям, складывающим-

ся в год выращивания. Неблагоприятным для этой культуры был 2018 г., причем как в научных подразделениях, так и у сельхозтоваропроизводителей Ростовской области. В этот год все изучаемые со-

рта были практически на одном уровне. Самую низкую урожайность (4,8 и 3,9 т/га) и массу 1000 семян (45,0 и 42,2 г) как в ПИП-2, так и в ОС-1 показал сорт Щедрый. В благоприятном 2017 г. лучше всех показал себя сорт Грис: урожайность составила 8,0 т/га, а масса 1000 семян – 50,6 г. Стабильно высокую массу 1000 зерен (в среднем 50 г) во все годы сохранял за собой сорт Грис. В разные годы по урожайности делились сорта Ратник и Леон.

Выводы. В результате проведенных исследований выявлено, что во все периоды сортосмены сорта утрачивают свои сортовые и посевные качества, поэтому необходимо их обновлять на более перспективные, высокоурожайные, устойчивые к различным болезням и погодным условиям. Максимальная урожайность у многих сортов ярового ячменя за это время превышала 5,0 т/га в благоприятные по климатическим условиям годы.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Горпиниченко С. И. Семеноводство сорго зернового в Ростовской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 50. С. 12–15.
2. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновая Е. А. Производство ячменя в мире и в России // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5(47). С. 7–13.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Ковтунов В. В., Горпиниченко С. И., Лушпина О. А. Анализ динамики сортосмены сорго зернового, сахарного и суданской травы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 3(33). С. 15–18.
5. Макрушин Н. М., Макрушин Е. М., Шабанов Р. Ю., Есоян Е. А., Черемха Б. М. Семеноводство (методология, теория, практика): учебник. 2-е изд., доп. и перераб. Симферополь: И. Т. «Ареал», 2012. 564 с.
6. Малько А. М. Сортовой и семенной контроль – состояние и перспективы развития // Семена АНРСК. 2004. № 16. С. 2–6.
7. Новиков В. А., Мухитов Л. А. Производство высококачественного материала – основа эффективности зернового хозяйства Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2(32). С. 24–26.
8. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Фирсова Т. И., Попов А. С., Копусь М. М. Новый сорт ярового ячменя Грис // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1(49). С. 17–20.

References

1. Alabushev A. V., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Gorpichenko S. I. Semenovodstvo sorgo zernovogo v Rostovskoy oblasti [Seed production of grain sorghum in the Rostov region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 50. S. 12–15.
2. Doncova A. A., Filippov E. G., Doncov D. P., Ternovaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i v Rossii [Production of barley in the world and in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5(47). S. 7–13.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Kovtunov V. V., Gorpichenko S. I., Lushpina O. A. Analiz dinamiki sortosmeny sorgo zernovogo, saharного i sudanskoy travy [Analysis of the variety changing dynamics of grain sorghum, sweet sorghum and Sudan grass] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 3(33). S. 15–18.
5. Makrushin N. M., Makrushin E. M., Shabanov R. Yu., Esayan E. A., Cheremha B. M. Semenovodstvo (metodologiya, teoriya, praktika) [Seed production (methodology, theory, practice)]: uchebnik. 2-e izd., dop. i pererab. Simferopol': I. T. "Areal", 2012. 564 s.
6. Mal'ko A. M. Sortovoj i semennoj kontrol' – sostoyanie i perspektivy razvitiya [Variety and seed control. The state and development prospects] // Semena ANRSK. 2004. № 16. S. 2–6.
7. Novikov V. A., Muhitov L. A. Proizvodstvo vysokachestvennogo materiala – osnova effektivnosti zernovogo hozyajstva Orenburgskoy oblasti [Production of high-quality material is the basis of the effective grain farming in the Orenburg region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 2(32). S. 24–26.
8. Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P., Firsova T. I., Popov A. S., Kopus' M. M. Novyj sort yarovogo yachmenya Gris [The new spring barley variety "Gris"] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 1(49). S. 17–20.

Поступила: 30.06.20; принята к публикации: 07.07.20.

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. Фирсова Т. И. – концептуализация исследования; Черткова Н. Г., Скворцова Ю. Г., Филенко Г. А. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Фирсова Т. И., Черткова Н. Г. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР И ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ СОРГО-СУДАНКОВЫХ ГИБРИДОВ

Е. А. Шишова, аспирант, техник-исследователь лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, e-mail: shischovae@yandex.ru ORCID ID: 0000-0002-7406-6622;

В. В. Ковтунов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, e-mail: kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

Н. А. Ковтунова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Сорго-суданковые гибриды благодаря высокой урожайности и пластичности имеют важное хозяйственное значение в укреплении кормовой базы. Гибриды существенно превышают лучшие сорта суданской травы как по урожайности, так и по качеству зеленой массы. В селекции сорго-суданковых гибридов основным направлением является создание высокоурожайных, различных по продолжительности вегетационного периода гибридов, отличающихся высоким качеством зеленой массы. Цель исследований заключалась в создании и оценке новых сорго-суданковых гибридов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Ростовской области. Исследования проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве объекта исследований использованы 14 сорго-суданковых гибридов и их родительские формы (5 ЦМС-линий: АПВ-1115, А-63, Зерста 90, Зерста 38, Княжна) и 3 высокоурожайных сорта (Светлопленчатая 2, ОД-8, Фиолетовопленчатая). В результате оценки по урожайности зеленой массы выделились гибриды Зерста 38 × ОД-8 (61,1 т/га), АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая (62,8 т/га), а также Зерста 38 × Фиолетовопленчатая (62,9 т/га), существенно превышающие стандарт Густолистный на 7,1–9,9 т/га. Кроме того, АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая характеризуется скороспелостью и высоким качеством зеленой массы.

Ключевые слова: суданская трава, ЦМС-линия, сорго-суданковый гибрид, гибридизация, урожайность, зеленая масса.

Для цитирования: Шишова Е. А., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А. Подбор родительских пар и изучение новых сорго-суданковых гибридов // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 65–68. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-65-68.



SELECTION OF PARENTAL PAIRS AND STUDY OF NEW SORGHUM-SUDAN HYBRIDS

E. A. Shishova, post graduate, research technician of the laboratory for feed sorghum breeding and seed production, shischovae@yandex.ru ORCID ID: 0000-0002-7406-6622;

V. V. Kovtunov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for feed sorghum breeding and seed production, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

N. A. Kovtunova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for feed sorghum breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

Sorghum-Sudan hybrids, due to their large productivity and adaptability are of great economic importance in improving the feed base. The hybrids significantly exceed the best Sudan grass varieties, both in productivity and quality of green mass. While breeding sorghum-Sudan hybrids, the main direction is the development of highly productive hybrids with different vegetation period, and with highly qualitative green mass. The purpose of the study was to develop and estimate the new sorghum-Sudan hybrids adapted to the soil and weather conditions of the Rostov region. The current study was carried out at the experimental plot of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2016–2019. The objects of the study were 14 sorghum-Sudan hybrids and their parental forms, namely 5 CMS lines ("APV-1115", "A-63", "Zersta 90", "Zersta 38", "Knyazhna") and 3 highly productive varieties ("Svetloplonchataya 2", "OD-8", "Fioletovoplionchataya"). When assessing green mass yields there have been identified the hybrids "Zerst 38 x OD-8" (61.1 t/ha), "APV-1115 x Fioletovoplionchataya" (62.8 t/ha), and "Zersta 38 x Fioletovoplionchataya" (62.9 t/ha), which have significantly exceeded the standard variety "Gustolistny" on 7.1–9.9 t/ha. In addition, the hybrid "APV-1115 x Fioletovoplionchataya" has been characterized with early maturity and highly qualitative green mass.

Keywords: Sudan grass, CMS-line, sorghum-Sudan hybrid, hybridization/crossing, productivity, green mass.

Введение. Благодаря высокой урожайности и пластичности сорго-суданковые гибриды имеют важное хозяйственное значение в укреплении кормовой базы (Болдырева, 2017; Шишова и др., 2019). Среди однолетних злаковых кормовых культур они имеют самую высокую регенерационную способность. За период вегетации 100–120 дней способны формировать до трех, а на орошении – до четырех укосов зеленой массы. Зеленую массу можно использовать на зеленый корм, сено, силос, сенаж. Гибриды способны существенно превышать лучшие сорта суданской травы как по урожайности зеленой массы (на 20–30%), так и по качеству корма (содержанию

сырого протеина). По морфологическим признакам такие гибриды представляют собой промежуточную форму между сорго и суданской травой (Даниленко и др., 2013). Кроме того, отмечено, что растения первого укоса сорго-суданковых гибридов в значительной степени отличаются по морфологическим признакам от исходных родительских форм. Так, по площади листовой поверхности они превосходят обоих родителей; по высоте растений – приближаются к отцовской форме (суданской траве); по толщине стебля, длине и ширине листьев – к материнской (сорго). Общая кустистость их заметно ниже, чем у суданской травы, но выше по сравнению с материнскими формами.

По продолжительности от всходов до начала выметывания сорго-суданковые гибриды более скороспелые или находятся на уровне отцовских форм. Поэтому при создании сорго-суданковых гибридов начальным и самым главным этапом является подбор родительских пар для гибридизации.

В селекции сорго-суданковых гибридов основным направлением является создание высокоурожайных, различных по продолжительности вегетационного периода гибридов, отличающихся высоким качеством зеленой массы.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ на 2020 г., включено 30 сорго-суданковых гибридов и 44 сорта суданской травы. На фоне явного преимущества сорго-суданковых гибридов по сравнению с сортами суданской травы их количество недостаточно. Причем порядка 46% внесенных в Госреестр гибридов созданы более 10 лет назад.

Цель исследований – создание и оценка новых сорго-суданковых гибридов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Ростовской области.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2016–2019 гг. на опытном поле лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской»), расположенного в Зерноградском районе Ростовской области.

В качестве объекта исследований использованы 14 сорго-суданковых гибридов и их родительские формы.

Посев опылителей и ЦМС-линий проводили на изолированных участках гибридизации в оптимальные сроки (при достижении температуры почвы 14–16 °C на глубине 10 см) ширококядным способом посева с междурядьем 70 см. В результате естествен-

ного переопыления были получены сорго-суданковые гибриды. Конкурсное испытание сорго-суданковых гибридов закладывалось ширококядным способом с междурядьем 70 см селекционной сеялкой Клен-4,2. Площадь делянки – 21 м², повторность – четырехкратная. Расположение делянок в опытах – систематическое. В качестве стандарта использовали сорго-суданковый гибрид Густолистный и сорт суданской травы Александрина. Предшественник – озимая пшеница.

Почвенный покров опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6%, пригодным для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе и сорго (Алабушев, 2008). Погодно-климатические условия в годы исследований были контрастными, ГТК варьировал от 0,30 в 2018 г. до 0,89 в 2016 г.

Статистический анализ полученных данных проведен по Б. А. Доспехову (2014) с использованием компьютерных программ Statistica 10 и Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Для получения сорго-суданковых гибридов была проведена оценка пяти ЦМС-линий: АПВ-1115, А-63, Зерста 90, Зерста 38, Княжна.

Использованные в гибридизации ЦМС-линии относятся к среднеранней и среднеспелой группам созревания. Период цветения у них совпадает с подобранными опылителями. ЦМС-линии отличаются от сортов суданской травы более мощными листьями (площадь листовой поверхности составляет 200–262 см²), высокой облиственность (10–12 шт.), низкорослостью (к фазе выметывания их высота достигает 140–165 см) и характеризуются урожайностью зеленой массы на уровне 13–18 т/га (табл. 1).

1. Характеристика ЦМС-линий сорго сахарного и зернового (2016–2019 гг.)

1. Characteristics of the CMS lines of sweet and grain sorghum (2016–2019)

ЦМС-линия	Период «всходы – выметывание», дней	Высота растений, см	Площадь листа, см ²	Количество листьев, шт.	Урожайность зеленой массы, т/га
АПВ-1115	51	160	233	10	16
А-63	56	140	262	12	18
Зерста 90	52	165	248	11	15
Зерста 38	51	146	200	11	13
Княжна	52	163	229	10	16
$\bar{x}$	52	155	234	11	16
S	2	11	23	1	2

В качестве опылителей подобрано 3 сорта, сочетающих раннеспелость и высокую урожайность зеленой массы. Продолжительность периода «всходы – выметывание» у них составляла 46–53 дня, высота растений в фазу выметывания достигала 190–201 см, площадь 3-го сверху листа – 151–201 см², на растении

формировалось по 9 листьев. Содержание сухого вещества у данных образцов варьирует от 18,6 до 21,6%; сырого протеина – 10,5–12,6%; урожайность зеленой массы – 32–38 т/га; сухого вещества – 6,3–7,0 т/га (табл. 2).

2. Характеристика сортов-опылителей суданской травы (2016–2019 гг.)

2. Characteristics of the pollinating Sudan grass varieties (2016–2019)

Образец	Период, дней		Высота растений, см	Площадь листа, см ²	Количество листьев, шт.	Содержание, %		Урожайность зеленой массы, т/га
	«всходы – 1-й укос»	«1–2-й укос»				сухого вещества	сырого протеина	
Александрина, ст.	58	51	180	230	9	19,1	12,3	33,2
Светлопленчатая 2	46	49	198	151	9	19,5	12,6	32,8
ОД-8	51	51	201	201	9	21,6	12,2	32,9
Фиолетовопленчатая	53	52	190	162	9	18,6	10,5	38,3
$\bar{x}$ по коллекции	49	47	155	163	8	19,5	11,1	24,7
S	5	5	35	39	1	1,7	1,5	0,5

В результате проведенной гибридизации на стерильной основе получено 14 сорго-суданковых гибридов. Для получения второго и третьего укосов большое значение имеет продолжительность периода от всходов до первого укоса. Чем короче этот период, тем больше возможностей для формирования полноценных последующих укосов, что особенно актуально в засушливые годы (Ковтунова, 2016; Шукис, 2006). Из 14 созданных и изученных гибридов по данному

признаку значительная доля (9 гибридов: Княжна × ОД-8, А 63 × Фиолетовопленчатая, А 63 × ОД-8, А 63 × Светлопленчатая 2, Зерста 90 × Светлопленчатая 2, Зерста 90 × ОД-8, АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая, Княжна × Фиолетовопленчатая, Зерста 90 × Фиолетовопленчатая) находилась на уровне стандарта Густолистный (54 дня). Первый укос у этих гибридов формировался за 51–59 дней, а для второго укоса необходимо 28–44 дня (табл. 3).

3. Характеристика новых сорго-суданковых гибридов (2018–2019 гг.) 3. Characteristics of the new sorghum-Sudan hybrids (2018–2019)

Гибрид	Период, дней		Высота растений, см	Площадь листа, см ²	Количество листьев, шт.	Содержание, %		Урожайность зеленой массы, т/га
	«всходы – 1-й укос»	«1–2-й укос»				сухого вещества	сырого протеина	
Густолистный, ст.	54	40	184,0	165,0	12	19,9	10,5	53,0
АПВ-1115 × Светлопленчатая 2	61	37	212,0	151,1	12	17,0	10,9	59,0
АПВ-1115 × ОД-8	63	34	155,0	195,2	12	18,8	11,6	57,9
АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая	56	39	175,5	255,1	11	19,3	11,7	62,8
Княжна × ОД-8	51	44	134,5	243,1	10	18,3	11,1	40,5
Княжна × Фиолетовопленчатая	57	38	128,5	227,6	9	19,8	11,2	45,4
Зерста 38 × Светлопленчатая 2	67	41	202,0	235,7	10	18,7	12,4	60,7
Зерста 38 × ОД-8	69	41	205,0	269,3	11	19,5	12,5	61,1
Зерста 38 × Фиолетовопленчатая	62	39	225,0	256,8	11	18,5	11,4	62,9
Зерста 90 × Светлопленчатая 2	54	39	148,0	143,2	10	18,9	10,8	42,1
Зерста 90 × ОД-8	56	28	160,0	143,6	11	17,0	10,6	41,9
Зерста 90 × Фиолетовопленчатая	59	38	187,0	170,1	12	19,6	11,3	59,9
А-63 × Светлопленчатая 2	55	40	148,0	127,2	10	21,0	9,8	47,7
А 63 × ОД-8	55	43	162,0	170,2	10	17,1	9,7	43,7
А-63 × Фиолетовопленчатая	54	39	171,0	156,3	11	17,1	13,4	47,2
$\bar{x}$	58	39	173,1	193,7	11	18,6	11,2	52,1
S/НСР ₀₅	5	4	29,0	49,0	1	1,2	1,0	5,2

Большое влияние на продуктивность кормовых культур, в том числе сорго-суданковых гибридов, оказывают площадь листовой поверхности и высота растений (Ковтунова и др., 2017; Ашиев и др., 2018; Костылев и др., 2018; Кривошеев и др., 2019). Созданные гибриды характеризовались высотой растений от 134,5 до 225,0 см и площадью листа от 143,2 до 256,8 см². При этом у стандарта Густолистный высота растения составляла 165,0 см, а площадь 3-го листа – 165,0 см². Гибриды АПВ-1115 × ОД-8, Княжна × Фиолетовопленчатая, Зерста 38 × Светлопленчатая 2, Княжна × ОД-8, АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая, Зерста 38 × Фиолетовопленчатая и Зерста 38 × ОД-8 формировали площадь листа (195,2–269,3 см²) значительно выше, чем у стандарта Густолистный (165,0 см²).

Результирующим признаком является урожайность зеленой массы, которая у новых гибридов составила 41,9–62,9 т/га. Более 60 т/га урожайность зеленой массы отмечена у гибридов Зерста 38 × ОД-8 (61,1 т/га), АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая (62,8 т/га), а также у Зерста 38 × Фиолетовопленчатая (62,9 т/га). Среди этих гибридов наиболее скороспелым и находящимся на уровне стандарта по периоду

вегетации является АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая («всходы – 1-й укос» – 56 дней; «1–2-й укос» – 39 дней).

Большое значение имеет качество зеленой массы. Новые гибриды содержали 17,0–21,0% сухого вещества и 9,7–13,4% сырого протеина. По содержанию сухого вещества 50% созданных гибридов находились на уровне стандарта Густолистный (19,9%), а остальные значительно ниже его. По признаку «содержание сырого протеина» существенное превышение над гибридом Густолистный (10,5%) проявилось у гибридов АПВ-1115 × ОД-8 (11,6%), АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая (11,7%), Зерста 38 × Светлопленчатая 2 (12,4%), Зерста 38 × ОД-8 (12,5%), А 63 × Фиолетовопленчатая (13,4%).

Выводы. В результате проведенной гибридизации и последующей оценки выделены гибриды Зерста 38 × ОД-8 (61,1 т/га), АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая (62,8 т/га), а также Зерста 38 × Фиолетовопленчатая (62,9 т/га), существенно превышающие по урожайности зеленой массы стандарт Густолистный (53,0 т/га). Кроме того, гибрид АПВ-1115 × Фиолетовопленчатая характеризовался скороспелостью и высоким качеством зеленой массы.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Коломийцев Н. Н., Лысенко И. Н., Пахайло А. И., Филиппов Е. Г., Щербakov В. И., Янковский Н. Г. Южно-Российские технологии ячменя. Ростов н/Д.: Terra Принт, 2008. 272 с.
2. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Костылев П. И., Игнатьева Н. Г. Изучение генетического потенциала сортообразцов гороха разных морфотипов в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 47–52.
3. 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.
4. Даниленко Ю. П., Зибаров А. А., Володин А. Б. Сахарное сорго и сорго-суданковые гибриды в Нижнем Поволжье // Земледелие. 2013. № 2. С. 33–34.
5. 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.
6. Ковтунова Н. А. Биологические особенности роста и развития суданской травы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 6. С. 48–51.
7. Ковтунова Н. А., Володин А. Б., Ковтунов В. В. Гетерозис в селекции сахарного сорго // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1(49). С. 11–17.
8. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Костылева Л. М., Галаян А. Г. Анализ элементов структуры урожайности и других количественных признаков у образцов риса // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-12-17.
9. 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.
10. 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.
11. Шукис Е. Р. Особенности селекции суданской травы в Алтайском крае // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2006. № 7. С. 29–37.

References

1. Alabushev A. V., Kolomijcev N. N., Lysenko I. N., Pahajlo A. I., Filippov E. G., Shcherbakov V. I., Yankovskij N. G. Yuzhno-Rossiiskie tekhnologii yachmenya [South-Russian technologies of barley]. Rostov n/D.: Terra Print, 2008. 272 s.
2. Ashiev A. R., Habibullin K. N., Kostylev P. I., Ignat'eva N. G. Izuchenie geneticheskogo potentsiala sortoobrazcov goroha raznyh morfotipov v usloviyah Rostovskoj oblasti [The study of the genetic potential of pea varieties of different morphotypes in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 47–52.
3. 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.
4. 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.
5. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]: 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.
6. Kovtunova N. A. Biologicheskie osobennosti rosta i razvitiya sudanskoj travy [Biological traits of the growth and development of the Sudan grass] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30, № 6. S. 48–51.
7. Kovtunova N. A., Volodin A. B., Kovtunov V. V. Geterozis v selekcii saharnogo sorgo [Heterosis in sweet sorghum breeding] // Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2017. № 1(49). S. 11–17.
8. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Kostyleva L. M., Galayan A. G. Analiz elementov struktury urozhajnosti i drugih kolichestvennyh priznakov u obrazcov risa [The analysis of the yield structure elements and other quantitative traits in the rice samples] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-12-17.
9. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A. Podbor iskhodnogo materiala dlya razlichnyh napravlenij selekcii kukuruzy na osnove mnogokriterial'noj ocenki [Selection of initial material for various directions of maize breeding based on multi-criteria assessment] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 3(63). S. 44–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-44-47.
10. 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.
11. Shukis E. R. Osobennosti selekcii sudanskoj travy v Altajskom krae [Features of Sudanese grass breeding in the Altai Territory] // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2006. № 7. S. 29–37.

Поступила: 31.05.20; принята к публикации: 07.07.20.

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. Шишова Е. А. – выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи; Ковтунов В. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Ковтунова Н. А. – концептуализация исследований, подготовка опыта.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.11:632.4

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-69-76

ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЕ (ВОЗБУДИТЕЛЬ *PUCCINIA STRIFORMIS* WEST.) СРЕДИ СЕЛЕКЦИОННОГО И КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

Г. В. Волкова¹, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией иммунитета зерновых культур к грибным болезням, galvol.bpp@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3696-2610;

И. П. Матвеева¹, аспирант, научный сотрудник лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням, i.matveeva14@yandex.ru, ORCID 0000-0002-8696-5350;

Т. Г. Дерова², ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

Н. В. Шишкин², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

Д. М. Марченко², кандидат сельскохозяйственных наук, и. о. зам. директора по селекции и семеноводству, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903

¹ФГБНУ «Всероссийский НИИ биологической защиты растений», 350039, г. Краснодар, п/о 39; e-mail: vniibzr@mail.ru;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты совместных многолетних иммунологических исследований сортов и селекционных линий озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» к северокавказской популяции возбудителя желтой ржавчины, проведенные при искусственном заражении в различных агроэкологических условиях (г. Зерноград, Ростовская область – ФГБНУ «АНЦ «Донской» и г. Краснодар – ФГБНУ «ВНИИБЗР»). Желтая ржавчина (возбудитель *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* West.) является опасным заболеванием пшеницы во всех регионах мира, возделывающих зерно, в том числе и на юге России. В годы с благоприятными условиями потери урожая пшеницы от данного патогена могут достигать 70–100%. Одним из наиболее эффективных методов защиты пшеницы является выращивание устойчивых к патогену сортов. Для их создания необходим регулярный скрининг источников устойчивости среди сортов и линий пшеницы различной селекции. В условиях полевых стационаров ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2014–2016 гг.) и ФГБНУ «ВНИИБЗР» (2017–2019 гг.) на искусственных инфекционных фонах *P. striiformis* прошли испытание селекционные и коллекционные сорта и сортообразцы пшеницы, созданные в отделе селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». На протяжении 40 последних лет донские селекционеры, привлекая различные источники и доноры устойчивости, создавали сорта пшеницы с высокой устойчивостью к основным болезням, в том числе и к желтой ржавчине. Это сорта Донская безостая, Дон 85, Донщина, Колос Дона, Зерноградка 8, Дон 93, Дон 95, Донской маяк и др. В результате проведенных исследований в различных агроклиматических зонах среди изученного материала установлена высокая доля (от 52,0 до 87,3%) устойчивых к желтой ржавчине сортов и сортообразцов. Высокую устойчивость, по многолетним данным, проявляют сорта озимой мягкой пшеницы Вольница, Изюминка, Краса Дона, Лидия, Находка, Шеф, Юбилей Дона, Этюд и др., среди озимой твердой пшеницы – Золото Дона, Лакомка, Усада и др.

Ключевые слова: пшеница, сорта, желтая ржавчина, *Puccinia striiformis*, источники устойчивости.

Для цитирования: Волкова Г. В., Матвеева И. П., Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Марченко Д. М. Источники устойчивости к желтой ржавчине (возбудитель *Puccinia striiformis* West.) среди селекционного и коллекционного материала озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 69–73. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-69-76.



THE SOURCES OF YELLOW RUST RESISTANCE (THE CAUSATIVE AGENT *PUCCINIA STRIFORMIS* WEST.) AMONG THE BREEDING AND COLLECTION MATERIAL OF WINTER WHEAT DEVELOPED IN THE FSBSI “ARC “DONSKOY”

G. V. Volkova¹, Candidate of Biological Sciences, main researcher, head of the laboratory for grain crop immunity to fungi diseases, galvol.bpp@yandex.ru, ORCID 0000-0002-3696-2610;

I. P. Matveeva¹, post graduate, researcher of the laboratory for grain crop immunity to fungi diseases, i.matveeva14@yandex.ru, ORCID 0000-0002-8696-5350;

T. G. Derova², leading researcher of the laboratory for immunity and protection of plants, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

N. V. Shishkin², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for immunity and protection of plants, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

D. M. Marchenko², Candidate of Agricultural Sciences, acting deputy director on breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903

¹FSBSI “All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants”, 350039, Krasnodar, p/o 39; e-mail: vniibzr@mail.ru;

²FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”, 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the results of joint long-term immunological study of winter wheat varieties and lines of the FSBSI “ARC “Donskoy” to the North Caucasian population of the yellow rust pathogen. The study was carried out under artificial in-

fection in various agro-ecological conditions (FSBSI "ARC "Donskoy" in Zernograd, Rostov Region and FSBSI "All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants" in Krasnodar). Yellow rust (the causative agent *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* West.) is a dangerous wheat disease in all regions of the world that cultivate grain, including in the south of Russia. In years with favorable conditions, the wheat yield loss caused by this pathogen can reach 70–100%. One of the most effective methods to protect wheat is the cultivation of pathogen-resistant varieties. To develop them, there is a great necessity in a regular screening of resistance sources among wheat varieties and lines of various breeding. In the conditions of field plots the FSBSI "ARC "Donskoy" (2014–2016) and the FSBSI "All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants" (2017–2019) on artificial infectious backgrounds of *P. striiformis* there were tested the breeding and collection wheat varieties and variety-samples developed by the researcher of the department of winter wheat breeding and seed production of the FSBSI "ARC "Donskoy". Over the past 40 years, the Don breeders, attracting various sources and donors of resistance, have developed such wheat varieties with high resistance to major diseases, including yellow rust, as "Donskaya bezostaya", "Don 85", "Donshchina", "Kolos Dona", "Zernogradka 8", "Don 93", "Don 95", "Donskoy Mayak", etc. As a result of the studies conducted in various agroclimatic zones, among the studied material, there has been established a high percentage (from 52.0 to 87.3) of varieties and variety-samples resistant to yellow rust. According to long-term data, the winter bread wheat varieties "Volnitsa", "Izyuminka", "Krasa Dona", "Lidiya", "Nakhodka", "Shef", "Yubiley Dona", "Etud" and the winter durum wheat varieties "Zoloto Don", "Lakomka", "Uslada" have shown a great resistance to the disease.

Keywords: wheat, variety, yellow rust, *Puccinia striiformis*, sources of resistance.

Введение. Пшеница представляет примерно 19% мирового рынка и имеет важное экономическое и продовольственное значение, уступая по структуре посевных площадей лишь рису, тростнику и кукурузе (FAOSTAT, 2019). Ростовская область является одним из основных производителей продовольственного зерна в России, где в последние годы (2015–2019 гг.), по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области, посевные площади под озимой пшеницей составляют 2,3–2,7 млн га при средней урожайности 3,76 т/га. Среди неблагоприятных биотических факторов, влияющих на величину урожая культуры, особое место принадлежит грибным болезням.

Желтая ржавчина пшеницы (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) – опасное заболевание, широко распространенное во всех регионах, возделывающих зерно, в том числе и в России. Согласно данным фитосанитарного мониторинга Россельхозцентра (2017–2019 гг.), патоген встречался в Северо-Кавказском федеральном округе (Республика Кабардино-Балкария, Ставропольский край) с максимальным развитием 1,5% и распространением 9%. Условия Южного федерального округа являются для желтой ржавчины наиболее предпочтительными. Здесь максимальное развитие заболевания достигало 15% с максимальным распространением до 40% в Шовгеновском районе Республики Адыгея (Говоров и др., 2018).

По результатам маршрутных обследований сотрудников лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням ФГБНУ «ВНИИБЗР», наиболее часто желтую ржавчину в фазу молочной спелости пшеницы отмечали в южной предгорной и централь-

ной агроклиматических зонах со средней степенью развития 3,5% (Матвеева и Волкова, 2019).

При благоприятных условиях (пониженных температурах +16...+18 °C и высокой влажности 80–100%) на восприимчивых сортах потери урожая могут составлять от 70 до 100% (Chen, 2005). Патоген поражает листовое влагалище, лист, колосковые чешуи и ости растения-хозяина, повышает интенсивность дыхания и транспирацию, снижает площадь фотосинтетической поверхности и интенсивность накопления пластических веществ в растении. Характерным симптомом желтой ржавчины является образование на листьях и других пораженных частях растения мелких лимонно-желтых порошащих подушечек (урединопустул), располагающихся продольными рядами.

Пораженные ткани хлоротичны. В конце вегетации под влиянием стрессовых факторов (повышенные температуры, низкая влажность, отсутствие осадков) наряду с желтыми урединопустулами появляются и черные телеитопустулы, расположенные также линейными рядами и прикрытые эпидермисом (рис. 1) (Zhao, 2013).

Высокая степень заражения пшеницы желтой ржавчиной приводит к формированию некачественного и нетоварного зерна.

Общеизвестно, что одним из наиболее эффективных методов борьбы с данным заболеванием является использование устойчивых сортов (Волкова, 2019). Однако благодаря высокой вредоносности, изменчивости структуры популяции с образованием новых физиологических рас *P. striiformis* она может быть утрачена в течение 3–4 лет (Chen, 2005).



Рис. 1. Пшеница, пораженная желтой ржавчиной (*Puccinia striiformis*). Слева направо: пораженное растение в поле (ориг.); лист с урединопустулами (ориг.); внешний вид урединопустул, урединоспоры

Fig. 1. Wheat infected with yellow rust (*Puccinia striiformis*). Left to right: infected plant in the field (orig.); a leaf with urediniopustula (orig.); appearance of urediniopustula, urediniospores

Изучение устойчивости сорта к фитопатогенам с целью сохранения урожая и поиска новых доноров устойчивости – одно из важнейших направлений современных научных исследований (Chen, 2005).

Засушливые климатические условия Ростовской области в зоне деятельности ФГБНУ «АНЦ «Донской»

в отдельные годы не способствуют получению полноценных характеристик сортов по устойчивости к листовым болезням. Необходимо изучение части селекционного материала в экологических условиях, приближенных к оптимальным для патогенов. В рамках многолетнего творческого сотрудничества

с коллективом сотрудников лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням ФГБНУ «ВНИИБЗР» (г. Краснодар) проводится ряд совместных исследований по изучению фитоустойчивости, обмен спорным материалом, написание научных работ. Климатические (высокая влажность воздуха) и экологические (близость предгорного рельефа и мест первичного произрастания пшеницы) условия Краснодарского края способствуют ежегодному развитию листовых болезней пшеницы. Поэтому целью исследований, представленных в данной статье, стал поиск источников устойчивости к северокавказской популяции *P. striiformis* среди селекционных и коллекционных сортообразцов озимой мягкой и твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований. Исследования, проведенные в Ростовской области. Полевые эксперименты в ФГБНУ «АНЦ «Донской» проводили на опытном поле лаборатории иммунитета и защиты растений.

Лимитирующими факторами развития желтой ржавчины на Нижнем Дону являются низкая влажность воздуха и высокие показатели температуры в мае – июне. Осадки в основные фазы развития болезни на пшенице – трубкование, колошение и цветение (апрель, май, июнь) в годы исследований выпадали неравномерно. Наиболее благоприятные условия в годы испытаний для развития желтой ржавчины пше-

ницы сложились в 2014–2015 гг.: они характеризовались наличием высокой влажности воздуха и средним температурным режимом на протяжении развития заболевания. Восприимчивые сорта при этом поражались на 100%. Погодные условия 2016 г. были менее благоприятными из-за температур воздуха, превышающих средние многолетние показатели в мае и июне и сдерживающих дальнейшее развитие патогена.

Объектом исследования были сорта и сортообразцы отдела озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» и сорта межстанционного сортоиспытания различных селекционных учреждений Российской Федерации, а также стран ближнего и дальнего зарубежья. Селекционный материал отдела озимой пшеницы был представлен сортами для интенсивных и полунтенсивных технологий возделывания озимой пшеницы.

Для заражения делянок использовали споры северокавказской популяции возбудителя желтой ржавчины. Семена высевали делянками в два ряда длиной 1 м с нормой посева 60 зерен на 1 пог. м. Образцы располагали в ярусы, которые размещали перпендикулярно направлению господствующих в период вегетации растений ветров. Вдоль каждого яруса высевали 1 ряд смеси восприимчивых к желтой ржавчине сортов, а сорта-накопители – через каждые 20 сортов в ярусах (рис. 2).



Рис. 2. Инфекционный фон по желтой ржавчине в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Слева направо, сверху: схема посева питомника (ориг.), искусственное заражение растений пшеницы (ориг.); внизу: сбор и хранение спорного материала (ориг.), опрыскивание делянок в вечернее время (ориг.)

Fig. 2. Infectious background for yellow rust in the FSBSI "ARC "Donskoy". From left to right, above: a plot sowing scheme (orig.), artificial infection of wheat (orig.); below: harvesting and storage of spore material (orig.), spraying of plots in the evening (orig.)

Заражение растений проводили весной в фазу начала трубкования растений пшеницы при температуре воздуха 8–12 °С. Растения инокулировали смесью урединиоспор с тальком в вечернее время под росу или после дождя. Для усиления развития желтой ржавчины в засушливые периоды производили опрыскивание делянок в вечернее время чистой водой

с помощью навесного опрыскивателя. Отбор устойчивых сортов производили по фенотипу, определяя степень поражения растений пшеницы желтой ржавчиной по шкале Петерсона с соавторами (Бабаянц и др., 1988).

Исследования, проведенные в Краснодарском крае. Условия вегетационных сезонов 2017–2019 гг.

для развития желтой ржавчины пшеницы в центральной зоне Краснодарского края складывались благоприятно. Весенний период характеризовался продолжительностью пониженных температур ($+16...+20^{\circ}\text{C}$) и высокой влажностью (60–80%), что соответствует условиям, оптимальным для развития *P. striiformis*

(рис. 3). Первые признаки поражения на искусственном инфекционном фоне наблюдались уже в 3-й декаде марта. Пик активного развития патогена отмечен в середине апреля. В конце 3-й декады мая из-за высоких температур патоген переходил в стадию сохранения (телиостадию).

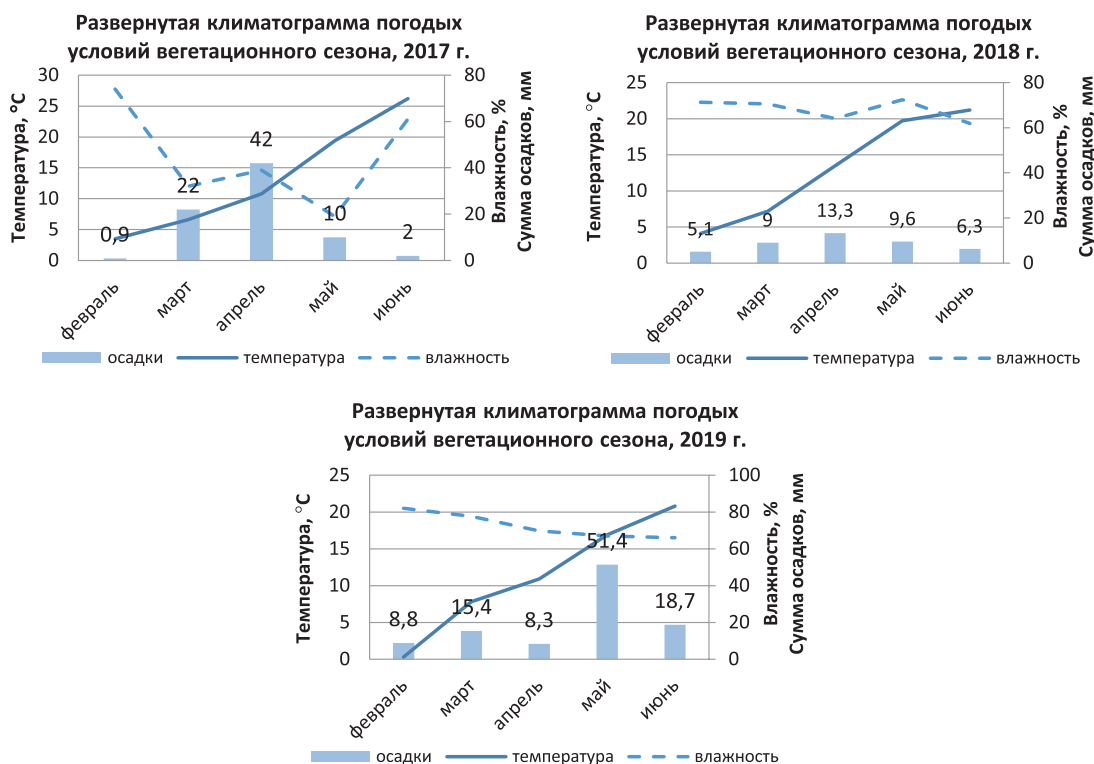


Рис. 3. Климатограммы погодных условий вегетационных сезонов 2017–2019 гг. (Метеостанция ФГБНУ «ВНИИБЗР», г. Краснодар)

Fig. 3. Climatograms of weather conditions of the growing seasons in 2017–2019 (Weather station of the FSBSI «ARRIBPP» in Krasnodar)

Для проведения исследований были использованы 92 коллекционных сортообразца озимой мягкой и твердой пшеницы, полученных на изучение из трех лабораторий ФГБНУ «АНЦ «Донской»: селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа (6 сортообразцов); селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа (23 сортообразца); селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы (63 сортообразца). Контролем по восприимчивости к патогену послужил сорт Кав.

Иммунологическую оценку сортообразцов к *P. striiformis* проводили в условиях полевого стационара на искусственном инфекционном фоне. Для его создания использовали споры материала желтой ржавчины из БРК «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» ФГБНУ «ВНИИБЗР». Коллекционные сортообразцы высевали рядками по 3 пог. м, располагая в трехкратной повторности с нормой высева 20 г зерен на 1 м. Восприимчивый сорт-накопитель высевали через каждые 10 рядков. Для инокуляции растений желтой ржавчиной использовали спорово-тальковую смесь в соотношении 1 : 100 при концентрации 10 мг спор/м² (Анпилогова и Волкова, 2000). Учет проводили в период максимального развития болезни (2-я декада мая). Параметрами оценки сортообразцов на устойчивость к *P. striiformis* были:

1) тип реакции растений на заражение патогеном – в баллах от 1 (абсолютно иммунный) до 4 (по шкале Gassner und Streib, 1934);

2) степень поражения растений – в процентах (по шкале Kobb) (Бабаянц, 1988).

Результаты и их обсуждение. Селекционеры ФГБНУ «АНЦ «Донской» на протяжении последних 40 лет создавали сорта озимой пшеницы с высокой устойчивостью к комплексу основных болезней, в том числе и желтой ржавчине (Дерова и др., 2015). Для повышения устойчивости озимой пшеницы к желтой ржавчине в 60–70-е гг. прошлого столетия в гибридной селекции использовали устойчивые в тот период сорта Краснодарская 6, Скороспелка 36, Херсонская 86, Херсонская 552, Ловрин 34 и др. Сорта, созданные с их участием, были высокоустойчивыми (поражение на инфекционных фонах не превышало 0–5%). Это сорта Донская безостая, Зерноградка 2, Зерноградка 3, Урожайная и др., которые широко возделывались в Ростовской области, повышая урожаи пшеницы и сдерживая распространение заболевания на посевах.

В начале 80-х гг. были вовлечены в скрещивание доноры короткостебельности: югославские сорта Сава, Дрина, Златна Долина и болгарский сорт Русалка. Эти сорта проявляли высокую устойчивость к желтой ржавчине, а сорта, созданные с их участием (Дон 85, Донщина, Колос Дона, Зерноградка 8, Дон 93, Дон 95, Донской маяк), генетически расширили и дополнили генетическую защиту от возбудителя (Прищепов и др., 2002).

В последние 15 лет для создания устойчивых к желтой ржавчине сортов в скрещивания привлека-

ли как местные сорта, сохраняющие высокую устойчивость, так и выделенные сорта других селекционных учреждений и коллекции ВИР: Дарунок, Замена, Мироновская 27, Сутеска, Полеская 90, Половчанка, Уманка, Фортуна. Большая часть сортов озимой пшеницы донской селекции, созданных на протяжении длительного периода, характеризуются высокими иммунологическими показателями к желтой ржавчине (рис. 4).

Анализируя рисунок, следует отметить, что с 1998 по 2007 г. в Ростовской области из-за сложностей наработки спорного материала и депрессивно-

го состояния возбудителя желтой ржавчины оценки на инфекционном фоне не проводились, селекционный материал оценивался в условиях естественного развития болезни. На рисунке 4 прослеживается некоторое снижение в этот период иммунологических показателей сортов.

В последние годы выросла частота возникновения желтой ржавчины на юге России, что обусловлено возделыванием восприимчивых и частично восприимчивых сортов, изменением климатических особенностей, заносом инфекции с сопредельных территорий (Шумилов и Волкова, 2013).



Рис. 4. Распределение (%) сортов озимой пшеницы, созданных в ФГБНУ «АНЦ «Донской», с различными уровнями устойчивости к желтой ржавчине

Fig. 4. Distribution (%) of winter wheat varieties, developed in the FSBSI "ARC "Donskoy" with different degrees of yellow rust resistance

С 2008 г. возобновлена оценка восприимчивости селекционного материала озимой пшеницы к желтой ржавчине в условиях искусственного заражения. Были протестированы сорта, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в предыдущий период. Часть сортов (около 35%), проявлявшие ранее высокую устойчивость (степень поражения 0–5%), характеризовались уже как слабо восприимчивые (15–30%). Сохранили высокую устойчивость к популяции возбудителя желтой ржавчины районированные в различные годы и широко используемые в производстве сорта Донская без-

остая (1978 г. передачи), Дон 85 (1985), Колос Дона (1987), Дон 93 (1993), Дон 95 (1995), Донской маяк (1997), Ростовчанка 5 (2005), Дон 107 (2006) и др. Эти сорта, обладая высокой комбинационной способностью, являются исходным материалом по устойчивости к желтой ржавчине и используются в гибридологических схемах.

На жестких инфекционных фонах (восприимчивый тест-сорт поражен на 60–100%) проявляют высокую устойчивость сорта, созданные в последние годы (табл. 1).

1. Устойчивость к желтой ржавчине сортов и сортообразцов озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2014–2015 гг.)

1. Yellow rust resistance of the winter bread wheat varieties and variety-samples developed in the FSBSI "ARC "Donskoy" (2014–2015)

Сорт	Поражение желтой ржавчиной, %		Селекционные сортообразцы	Поражение желтой ржавчиной, %	
	2014 г.	2015 г.		2014 г.	2015 г.
Вольный Дон	10–15	5–10	1401/09	0–5	0–5
Краса Дона	5–10	0–5	1127/10	5–10	5–10
Находка	0–5	0–5	260/09	0–5	5–10
Этюд	0–5	0–5	595/13	–	0–5
Шеф	0–5	0–5	791/13	–	0–5
Нива Дона	–	0–5	1159/13	–	0
Полина	0–5	0–5	1232/13	–	0–5
Донская степь	5–10	0–5	237/13	–	0–5
Вольница	5–10	0–5	1308/13	–	0
Восприимчивый тест-сорт	100	60–80	Восприимчивый тест-сорт	100	60–80

Все сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущены к использованию в производстве.

На всех этапах селекции мягкой пшеницы для интенсивных и полунинтенсивных технологий изучается гибридный материал, созданный с привлечением источников устойчивости, и на последних этапах селекции высокоустойчивые к желтой ржавчине сортообразцы составляют от 43 до 52% по различным питомникам. Характеристика части образцов представлена в таблице 1. Как и созданные сорта, это высокоурожайные образцы с высокой морозостойкостью, засухоустойчивостью и высоким качеством зерна. Кроме устойчивости к желтой ржавчине, они устойчивы к ряду основных болезней, распространенных в рекомендуемых зонах возделывания.

Чем больше и разнообразнее источников устойчивости включается в селекционный процесс, тем больше вероятность получить сорта озимой пшеницы с обогащенным генофондом и с групповой устойчивостью к ряду заболеваний (Иванисов и др., 2019).

В лаборатории иммунитета на полевых инфекционных фонах к основным болезням ежегодно проводится оценка 120–140 сортов межстанционного сортоиспытания озимой мягкой пшеницы, в том числе и к желтой ржавчине. Доля устойчивых сортов среди них в различные годы варьирует от 39 до 45%. Определенную ценность для донских селекционеров представляют российские и зарубежные сорта, испытанные к местной северокавказской популяции и проявившие устойчивость к возбудителю (табл. 2).

2. Реакция сортов озимой пшеницы межстанционного сортоиспытания на заражение желтой ржавчиной, ФГБНУ «АНЦ «Донской», инфекционный фон (2014–2015 гг.)
2. Response of the winter wheat varieties of inter-station variety testing to yellow rust infection, the FSBSI «ARC «Donskoy», infectious background (2014–2015)

Сорт	Происхождение	Поражение желтой ржавчиной, %		Сорт	Происхождение	Поражение желтой ржавчиной, %	
		2014 г.	2015 г.			2014 г.	2015 г.
Магия	Россия	5–10	5–10	Бомбус	Германия	0	0
Донна	Россия	0–5	0–5	Риги	Германия	0	0
Санта	Россия	0–5	0	Со 919	Франция	0–5	0
Поэма	Россия	0–5	0–5	Со 1044	Франция	0–5	0
Лира	Россия	0–5	0	Altigo	Франция	0–5	0
Феония	Россия	0–5	0	Фиделиус	Австрия	0–5	0
Трио	Россия	0	0	Перемога	Украина	0–5	0–5
Доля	Россия	0	0	ГК-654	Украина	0–5	0–5
Адель	Россия	0	0	ГК-784/1	Украина	0–5	5–10
Восприимчивый тест-сорт	Россия	100	60–80	Восприимчивый тест-сорт	Россия	100	60–80

Часть представленных сортов сочетают в генотипе наряду с устойчивостью к желтой ржавчине ряд других хозяйственно ценных признаков и свойств, что, несомненно, повышает селекционную привлекательность выявленных источников.

Среди селекционного материала и созданных сортов озимой твердой пшеницы по различным питомникам выявлено значительное количество высокоустойчивых образцов. Так, в питомниках конкурсных сортоиспытаний в 2014 г. таких было 58,7%, в 2015 г. – 61,1%. Высокую устойчивость проявляют сорта Амазонка, Агат донской, Диона, Киприда, Кристелла, Лазурит, Оникс, Юбилярка, Яхонт, которые внесены в Госреестр и рекомендуются к использованию в производстве, а также сорт Золото Дона (переданный на государственное изучение) и селекционные образцы 561/10, 521/11, 737/11, 840/12, 377/12, 683/12, 747/13 и др.

По результатам изучения, отобранные 92 сорта и сортообразца (29 озимой мягкой и 63 озимой твердой пшеницы) были переданы в ФГБНУ «ВНИИБЗР» для дальнейшего изучения в агроклиматических условиях Краснодарского края. В результате трех лет изучения были выявлены 70 источников устойчивости к желтой ржавчине (рис. 5).

Установлено, что среди сортообразцов озимой твердой пшеницы 87,3% относятся к устойчивым (55 сортообразцов), в том числе 15 сортообразцов – к категории абсолютно устойчивых, поскольку в условиях инфекционного фона с развитием заболевания на контроле по восприимчивости до 100% не поразились желтой ржавчиной новые сорта, проходящие государственное сортоиспытание, Лакомка и Золото Дона и сортообразцы 533/14, 605/14, 784/14, 502/15, 597/15, 663/15, 694/15, 713/15, 730/15, 986/15, 370/10, 737/11, 993/12.

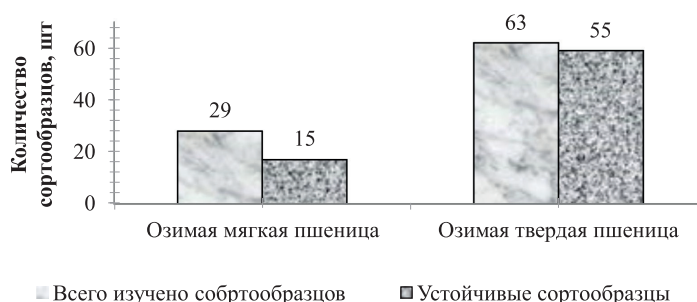


Рис. 5. Количество устойчивых к *P. striiformis* сортообразцов пшеницы из числа изученных в эксперименте ФГБНУ «ВНИИБЗР» (2017–2019 гг.)

Fig. 5. The number of wheat variety samples resistant to *P. striiformis* among those studied in the trial, the FSBSI "ARRIBPP" (2017–2019)

Устойчивую реакцию к желтой ржавчине (тип – 1 балл, степень поражения – до 5%) среди озимой твердой пшеницы проявили также новый сорт Услава, находящийся в ГСУ, и 39 сортообразцов из конкурсных сортоиспытаний: 484/14, 627/14, 465/15, 492/15, 515/15, 524/14, 528/15, 543/15, 550/15, 588/15, 611/15, 631/15, 681/15, 721/15, 742/15, 753/15, 787/15, 808/15, 820/15, 865/15, 876/15, 907/15, 920/15, 961/15, 966/15, 973/15, 979/15, 1035/15, 1040/15, 1048/15, 1069/15, 1084/15, 561/10, 776/10, 840/12, 242/13, 353/13, 417/13, 531/13.

Умеренно восприимчивый тип реакции (1,2 балла) со степенью поражения 5% проявил один сортообразец – 546/15. Семь сортообразцов с типом реакции 3 балла и степенью поражения 10% и более были отнесены к категории восприимчивых: Алмаз Дона (537/15), 869/14, 913/14, 693/15, 773/15, 1014/15, 537/11.

Среди сортообразцов озимой мягкой пшеницы, полученных из лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, были выявлены три устойчивых сортообразца – 718/13, 791/13, Нива Дона (1118/13) и три восприимчивых – 134/11, 1430/12, 101/13.

Из 23 сортообразцов, представленных на изучение лабораторией селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, выявлен один абсолютно устойчивый сорт – Юбилей Дона, который является иммунным к желтой ржавчине и в условиях инфекционного фона, созданного в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Высокую устойчивость проявили сорта Универ и Зодиак, а также 6 сортообразцов: 1127/10, 1159/13, 1765/13, 1309/14, 1819/14, 2028/14. Четыре вышеназванных новейших сорта мягкой пшеницы переданы на госиспытание в 2018–2019 гг. Умеренную устойчивость проявили три сортообразца: 1401/09, 1415/11, 1626/14. Остальные 11 сортообразцов

(1062/09, 1261/13, 1481/13, 1074/14, 1182/14, 1441/14, 1545/14, 1580/14, 1810/14, 1909/14, 1979/14) проявили восприимчивость к желтой ржавчине.

В результате проведенных совместных исследований двух научных учреждений выявлен высокий процент устойчивых к желтой ржавчине сортов и сортообразцов, что отражает интенсивность селекции донских пшениц по этому признаку. Они могут служить источниками устойчивости к *P. striiformis* для селекции озимой пшеницы в РФ.

Выводы. При искусственном заражении желтой ржавчиной селекционного материала озимой пшеницы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» по различным питомникам более 50% сортов и сортообразцов проявляют высокую устойчивость: Вольница, Краса Дона, Шеф, Эюд и др. (мягкая пшеница); Амазонка, Кристелла, Лазурит, Яхонт и др. (твердая пшеница).

В условиях полевого стационара ФГБНУ «ВНИИБЗР» в течение трех вегетационных сезонов 2017–2019 гг. на искусственном инфекционном фоне среди 92 коллекционных сортообразцов озимой мягкой и твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» выявлены 15 источников устойчивости к *P. striiformis* среди озимой мягкой пшеницы и 55 источников устойчивости среди озимой твердой пшеницы.

Для успешной селекции устойчивых к желтой ржавчине сортов озимой пшеницы целесообразно привлекать в скрещивание как местные сорта, сохраняющие длительно высокую устойчивость к патогену, так и сорта инорайонной и зарубежной селекции, проявляющие устойчивость в конкретных природно-климатических зонах.

Результаты исследований могут быть интегрированы в программы селекции пшеницы на устойчивость, а также при защите культуры от желтой ржавчины.

Библиографические ссылки

1. Анпилогова Л. К., Волкова Г. В. Групповая устойчивость к возбудителям озимой пшеницы и пути ее усиления // Вестник защиты растений. 2000. № 2. С. 29–32.
2. Бабаянц Л. Т., Мештерхази А., Вехтер В. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах – членах СЭВ. Прага. 1988. 321 с.
3. Волкова Г. В., Кремнева О. Ю., Кудинова О. А., Ваганова О. Ф., Матвеева И. П., Ким Ю. С. Фитосанитарная оценка высеваемых на юге России сортов озимой пшеницы по устойчивости к комплексу болезней // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3(19). С. 39–48. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-39-48.
4. Говоров Д. Н., Живых А. В., Новоселов Е. С., Шабельникова А. А., Щетинин П. Б., Никулин А. Н. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017, 2018, 2019 годах и прогноз развития вредных объектов в 2018, 2019, 2020 годах. М.: Министерство сельского хозяйства России, ФГБНУ «Российский сельскохозяйственный центр», 2018. 978 с.
5. Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Гричаникова Т. А. Устойчивость коллекционных образцов озимой пшеницы к листовым болезням в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1. С. 60–63.
6. Дерова Т. Г., Шишкин Н. В. Оценка устойчивости сортов озимой пшеницы к основным болезням при экологическом испытании в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1. С. 70–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-70-72>.
7. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
8. Матвеева И. П., Волкова Г. В. Желтая ржавчина пшеницы. Распространение, вредоносность, меры борьбы (обзор) // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2(46). С. 102–116. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-102-116.
9. Прищепов С. Н., Сапунова Л. В., Гуреева А. В., Самофалов А. П. Основные направления селекции озимой мягкой пшеницы интенсивного типа на Дону // Зерновые и кормовые культуры России: сб. науч. трудов ВНИИСЗК. Зерноград, 2002. С. 208–214.
10. Шумилов Ю. В., Волкова Г. В. Желтая ржавчина пшеницы требует особого внимания // Защита и карантин растений. 2013. № 8. С. 13–14.
11. Chen X. M. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat // Canadian journal of plant pathology. 2005. No. 27. Pp. 314–337.
12. FAOSTAT [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org>.
13. Gassner G., Straib U. W. Weitere Untersuchungen über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. U. Henn. // Arb. Boil. Reichsanstalt. 1934. Vol. 21. Pp. 121–145.

14. Zhao J., Wang L., Wang Z., Chen X., Zhang H., Yao J., Zhan G., Chen W., Huang L., Kang Z. Identification of eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* // *Phytopathology*. 2013. No. 103. Pp. 927–934.

References

1. Anpilogova L. K., Volkova G. V. Gruppovaya ustojchivost' k vozbuditelyam ozimoy pshenicy i puti ee usileniya [Group resistance to winter wheat pathogens and ways to improve it] // *Vestnik zashchity rastenij*. 2000. № 2. S. 29–32.
2. Babayanc L. T., Meshterhazi A., Vekhter V. Metody selekcii i ocenki ustojchivosti pshenicy i yachmenya k bolezniam v stranah – chlenah SEV [Methods for breeding and assessing wheat and barley resistance to diseases in the CMEA member countries]. Praha, 1988. 321 s.
3. Volkova G. V., Kremneva O. Yu., Kudinova O. A., Vaganova O. F., Matveeva I. P., Kim Yu. S. Fitosanitarnaya ocenka vysevaemyh na yuge Rossii sortov ozimoy pshenicy po ustojchivosti k kompleksu boleznej [Phytosanitary estimation of winter wheat varieties sown in the south of Russia for resistance to a complex of diseases] // *Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki*. 2019. № 3(19). S. 39–48. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-39-48.
4. Govorov D. N., Zhiviyh A. V., Novoselov E. S., Shabel'nikova A. A., Shchetinin P. B., Nikulin A. N. Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Rossijskoj Federacii v 2017, 2018, 2019 godah i prognoz razvitiya vrednyh ob'ektov v 2018, 2019, 2020 godah [Review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2017, 2018, 2019 and the forecast of the development of harmful objects in 2018, 2019, 2020]. M.: Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossii, FGBNU "Rossijskij sel'skohozyajstvennyj centr", 2018. 978 s.
5. Derova T. G., Shishkin N. V., Grichanikova T. A. Ustojchivost' kollekcionnyh obrazcov ozimoy pshenicy k listovym bolezniam v usloviyah Rostovskoj oblasti [Resistance of collection winter wheat samples to leaf diseases in the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2015. № 1. S. 60–63.
6. Derova T. G., Shishkin N. V. Ocenka ustojchivosti sortov ozimoy pshenicy k osnovnym bolezniam pri ekologicheskom ispytanii v Rostovskoj oblasti [Assessment of the winter wheat resistance to major diseases during environmental testing in the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 1. S. 70–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-70-72>.
7. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoj pshenicy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [The study results of winter bread wheat varieties of various ecological and geographical origin in the south of the Rostov region] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2019. № 6(66). S. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
8. Matveeva I. P., Volkova G. V. Zheltaya rzhavchina pshenicy. Rasprostranenie, vredonosnost', mery bor'by (obzor) [Yellow rust of wheat. Distribution, harmfulness, control measures (review)] // *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2019. № 2 (46). S. 102–116. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-102-116.
9. Prishchepov S. N., Sapunova L. V., Gureeva A. V., Samofalov A. P. Osnovnye napravleniya selekcii ozimoy myagkoj pshenicy intensivnogo tipa na Donu [The main directions of breeding of winter bread wheat of intensive type on the Don] // *Zernovye i kormovye kul'tury Rossii: sb. nauchn. trudov VNIISZK*. Zernograd, 2002. S. 208–214.
10. Shumilov Yu. V., Volkova G. V. Zheltaya rzhavchina pshenicy trebuetsya osobogo vnimaniya [Wheat yellow rust requires special attention] // *Zashchita i karantin rastenij*. 2013. № 8. S. 13–14.
11. Chen X. M. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat // *Canadian journal of plant pathology*. 2005. No. 27. Pp. 314–337.
12. FAOSTAT [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.fao.org>.
13. Gassner G., Straib U. W. Weitere Untersuchungen über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. U. Henn. // *Arb. Boil. Reichsanstalt*. 1934. Vol. 21. Pp. 121–145.
14. Zhao J., Wang L., Wang Z., Chen X., Zhang H., Yao J., Zhan G., Chen W., Huang L., Kang Z. Identification of eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* // *Phytopathology*. 2013. No. 103. Pp. 927–934.

Поступила: 20.03.20; принята к публикации: 23.07.20.

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. Волкова Г. В. – концептуализация исследования; Матвеева И. П., Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Марченко Д. М. – подготовка и проведение опытов на инфекционном фоне, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи к печати.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.