

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

THEORETICAL AND SCIENCE PRACTICAL JOURNAL

6(60)2018

Учредитель: Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Аграрный научный центр «Донской»

*The founder: Federal State Budgetary Scientific
Institution "Agricultural Research Center
"Donskoy"*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Алабушев А. В. – председатель, д-р с.-х. н.,
профессор, академик РАН;
Ионова Е. В. – главный редактор, д-р с.-х. н.;
Донцова А. А. – ответственный секретарь, к. с.-х. н.

EDITORIAL COUNCIL:

Alabushev A. V. – chairman of editorial council, Doctor of Agr. S., professor, academician of RAS;
Ionova E. V. – chief editor, Doctor of Agr. S.;
Dontsova A. A. – executive secretary, Candidate of Agr. S.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Баталова Г. А., ФГБНУ «Северо-Восточный региональный аграрный научный центр» – академик РАН, д-р с.-х. н.;
Беспалова Л. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – академик РАН, д-р с.-х. н., профессор;
Вислобокова Л. Н., ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина» – к. с.-х. н.;
Гончаренко А. А., МосНИИСХ «Немчиновка» – академик РАН;
Зезин Н. Н., УралНИИСХ – д-р с.-х. н.;
Лукомец В. М., ФГБНУ «ВНИИМК» – академик РАН, д-р с.-х. н.;
Медведев А. М., РАН – чл.-корр. РАН;
Долженко В. И., ФГБНУ «ВНИИЗР» – академик РАН, д-р с.-х. н., профессор;
Артохин К. С., НКЦ Ростовский филиал ООО «Агролига» – д-р с.-х. н.;
Волкова Г. В., ФГБНУ «ВНИИБЗР» – д-р биол. н.;
Подколзин А. И., Ставропольский ГАУ – д-р биол. н.;
Назаренко О. Г., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» – д-р биол. н.;
Романенко А. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – академик РАН, д-р с.-х. н.;
Сандухадзе Б. И., МосНИИСХ «Немчиновка» – академик РАН;
Сотченко В. С., ВНИИ кукурузы – академик РАН;
Храмцов И. Ф., СибНИИСХ – академик РАН, д-р с.-х. н., профессор;
Шевченко С. Н., Самарский НИИСХ – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. н.;
Ле Зунь Хай, Агрогенетический институт (г. Ханой, Вьетнам);
Халил Сурек, Тракийский аграрный НИИ (г. Эдирне, Турция) – д-р н.;
Подольских А. Н., д-р с.-х. н.

EDITORIAL BOARD:

Batalova G. A. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, FSBSI "North-East named after N. V. Rudnitsky";
Bespalova L. A. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, FSBSI "NCG named after P. P. Lukyanenko";
Vislobokova L. N. – Candidate of Agr. S., FSBSI "FSC named after I. V. Michurin";
Gontcharenko A. A. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, FSBSI Moscow RIA "Nemchinovka";
Zezin N. N. – Doctor of Agr. S., FSBSI "Ural RIA";
Lukomets V. M. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, FSBSI "RIA of oil crops";
Medvedev A. M. – RAS, corresponding member of RAS;
Dolzhenko V. I. – Doctor of Agr. S., professor, academician RAS, FSBSI "ARRIPP";
Artokhin K. S. – Doctor of Agr. S., the Rostov Affiliate of the RCC OOO "Agroliga";
Volkova G. V. – Doctor of Biol. S., FSBSI "ARRIBPP";
Podkolzin A. I. – Doctor of Biol. S., Stavropolsky SAU;
Nazarenko O. G. – Doctor of Biol. S., FSBI GTsAS "Rostovsky";
Romanenko A. A. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, FSBSI "NCG named after P. P. Lukyanenko";
Sandukhadze B. I. – academician of RAS, FSBSI "Moscow RIA "Nemchinovka";
Sotchenko V. S. – academician of RAS, ARRI of maize;
Khramtsov I. F. – Doctor of Agr. S., professor, Academician of RAS, SibRIA;
Shevchenko S. N. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, Samarsky RIA;
Le Zun Hai – Agrogenetic Institute (Hanoi, Vietnam);
Khalil Surek – PhD, Trakia Agricultural Research Institute (Edirne, Turkey);
Podolskikh A. N. – Doctor of Agr. S.

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

Журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Импакт-фактор РИНЦ – 0,404

Перевод на английский язык – Скуйбедина О.Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 18.12.2018. Дата выхода: 25.12.2018.

Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 10/17128.

Отпечатано в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А., Самофалова Н. Е., Кравченко Н. С. Эффективность применения минеральных удобрений при возделывании твердой озимой пшеницы сорта Агат Донской в южной зоне Ростовской области **3**
 Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние сроков посева на продуктивность сортов сои селекции АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области **9**
 Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В., Дорожова Д. П. Взаимосвязи количественных признаков и качественных показателей урожайности новых линий гороха **13**
 Газе В. Л., Ионова Е. В., Марченко Д. М., Лиховидова В. А. Сортсмена озимой мягкой пшеницы как механизм увеличения продуктивности и устойчивости к абиотическим факторам среди **16**
 Бурянов А. И., Червяков И. В., Колинько А. А., Пахомов В. И., Ионова Е. В., Хлыстунов В. Ф. Методы и результаты определения естественной силы связи зерна с колосом в период созревания и полной спелости **21**
 Муслимов М. Г., Куркиев К. У., Таймазова Н. С., Ковтунова Н. А., Горпиниченко С. И. Оценка продуктивности некоторых интродуцированных и местных сортов зерновых культур в условиях Республики Дагестан **25**
 Раева С. А. Роль инновационных технологий в повышении эффективности сельского хозяйства **29**

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

- Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Анализ количественных признаков самоопыленных линий восковидной кукурузы (*Zea Mays L. Ceratina*) **32**
 Костылев П. И., Кудашкина Е. Б. Солеустойчивость гибридов риса пятого поколения **36**
 Самофалова Н. Е., Авраменко М. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Селекционно-генетические подходы в оценке перспективности гибридных популяций озимой твердой пшеницы на качество **41**
 Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Рыбас И. А., Иванисов М. М., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В. Изучение урожайности и элементов ее структуры у сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечнику **46**
 Картамышева Е. В., Горбаченко Ф. И., Лучкина Т. Н., Реутина А. В., Кондаурова В. Е. Новый сорт рапса озимого Приз **49**
 Вожжова Н. Н., Марченко Д. М., Ионова Е. В. Выявление генов устойчивости к биотическим факторам у образцов озимой пшеницы **52**
 Ерошенко Л. М., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А., Левакова О. В., Дедушев И. А., Наумова В. В. Использование метода оценки адаптивной способности, стабильности генотипов и дифференцирующей способности среди в селекции ярового ячменя на повышение качества зерна **55**
 Шаболкина Е. Н., Бишарев А. А., Анисимкина Н. В., Беляева М. В. Перспективы селекции озимой ржи на хлебопекарные цели **59**
 Самофалов А. П., Подгорный С. В., Скрипка О. В. Оптимальные параметры элементов продуктивности модельного сорта мягкой озимой пшеницы интенсивного типа для условий юга Ростовской области **64**

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Дерова Т. Г., Шишкун Н. В., Павленко О. С. Устойчивость сортов и коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы к комплексу наиболее вредоносных болезней в условиях нижнего Дона **68**

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

- Alabushev A. V., Popov A. S., Ovsyannikova G. V., Sukharev A. A., Samofalova N. E., Kravchenko N. S. Efficiency of fertilizers while cultivation of the winter durum wheat variety "Agat Donskoy" in the southern part of the Rostov region **3**
 Vasilchenko S. A., Metlina G. V. The effect of sowing date on productivity of soybean varieties developed by the ARC "Donskoy" in the south of the Rostov region **9**
 Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V., Dorokhova D. P. Interrelations of quantitative and qualitative characteristics of productivity of the new peas lines **14**
 Gaze V. L., Ionova E. V., Marchenko D. M., Likhovidova V. A. Variety changing of winter soft wheat as a method to improve productivity and resistance to abiotic environmental factors **17**
 Buriyanov A. I., Chervyakov I. V., Kolinko A. A., Pakhomov V. I., Ionova E. V., Khlystunov V. F. Methods and results of identification of natural interconnection of grain and an ear during ripening and complete ripeness **21**
 Muslimov M. G., Kurkiev K. U., Taymazova N. S., Kovtunova N. A., Gorpichenko S. I. The estimation of productivity of some introduced and local varieties of grain crops in the Republic of Dagestan **25**
 Raeva S. A. The role of innovative technologies in efficiency increase of agriculture **29**

PLANT-BREEDING AND SEED-GROWING OF AGRICULTURAL CROPS

- Krivosheev G. Ya., Ignatiev A. S. The analysis of quantitative traits of self-pollinated lines of waxy maize (*Zea Mays L. Ceratina*) **32**
 Kostylev P. I., Kudashkina E. B. Salt tolerance of rice hybrids of the fifth generation **36**
 Samofalova N. E., Avramenko M. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. Breeding and genetic approaches to the estimation of quality prospects of winter durum wheat hybrids **41**
 Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Rybas I. A., Ivanisov M. M., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V. The study of productivity and elements of its structure of the winter soft wheat varieties sown after sunflower **46**
 Kartamysheva E. V., Gorbachenko F. I., Luchkina T. N., Reutina A. V., Kondaurova V. E. The new winter rape-seed variety "Priz" **50**
 Vozhzhova N. N., Marchenko D. M., Ionova E. V. Identification of genes resistant to biotic factors in the winter wheat samples **53**
 Eroshenko L. M., Romakhin M. M., Eroshenko N. A., Levakova O. V., Dedushev I. A., Naumova V. V. The use of the method of adaptability estimation, genotype stability and differential ability of the environment in spring barley breeding to improve grain quality **56**
 Shabolkina E. N., Bisharev A. A., Anisimkina N. V., Belyaeva M. V. Prospects of winter rye breeding for bread baking **60**
 Samofalov A. P., Podgorny S. V., Skripka O. V. Optimal parameters of productivity elements of the model variety of winter wheat of intensive type for the southern territories of the Rostov region **64**

PLANT PROTECTION

- Derova T. G., Shishkin N. V., Pavlenko O. S. Tolerance of the winter soft wheat varieties and collection samples to a complex of the most harmful diseases in the conditions of Nizhny Don **68**

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.112.1:631.5:631.432.2

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-3-9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА АГАТ ДОНСКОЙ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

А. С. Попов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией технологии возделывания зерновых культур, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

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

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

Н. Е. Самофалова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, 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; e-mail: vniizk30@mail.ru

За годы исследований по предшественнику черный пар сорт твердой озимой пшеницы Агат Донской проявил хорошую устойчивость к полеганию в вариантах без азотных подкормок (4 балла) и среднюю устойчивость к полеганию (3 балла) в вариантах с применением двух азотных подкормок: весной по таломерзлой почве (N_{30}) и в фазе колошения (N_{30}). По предшественнику подсолнечник озимая пшеница сорта Агат Донской в среднем за 3 года показала высокую устойчивость к полеганию (5 баллов). По предшественнику черный пар наибольшая урожайность (6,09 и 6,13 т/га) и соответственно прибавка к контролю (0,54 и 0,57 т/га) были сформированы сортом Агат Донской при использовании основной дозы удобрений ($P_{60}K_{40}$) и применении одной или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и в фазе колошения). При этом зерно имело высокое содержание белка (15%) и клейковины (28,1%) и соответствовало 1-му классу качества. Выращивание сорта твердой озимой пшеницы Агат Донской по предшественнику черный пар является высокорентабельным – на уровне 163–201%. По предшественнику подсолнечник наибольшая дополнительная урожайность (1,00 и 1,25 т/га) у сорта Агат Донской была получена при использовании удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ и применении одной или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и в фазе колошения). Согласно ГОСТу по полученным показателям качества зерна сорта Агат Донской можно отнести ко 2–3-му классу. Рентабельность производства зерна данного сорта по предшественнику подсолнечник была на уровне 113–147%.

Ключевые слова: твердая озимая пшеница, сорт Агат Донской, минеральные удобрения, урожайность, качество зерна, рентабельность.



EFFICIENCY OF FERTILIZERS WHILE CULTIVATION OF THE WINTER DURUM WHEAT VARIETY "AGAT DONSKOY" IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

А. В. Алабушев, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician of RAS, the head of the Center, ORCID ID: 0000-0001-8675-1021;

А. С. Попов, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory of cultivation technology of grain crops, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

Г. В. Овсянникова, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

А. А. Сухарев, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

Н. Е. Самофалова, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

Н. С. Кравченко, Candidate Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical estimation of the breeding material and grain quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

ФСБСИ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростов region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Over the years of research, the winter durum wheat variety "Agat Donskoy" sown in weedfree fallow showed a good resistance to lodging with no fertilizing (4 points), average resistance to lodging (3 points) with two nitrogen dosings: in spring in thawed frozen soil (N_{30}) and in the period of earing (N_{30}). The winter durum wheat variety "Agat Donskoy" sown after sunflower showed a high tolerance to lodging (5 points) for 3 years on average. Sown in weedfree fallow the largest productivity (6.09 and 6.13 t/ha) and the surplus to the control (0.54 and 0.57 t/ha) were formed by the variety when fertilizing with the basic dosing ($P_{60}K_{40}$) and with one or two nitrogen dosings (N_{30} in spring in thawed frozen soil and in the period of earing). At the same time, the grain had a high percentage of protein 15% and gluten 28.1% that corresponded to the 1st quality class. The winter durum wheat variety "Agat Donskoy" sown in weedfree fallow proved to be highly profitable (at the level of 163–201%). The winter durum wheat variety "Agat Donskoy" sown after sunflower produced the

largest surplus of yield (1.00 and 1.25 t/ha) when fertilizing with $N_{40}P_{60}K_{40}$ and the use of one or two nitrogen dosings (N_{30} in spring in thawed frozen soil and in the period of earing). The profitability of the variety sown after sunflower was 113–147%. According to the GOST the obtained characteristics allow referring the winter durum wheat variety "Agat Donskoy" to the 2–3rd quality class.

Keywords: winter durum wheat, the variety "Agat Donskoy", fertilizing, productivity, grain quality, profitability.

Введение. Твердая озимая пшеница считается второй культурой по значимости после мягкой пшеницы (Мудрова, 2001), а ее народнохозяйственное значение трудно переоценить. В пищевой промышленности зерно твердой озимой пшеницы служит сырьем для изготовления различных круп и макаронных изделий.

Выведение новых сортов твердой озимой пшеницы, а также внедрение их в сельскохозяйственное производство будут способствовать получению зерна в объемах достаточных для обеспечения пищевой промышленности юга России. Современные сорта твердой озимой пшеницы по своей биологии являются более продуктивными, чем яровые формы (Самофалова, 2009), причем получаемое сырье является высококачественным (Подлесных, 2015).

Полному раскрытию потенциальной продуктивности сорта способствует технология возделывания, учитывающая его биологические особенности. Одним из главных факторов повышения урожайности озимой пшеницы является интенсификация ее производства, включающая в себя и внесение различных доз минеральных удобрений (Самофалова Н. Е., 2013; Цуциев, 2017), поэтому задачей наших исследований было изучить влияние доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна твердой озимой пшеницы сорта Агат Донской по предшественникам черный пар и подсолнечник.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в 2014–2016 гг. на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» лаборатории возделывания зерновых культур. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый мощный, обладающий значительной порозностью, аэрацией, газообменом, водопроницаемостью и влагоемкостью.

Для почвы характерны высокая карбонатность (до 2,5–4,0% $CaCO_3$) в пахотном слое и мощность гумусового горизонта (до 140 см). Содержание гумуса – 3,6–4,0%; подвижного фосфора – в пределах 20–23 мг/кг; обменного калия – от 300–380 мг/кг почвы.

Климат зоны характеризуется полузасушливым жарким летом и умеренно мягкой зимой. Сумма положительных температур за период вегетации составляет в среднем более 3400 °C, а среднегодовая температура воздуха – +9,7 °C.

Среднемноголетнее количество осадков за год достигает 582,4 мм, за вегетацию озимой пшеницы – 479,5 мм с большими колебаниями по годам. Гидротермический коэффициент равен 0,8. Продолжительность безморозного периода составляет 180–200 дней. Среднесуточная температура воздуха самого холодного месяца января – 5 °C. Среднесуточная относительная влажность воздуха – 73% (Гриценко, 2005).

Метеорологические условия в годы проведения исследований складывались различно, что позволило достаточно объективно оценить эффективность влияния доз минеральных удобрений на продуктивность твердой озимой пшеницы.

В осенний период 2013 г. среднесуточная температура воздуха составила 10,0 °C (норма – 9,7 °C), а количество выпавших осадков – 168,0 мм (норма – 131,5 мм). Такие погодные условия способствовали появлению дружных всходов, хорошему развитию растений озимых и перезимовке их в фазе кущения (2–5 стеблей) по всем предшественникам и срокам посева.

Возобновление весенней вегетации началось в середине марта. Температурный режим воздуха в весенне-летний период (кроме апреля) превышал среднемноголетние показатели – 4,9–25,8 °C (норма – 2,0–

23,1 °C), а количество выпавших осадков было выше в марте на 9 мм, мае – на 7,9 и в июне – на 0,6 мм при норме 37,0; 51,3 и 71,3 мм соответственно.

Осадки, выпавшие в конце мая и в июне, носили ливневый характер, вызвали полегание растений озимой пшеницы различной интенсивности.

Осень 2014 г. была засушливой, что привело к сильному иссушению почвы по непаровым предшественникам перед посевом, однако во второй и третьей декадах октября выпало 30,8 и 23,5 мм осадков соответственно, что способствовало достаточному промачиванию посевного слоя и получению всходов. Пониженный температурный режим первой декады апреля, а также интенсивные осадки в апреле и первой декаде мая оказали благоприятное влияние на рост, развитие озимых культур и формирование высокой урожайности зерна по всем изучаемым предшественникам.

Осень 2015 г. была засушливой. Всходы озимой пшеницы были получены лишь в третьей декаде октября – первой декаде ноября после выпадения осадков (38,6 мл). Вегетация была прекращена 16 ноября. Растения ушли в зиму слаборазвитыми. В первой декаде января 2016 г. температура на поверхности почвы опустилась до –21,5 °C, но при высоте снежного покрова 5 см температура почвы на глубине узла кущения составляла –0,1 °C. Минимальная температура почвы на глубине узла кущения в зимние месяцы составила –3,2 °C, то есть не была губительна для озимых культур. В зимний период, когда температура воздуха имела положительные значения, растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию, кустились и ко времени возобновления весенней вегетации (23 февраля) имели в зависимости от предшественника 1–3 стебля. Интенсивное нарастание температуры воздуха наблюдалось в конце первой декады апреля, а выше 15 °C температура была во второй декаде мая.

В апреле осадков выпало всего 12,0 мм, из них продуктивных за месяц не было вовсе. Вторая и третья декады мая характеризуются обилием осадков (89,5 и 56,5 мм) и за месяц их выпало 156,8 мм, что в 3,1 раза выше нормы.

Полевые опыты проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1971; Доспехов, 1985).

Технология возделывания твердой озимой пшеницы соответствовала зональным системам земледелия для южной зоны Ростовской области (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг., 2013).

Варианты опыта:

– дозы удобрений по предшественнику черный пар: 1) контроль; 2) N_{30} – осень; 3) N_{30} – весна; 4) $P_{30}K_{20}$; 5) $P_{30}K_{20} + N_{30}$; 6) $P_{60}K_{40}$; 7) $P_{30}K_{20} + 2N_{30}$; 8) $P_{60}K_{40} + N_{30}$; 9) $P_{60}K_{40} + 2N_{30}$;

– дозы удобрений по предшественнику подсолнечник: 1) контроль; 2) N_{30} – весна; 3) N_{30} – осень; 4) $N_{20}P_{30}K_{20}$; 5) $N_{40}P_{60}K_{40}$; 6) $N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$; 7) $N_{20}P_{30}K_{20} + 2N_{30}$; 8) $N_{40}P_{60}K_{40} + N_{30}$; 9) $N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$.

Удобрения вносили под предпосевную культурацию в виде аммиачной селитры, аммофоса и хлористого калия. Подкормки осуществляли аммиачной селитрой (N_{30} д. в./га) осенью, весной по таломерзлой почве и в фазе колошения согласно схеме опытов.

Результаты и их обсуждение. За годы исследований сорт твердой озимой пшеницы Агат Донской проявил различную устойчивость к полеганию (табл. 1).

1. Влияние различных доз минеральных удобрений на устойчивость к полеганию сорта твердой озимой пшеницы Агат Донской по различным предшественникам (в среднем за 2014–2016 гг.)
1. The effect of various doses of fertilizers on tolerance to lodging of the winter durum wheat variety "Agat Donskoy" sown after different (crops in 2014–2016 on average)

Вариант опыта	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
Предшественник – черный пар				
Контроль	3	4	5	4
N_{30} – осень	3	3	5	4
N_{30} – весна	3	3	5	4
$P_{30}K_{20}$	3	4	5	4
$P_{60}K_{40}$	3	4	5	4
$P_{30}K_{20} + N_{30}$	3	3	5	4
$P_{60}K_{40} + N_{30}$	3	3	5	4
$P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	2	3	5	3
$P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	2	3	5	3
Предшественник – подсолнечник				
Контроль	5	5	5	5
N_{30} – осень	5	5	5	5
N_{30} – весна	5	5	5	5
$N_{20}P_{30}K_{20}$	5	5	5	5
$N_{40}P_{60}K_{40}$	5	5	5	5
$N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$	5	5	5	5
$N_{40}P_{60}K_{40} + N_{30}$	5	5	5	5
$N_{20}P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	4	5	5	5
$N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	4	5	5	5

В 2014 г. по предшественнику черный пар полегание растений было вызвано активным ростом и развитием листостебельной массы, чему способствовали выпавшие в мае и июне осадки. Устойчивость на удовлетворительном уровне (3 балла) была отмечена как на контроле (без удобрений), так и по другим изучаемым вариантам опыта, за исключением двух вариантов – $P_{30}K_{20} + 2N_{30}$ и $P_{60}K_{40} + 2N_{30}$ (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения), на которых подкормка аммиачной селитрой в фазе колошения способствовала дополнительному нарастанию вегетативной массы и, как следствие, снижению устойчивости к полеганию до 2 баллов. В 2015 г. по предшественнику черный пар хорошая устойчивость к полеганию (4 балла) отмечалась при внесении только фосфорно-калийных удобрений ($P_{30}K_{20}$ и $P_{60}K_{40}$), а на остальных вариантах она была равна 3 баллам. В 2016 г. полегания растений по изу-

чаемым вариантам не наблюдалось, так как осадков выпало меньше, они были иначе перераспределены по месяцам, в результате чего не было избытка влаги в период активного нарастания зеленой массы.

По предшественнику подсолнечник, как по наименее обеспеченному влагой и элементами питания, в 2014 г. полегание растений отмечалось в вариантах $N_{20}P_{30}K_{20} + 2N_{30}$ и $N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$, где устойчивость растений озимой пшеницы сорта Агат Донской к полеганию оценивалась в 4 балла, а на остальных вариантах опыта полегания не наблюдалось (устойчивость – 5 баллов). В 2015 и в 2016 гг. сорт Агат Донской показал высокую устойчивость к полеганию (5 баллов).

В среднем за три года изучения по предшественнику черный пар сорт Агат Донской формировал наименьшую урожайность на контроле (без удобрений) – 5,55 т/га (табл. 2).

2. Влияние минеральных удобрений на урожайность твердой озимой пшеницы сорта Агат Донской по предшественнику черный пар (2014–2016 гг.)
2. The effect of fertilizers on productivity of the winter durum wheat variety "Agat Donskoy" sown in weedfree fallow (2014–2016)

Доза удобрений	Урожайность, т/га				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем	+/- к контролю
Контроль	6,60	6,43	3,63	5,55	–
N_{30} – осень	6,67	6,55	4,34	5,85	0,30
N_{30} – весна	6,71	6,53	4,37	5,87	0,32
$P_{30}K_{20}$	6,79	6,64	4,36	5,93	0,38
$P_{30}K_{20} + N_{30}$	6,85	6,68	4,41	5,98	0,43
$P_{60}K_{40}$	6,87	6,66	4,48	6,00	0,45
$P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	6,90	6,68	4,50	6,03	0,48
$P_{60}K_{40} + N_{30}$	6,95	6,66	4,66	6,09	0,54
$P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	6,99	6,68	4,72	6,13	0,58
HCP _{0,05}	0,28	0,27	0,30		

По предшественнику черный пар при внесении только азотных удобрений (N_{30} осенью или N_{30} весной по таломерзлой почве) прибавки урожайности относительно контроля составили 0,30–0,32 т/га. Внесение под предпосевную культивацию фосфорно-калийных удобрений ($P_{30}K_{20}$ и $P_{60}K_{40}$) способствовало формированию дополнительной урожайности – от 0,38 до 0,45 т/га. В вариантах с внесением под предпосевную культивацию удобрений в дозе $P_{30}K_{20}$ и применением одной или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30}

в фазе колошения) прибавки урожайности составили 0,43–0,47 т/га. Наибольшая урожайность (6,09 и 6,13 т/га) и соответственно прибавка 0,54 и 0,57 т/га были сформированы сортом при использовании дозы удобрений $P_{60}K_{40}$ и одной или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения).

По предшественнику подсолнечник урожайность сорта Агат Донской была ниже, чем по предшественнику черный пар, на 1,21–1,88 га – на контроле без удобрений она составила 3,67 т/га (табл. 3).

3. Влияние минеральных удобрений на урожайность твердой озимой пшеницы сорта Агат Донской по предшественнику подсолнечник (2014–2016 гг.)

3. The effect of fertilizers on productivity of the winter durum wheat variety "Agat Donskoy" sown after sunflower (2014–2016)

Вариант опыта	Урожайность, т/га				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем	+/- к контролю
Контроль	5,35	3,37	2,29	3,67	–
N_{30} – весна	5,49	4,08	2,49	4,02	0,35
N_{30} – осень	5,45	4,30	2,44	4,06	0,39
$N_{20}P_{30}K_{20}$	5,62	4,04	2,61	4,09	0,42
$N_{40}P_{60}K_{40}$	5,70	4,37	2,75	4,27	0,60
$N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$	5,79	4,58	2,97	4,45	0,78
$N_{20}P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	5,90	4,72	3,06	4,56	0,89
$N_{40}P_{60}K_{40} + N_{30}$	6,01	4,79	3,22	4,67	1,00
$N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	6,10	5,02	3,65	4,92	1,25
$HCP_{0,05}$	0,33	0,35	0,31		

Прибавки урожайности относительно контроля в вариантах с применением только азотных удобрений (N_{30} осенью или N_{30} весной по таломерзлой почве) составили 0,35–0,39 т/га, что на уровне прибавок по предшественнику черный пар. При внесении под предпосевную культивацию удобрений в дозах $N_{20}P_{30}K_{20}$ и $N_{40}P_{60}K_{40}$ без азотных подкормок прибавки урожайности были 0,42 и 0,60 т/га соответственно. Дополнительную урожайность 0,78–0,89 т/га сорт сформировал при внесении удобрений $N_{20}P_{30}K_{20}$ и применении одной или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения). Наибольшая дополнительная урожайность 1,00 и 1,25 т/га

у сорта Агат Донской была получена по предшественнику подсолнечник при использовании удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ и применении одной или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения).

Так как зерно твердой озимой пшеницы имеет макаронно-крупяное назначение, то важными являются показатели качества зерна, муки и макарон.

Анализ данных качества зерна у сорта Агат Донской показал, что применение минеральных удобрений способствует получению более качественного зерна как по предшественнику черный пар, так и после подсолнечника (табл. 4).

4. Влияние минеральных удобрений на качественные показатели зерна и макарон твердой озимой пшеницы сорта Агат Донской (2014–2016 гг.)

4. The effect of fertilizers on qualitative traits of grain and pasta made from the winter durum wheat variety "Agat Donskoy" (2014–2016)

Вариант опыта	Показатели качества зерна				Показатели качества макарон		
	содержание, %		число падения, с	стекловидность, %	натура, г/л	прочность, г	цвет, балл
	белок	клейковина					
Предшественник – черный пар							
Контроль	14,0	26,0	373	85	748	753	3,7
$P_{30}K_{20} + N_{30}$	15,0	27,1	393	86	762	768	3,8
$P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	15,0	27,2	405	87	765	781	4,2
$P_{60}K_{40} + N_{30}$	14,9	27,7	404	89	768	787	4,3
$P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	14,9	28,1	438	89	770	792	4,6
Предшественник – подсолнечник							
Контроль	12,1	22,1	407	85	768	676	4,3
$N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$	12,6	23,1	409	85	781	700	4,2
$N_{20}P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	13,2	24,4	412	86	782	734	4,2
$N_{40}P_{60}K_{40} + N_{30}$	13,3	24,7	413	86	783	767	3,8
$N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	13,3	25,4	413	85	788	770	4,2

По предшественнику черный пар на контроле (без удобрений) зерно у сорта Агат Донской имело высокое содержание белка (14,0%) и сырой клейковины (26,0%). Применение минеральных удобрений способствовало увеличению этих показателей. В вариантах с внесением удобрений в дозах $P_{30}K_{20}$ и $P_{60}K_{40}$ и при использовании одной (N_{30} весной по таломерзлой почве) или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения) зерно имело наибольшее содержание белка (14,9–15,0%) и сырой клейковины (27,1–28,1%). Стекловидность полученного зерна по предшественнику черный пар составила 85–89%, а число падения – 373–405 с. Наименьшая натура зерна отмечена на контролльном варианте без внесения удобрений (748 г/л в среднем за годы исследований). Внесение удобрений способствовало увеличению натурной массы до 762–770 г/л. Согласно требованиям ГОСТ 9353-2016 по представленным показателям качества к твердой озимой пшенице зерно у сорта Агат Донской, возделываемого по предшественнику черный пар с использованием минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{40}$ и двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения), можно отнести к 1-му классу. При использовании других изучаемых доз минеральных удобрений или без их внесения полученное зерно относится ко 2-му классу качества.

Макароны, приготовленные из крупы зерна данного сорта, выращенного по предшественнику черный пар, имели хорошую прочность (4 балла) и цвет макарон (3,7–4,6 балла), а общая оценка макарон составила 3,1–3,5 балла.

По предшественнику подсолнечник на контроле содержание белка и сырой клейковины в зерне данного сорта было наименьшее – 12,1 и 22,1% соответственно. По всем вариантам опыта полученное зерно соответствует 3-му классу качества, за исключением варианта с внесением под предпосевную культивацию удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ и двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения) – 13,3% и 25,4% соответственно. По предшественнику подсолнечник полученное зерно имело высокую стекловидность (85–86%) и число падения (407–413 с). Минимальная натура зерна была отмечена на контроле – 768 г/л, а на вариантах с внесением удобрений показатель натурной массы возрастал до 781–788 г/л.

Макароны, приготовленные из крупы зерна сорта Агат Донской, выращенного по предшественнику подсолнечник, имели вполне удовлетворительную прочность (3–3,5 балла) и цвет макарон (3,8–4,3 балла), а общая оценка макарон составила 3,2–3,5 балла.

Оценка экономической эффективности применения минеральных удобрений при возделывании твердой озимой пшеницы Агат Донской показала, что величина прибыли и рентабельность производства зерна зависели от урожайности и цены реализации зерна по классам качества. В среднем за годы исследований стоимость 1 т зерна составила: 3-й класс – 11 300 руб.; 2-й класс – 12 504 руб.; 1-й класс – 13 720 руб. Согласно полученным данным, при возделывании твердой озимой пшеницы сорта Агат Донской по предшественнику черный пар максимальная рентабельность отмечена на контролльном варианте без внесения удобрений – 200% (табл. 5).

5. Экономическая эффективность возделывания сорта Агат Донской в зависимости от применения минеральных удобрений по различным предшественникам (среднее за 2014–2016 гг.)
5. Economic efficiency of cultivation of the winter durum wheat variety “Agat Donskoy” sown after different crops depending on fertilizers (2014–2016)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Предшественник – черный пар						
Контроль	5,55	23 100	69 439	46 339	4160	200
N_{30} – осень	5,85	24 414	73 190	48 776	4171	200
N_{30} – весна	5,87	24 414	73 398	48 984	4159	201
$P_{30}K_{20}$	5,93	25 267	74 149	48 881	4261	193
$P_{30}K_{20} + N_{30}$	5,98	27 386	74 774	47 388	4580	173
$P_{60}K_{40}$	6,00	26 547	75 066	48 519	4422	183
$P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	6,03	28 678	75 357	46 680	4758	163
$P_{60}K_{40} + N_{30}$	6,09	27 829	76 149	48 320	4570	174
$P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	6,13	29 960	84 104	54 144	4887	181
Предшественник – подсолнечник						
Контроль	3,67	18 079	41 471	23 392	4926	129
N_{30} – весна	4,02	19 243	45 426	26 183	4787	136
N_{30} – осень	4,06	19 243	45 916	26 673	4736	139
$N_{20}P_{30}K_{20}$	4,09	20 559	46 198	25 639	5029	125
$N_{40}P_{60}K_{40}$	4,27	22 663	48 270	25 607	5305	113
$N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$	4,45	21 525	50 247	28 722	4841	133
$N_{20}P_{30}K_{20} + 2N_{30}$	4,56	23 820	51 519	27 699	5225	116
$N_{40}P_{60}K_{40} + N_{30}$	4,67	22 668	52 809	30 141	4850	133
$N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$	4,92	24 962	61 551	36 589	5071	147

Внесение только азотной подкормки в дозе N_{30} осенью или весной способствовало сохранению рентабельности производства на уровне 200–201%, а остальные варианты внесения удобрений приводили к снижению рентабельности до 163–193%. Применение минеральных удобрений приводит и к росту себестоимости зерна. На контрольном варианте себестоимость составила 4160 руб./т, а по различным вариантам внесения минеральных удобрений себестоимость возрастила от 4171 руб./га до 4887 руб./га. Однако, несмотря на снижение рентабельности и рост себестоимости продукции, все варианты внесения удобрений способствовали росту условного чистого дохода от 341 руб./га в варианте $P_{30}K_{20} + 2N_{30}$ до 7805 руб./га в варианте $P_{60}K_{40} + 2N_{30}$. Рост условного чистого дохода до 7805 руб./га в варианте $P_{60}K_{40} + 2N_{30}$ объясняется не только повышенной урожайностью, но и высоким качеством продукции, что увеличило цену реализации.

По предшественнику подсолнечник себестоимость произведенного зерна была выше, а рентабельность его производства ниже, чем по предшественнику черный пар. Снижение экономических показателей обусловлено низкой урожайностью, полученной по предшественнику подсолнечник в среднем за годы исследований. Однако эффективность применения удобрений по предшественнику подсолнечник возрастила. В вариантах с использованием только азотных удобрений (N_{30} осенью или N_{30} весной по таломерзлой почве) при наименьших затратах себестоимость зерна была наименьшей – 4736–4787 руб./т, а рентабельность превышала контрольный вариант и составила 136–139%. Уровень рентабельности, превышающий контрольный вариант, также отмечен при внесении $N_{20}P_{30}K_{20} + N_{30}$ и $N_{40}P_{60}K_{40} + N_{30}$, на этих вариантах рентабельность достигала 133%. Максимальный уровень рентабельности отмечен в варианте с внесением $N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$, а именно 147%. Рост рентабельности был обеспечен высокой ценой на реализацию продукции 2-го класса. По другим вариантам уровень рентабельности был ниже, чем на контрольном варианте. Тем не менее показатель условного чистого дохода был самым низким на кон-

трольном варианте и составил лишь 23 392 руб./га. Все варианты внесения удобрений по предшественнику подсолнечник способствовали росту условного чистого дохода на 2247–13 197 руб./га.

Выводы. В среднем за годы исследований по предшественнику черный пар сорт твердой озимой пшеницы Агат Донской без удобрений (контроль) формировал урожайность на уровне 5,55 т/га. Наибольшая урожайность (6,09 и 6,13 т/га) и соответственно прибавка (0,54 и 0,57 т/га) были сформированы сортом при использовании дозы удобрений ($P_{60}K_{40}$) и одной или двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения). При этом зерно имело высокое содержание белка и клейковины (15,0 и 28,1%) и соответствовало по качеству 1-му классу.

Несмотря на снижение рентабельности и рост себестоимости продукции, все варианты внесения удобрений способствовали росту условного чистого дохода по предшественнику черный пар от 341 руб./га в варианте $P_{30}K_{20} + 2N_{30}$ до 7805 руб./га в варианте $P_{60}K_{40} + 2N_{30}$. Рост условного чистого дохода до 7805 руб./га в варианте $P_{60}K_{40} + 2N_{30}$ объясняется не только повышенной урожайностью, но и высоким качеством продукции, что увеличило цену реализации.

По предшественнику подсолнечник наибольшая дополнительная урожайность (1,25 т/га) у сорта Агат Донской была получена при использовании удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ и применении двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазе колошения). Согласно ГОСТу по представленным показателям качества зерно сорта Агат Донской в этом варианте можно отнести ко 2-му классу, а на других вариантах – к 3-му. Рост качества зерна обеспечил максимальный уровень рентабельности в варианте с внесением $N_{40}P_{60}K_{40} + 2N_{30}$, а именно 147%.

Сельхозтоваропроизводителям области рекомендуется применение различных доз минеральных удобрений как по предшественнику черный пар, так и по предшественнику подсолнечник, так как этот агротехнический прием способствует росту условного чистого дохода до 7805 руб./га на предшественнике черный пар и до 13 197 руб./га по предшественнику подсолнечник.

Библиографические ссылки

- Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 г.). Зерноград. Ростов н/Д., 2005. 80 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Мудрова А. А., Костин В. В. Селекция озимой твердой пшеницы на адаптивность и изменение сортов в результате селекционной работы. Пшеница и тритикале // Зеленая революция П. П. Лукьяненко: мат. науч.-практ. конференции. Краснодар: Сов. Кубань, 2001. С. 118–134.
- Подлесных Н. В., Власова Л. М., Купряжкин Е. А. Озимая твердая пшеница – лучшее сырье для макаронной промышленности // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: мат. III Междунар. науч.-практ. конференции. 2015. С. 47–52.
- Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Ковтун Л. Н., Дубинина О. А., Белобородова Т. В. Твердая озимая пшеница: достижения, проблемы, перспективы // Зерновое хозяйство России. 2009. № 1. С. 7–14.
- Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2013–2020 гг.) Ч. 1–3. Ростов н/Д., 2013.
- Самофалова Н. Е., Попов А. С., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Дерова Т. Г. Твердая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство) // Научно-практические рекомендации. Ростов н/Д., 2012. 80 с.
- Цуциев Р. А., Ханикаев Б. Р. Влияние удобрений на питательный режим выщелоченного чернозема под озимой пшеницей // Вестник научных трудов молодых ученых, аспирантов и магистрантов ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет». Владикавказ, 2017. С. 23–26.

References

1. 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)]. Zernograd. Rostov n/D., 2005. 80 s.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
3. Mudrova A. A., Kostin V. V. Selekcija ozimoj tverdoj pshenicy na adaptivnost' i izmenenie sortov v rezul'tate selekcionnoj raboty [Winter durum wheat breeding for adaptability and variety change as a result of selection]. Pshenica i triticale // Zelenaya revolyuciya P. P. Luk'yanenko: mat. nauch.-prakt. konferencii. Krasnodar: Sov. Kuban', 2001. S. 118–134.

4. Podlesnyh N. V., Vlasova L. M., Kupryazhkin E. A. Ozimaya tverdaya pshenica – luchshee syr'e dlya makaronnoj promyshlennosti [Winter durum wheat is the best raw material for the pasta industry] // Proizvodstvo i pererabotka sel'skohozyaistvennoj produkci: menedzhment kachestva i bezopasnosti: mat. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. 2015. S. 47–52.
5. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Kovtun L. N., Dubinina O. A., Beloborodova T. V. Tverdaya ozimaya pshenica: dostizheniya, problemy, perspektivy [Winter durum wheat: achievements, problems, prospects] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2009. № 1. S. 7–14.
6. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Rostovskoj oblasti (na period 2013–2020 gg.) [System of agroindustrial production of the Rostov region (for the period 2013–2020)]. Ch. 1–3. Rostov n/D., 2013.
7. Samofalova N. E., Popov A. S., Ilichkina N. P., Dubinina O. A., Derova T. G. Tverdaya (turgidnaya) ozimaya pshenica v Rostovskoj oblasti (sortovoj sostav, tekhnologiya vozdelyvaniya, semenovodstvo) [Winter durum wheat (turgid) in the Rostov region (varietal composition, cultivation technology, seed-growing and production)] // Nauchno-prakticheskie rekomendacii. Rostov n/D., 2012. 80 s.
8. Cuciev R. A., Hanikaev B. R. Vliyanie udobrenij na pitatel'nyj rezhim vyshchelochennogo chernozema pod ozimoj pshenicej [The effect of fertilizers on the nutrient regime of leached blackearth (chernozem) under winter wheat] // Vestnik nauchnyh trudov molodyh uchyonyh, aspirantov i magistrantov FGBOU VO "Gorskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet". Vladikavkaz, 2017. S. 23–26.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.34:631.53.04(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ СОИ СЕЛЕКЦИИ АНЦ «ДОНСКОЙ» В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. А. Васильченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

Г. В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976

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

Соя – важнейшая продовольственная белково-масличная культура в мире. Однако в Ростовской области посевные площади под этой культурой незначительные (12,3 тыс. га, или 0,21% от площади пашни, в 2015 г.). Для зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области соя является перспективной зернобобовой культурой, обладающей устойчивостью к полеганию и повреждению болезнями. Исследования проводили в 2016–2017 гг. с целью определения реакции сои на различные сроки посева. Исследовательская работа выполнена на полях ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (лаборатория технологии возделывания пропашных культур), расположенного в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый карбонатный на лессовидных суглинках со следующими агрохимическими показателями почвы: гумус – 3,36%; pH – 7,0; P₂O₅ – 24,4; K₂O – 360 мг/кг почвы. Объектом исследований являлись сорта сои Дон 21 и Дива, допущенные к использованию в Ростовской области. В статье приведены результаты влияния сроков посева на продолжительность вегетационного периода, элементы структуры урожая и урожайность семян сои. Продолжительность вегетационного периода изменялась в зависимости от срока посева и была наименьшей в четвертом сроке посева – 110 и 116 дней соответственно у сортов Дон 21 и Дива. Наибольшие значения элементов структуры урожая: количество бобов на растении (21,7 и 19,5 шт.), масса семян с растения (3,87 и 3,58 г) и масса 1000 семян (146,9 и 146,7 г) отмечены в третьем сроке посева у сорта Дива и во втором сроке у сорта Дон 21. В этих же вариантах опыта отмечалась максимальная урожайность по сортам Дива и Дон 21 – 1,38 и 1,25 т/га.

Ключевые слова: соя, урожайность, сорт, срок посева, гидротермический коэффициент, структура урожая.



THE EFFECT OF SOWING DATE ON PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES DEVELOPED BY THE ARC "DONSKOY" IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

S. A. Vasilchenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of cultivation technologies of row crops, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

G. V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of cultivation technologies of row crops, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976

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

Soybean is the most important food protein and oil grain crop in the world. However, in the Rostov region, the areas under this crop are insignificant (12.3 thousand hectares or 0.21% of the arable land in 2015). As the Rostov region is the zone of insufficient and unstable moistening, soybean is a promising leguminous crop, which is resistant to lodging and to damage by diseases. The studies were conducted in 2016–2017 to determine soybean response to different sowing time. The research work was carried out on the fields of the FSBSI "Agricultural Scientific Center "Donskoy" (the laboratory of cultivation technologies of row crops) located in the southern soil-climatic zone of the Rostov region. The soil of the test plot is ordinary blackearth (chernozem), heavy loamy, carbonate

on forestry loam, with such agrochemical indicators of soil as 3.36% of humus; 7.0 of pH; 24.4 of P_2O_5 ; 360 mg of K_2O per kg of soil. The object of research was the soybean varieties "Don 21" and "Diva" approved for use in the Rostov region. The article presents the results on the effect of sowing dates on the length of the vegetation period, the elements of yield structure and productivity of soybean seeds. The length of the vegetation period varied depending on the sowing time and was the shortest in the fourth term of sowing, viz. 110 and 116 days for the varieties "Don 21" and "Diva" respectively. The highest values of the elements of the yield structure (the number of beans per plant (21.7 and 19.5 pcs.), seeds' weight per plant (3.87 and 3.58 g) and 1000-seeds weight (146.9 and 146.7 g) were identified in the variety "Diva" (the third sowing term) and in the variety "Don 21" (the second sowing term). In the same variants of the trial, the maximum yields were produced by the varieties "Diva" and "Don 21" (1.38 and 1.25 t/ha respectively).

Keywords: soybean, productivity, sowing time, hydrothermal coefficient, yield structure.

Введение. Главным лимитирующим фактором в получении высокой урожайности сои в южной зоне Ростовской области является влага (недостаточное и неустойчивое увлажнение). Согласно среднемноголетним данным максимальные запасы продуктивной влаги в почве отмечаются весной – третья декада марта – первая декада апреля (Гриценко, 2005). Поэтому в условиях богаты сроки посева сои имеют исключительно важное значение как значимый агроприем в обеспечении нормального роста и развития растений, так как при посеве в оптимальные сроки растения могут максимально эффективно использовать все необходимые факторы для своего роста и развития (Метлина, 2008, 2010).

Относительно выбора оптимального срока посева сои существуют различные мнения, так как прежде исследования проводили с ранее районированными сортами в различных почвенно-климатических зонах Ростовской области (Васильченко С. А., автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук, 2011).

Посев в оптимальные сроки – одно из важнейших условий получения дружных и полных всходов, поскольку нарушение оптимальных сроков посева приводит к снижению полевой всхожести и, соответственно, недобору урожайности, невызреванию и ухудшению посевных качеств семян. Недостаток тепла на начальных этапах развития отрицательно оказывается на дружности появления всходов и приводит к их изреживанию. Замедленное прорастание семян в холодную погоду, как правило, сопровождается распространением семядольного бактериоза и снижением жизнестойкости полученных всходов. При поздних сроках посева отмечается снижение полевой всхожести вследствие иссушения верхнего слоя почвы (Баранов, 2004).

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводили в 2016–2017 гг. на полях научного севооборота лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской», г. Зерноград).

Объектом исследований были два сорта сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» различных групп спелости: Дон 21 – среднеранней и Дива – среднеспелой. Сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации по 6-му региону (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2017).

Схема опыта (в скобках представлены календарные даты посева 2016 и 2017 гг.):

I срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 8–10 °C (13.04; 13.04);

II срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 12–14 °C (21.04; 24.04);

III срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 16–18 °C (4.05; 10.05);

IV срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 20–22 °C (15.05; 20.05).

Повторность опыта – четырехкратная; учетная площадь делянки – 50 м²; расположение делянок – систематическое. Глубина заделки семян – 5–6 см. Предшественник – озимая пшеница.

Агротехника – общепринятая для возделывания культуры в южной зоне Ростовской области (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг., 2013). Посев проводили селекционной сеялкой СС-11 Альфа. Способ посева – широкорядный с междуярдьем 45 см. Норма высева – 0,5 млн всхожих семян/га. Уборку опытных делянок осуществляли с помощью селекционного комбайна Сампо 2010.

Убранные семена подвергали очистке и доводили до 100% чистоты и 12% влажности.

Проведение полевых опытов и статистическую обработку данных осуществляли по методике Б. А. Доспехова (2014). Биометрические данные обрабатывались на персональном компьютере с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003, CXStat, Statistica 10.0.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,36%; pH – 7,0; P_2O_5 – 24,4; K_2O – 360 мг/кг почвы. Толщина гумусового слоя превышает 1 м.

Климат южной зоны области характеризуется как полузасушливый с умеренно жарким летом и умеренно мягкой зимой. Среднегодовое количество осадков составляет 582,4 мм, из них 2/3 выпадает в теплое время года, при среднесуточной температуре воздуха выше 10 °C. Среднегодовая температура воздуха составляет +9,6 °C, сумма положительных температур за период вегетации равна 3400–3600 °C, гидротермический коэффициент (ГТК) составляет 0,80–0,85, что характеризует зону проведения исследований как засушливую. За летний период отмечается более 40 суховейных дней.

Контрастные метеорологические условия в годы проведения исследований позволили более объективно оценить изучаемые сорта и сроки посева.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований были изучены рост, развитие растений, продолжительность межфазных и вегетационного периодов сортов сои различных групп спелости. Выявлена реакция сортов сои на сроки посева.

При проведении полевого опыта установлено, что продолжительность межфазных периодов и периода вегетации растений сои изменились под влиянием сроков посева.

Период от посева до появления всходов продолжительней в ранних сроках посева: всходы первого и второго сроков посева у сортов Дон 21 и Дива появились через 15 и 20 дней соответственно. Среднесуточная температура воздуха в этот период составляла 12,8–13,5 °C. В последующих, третьем и четвертом сроках, из-за повышения среднесуточной температуры воздуха до 14,4–15,6 °C количество дней от посева до всходов уменьшалось и составило по сортам Дон 21 и Дива 9 и 7 дней (табл. 1).

Рост и развитие растений сои в период от всходов до цветения проходили при более высокой температуре воздуха (среднесуточная температура воздуха – 18,3–21,6 °C) и количестве осадков в пределах 84,2–163,0 мм (ГТК = 0,85–1,54). В сложившихся гидротермических условиях за годы исследований этот период варьировал в пределах 44–56 дней у сорта Дон 21 и 47–58 дней у сорта Дива.

1. Влияние различных сроков посева и метеорологических условий на продолжительность межфазных и вегетационного периодов сои (2016–2017 гг.)
1. The effect of different sowing time and meteorological conditions on the length of the interphase and vegetation periods of soybean (2016–2017)

Период	Показатель	Дон 21				Дива			
		срок посева				срок посева			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Посев – всходы	Продолжительность периода, дн.	20	15	12	9	20	15	12	9
	Атмосферные осадки, мм	31,1	29,4	48,7	39,2	31,1	29,4	48,7	39,2
	Среднесуточная температура воздуха, °С	12,8	13,5	14,4	15,6	12,8	13,5	14,4	15,6
	ГТК	0,31	0,35	2,85	2,43	0,31	0,35	2,85	2,43
Всходы – цветение	Продолжительность периода, дн.	56	55	50	44	58	56	52	47
	Атмосферные осадки, мм	137,2	157,6	114,2	84,2	163,0	157,6	120,6	84,3
	Среднесуточная температура воздуха, °С	18,3	18,8	20,7	21,6	18,4	19,0	20,7	21,6
	ГТК	1,31	1,54	1,10	0,89	1,53	1,5	1,11	0,85
Цветение – полная спелость	Продолжительность периода, дн.	70	67	66	66	76	73	71	69
	Атмосферные осадки, мм	100,0	74,2	86,2	78	88	88	79,8	78
	Среднесуточная температура воздуха, °С	24,8	25	24,6	24,8	24,4	24,4	24,4	24,4
	ГТК	0,57	0,45	0,53	0,48	0,47	0,49	0,46	0,45
Вегетационный период	Продолжительность периода, дн.	126	121	116	110	133	129	122	116
	Атмосферные осадки, мм	237,2	231,8	200,4	162,3	250,9	245,5	200,4	162,3
	Среднесуточная температура воздуха, °С	21,9	22,2	22,8	23,3	21,9	22,1	22,8	23,3
	ГТК	0,86	0,89	0,72	0,60	0,86	0,87	0,72	0,60

У сои длительный по времени межфазный период развития растений от цветения до полной спелости. В полевом опыте его продолжительность в среднем за годы исследований составляла 66–70 и 69–76 дней соответственно у сортов Дон 21 и Дива, уменьшаясь от первого к четвертому сроку посева.

Развитие сои в период «цветение – полная спелость» проходило в более жестких условиях увлажнения (ГТК = 0,45–0,57) при высоких значениях среднесуточных температур (24,4–25,0 °С) и суммарном количестве осадков 74,2–100,0 и 78,0–88,0 мм соответственно по сортам Дон 21 и Дива.

Межфазный период «цветение – полная спелость» является критическим по водопотреблению сои. В этот период жизни растений осуществляется налив семян и урожайность сои во многом зависит от влагообеспеченности посевов. В годы исследований он характеризовался недостаточным количеством осадков (32,0°48,1% и 35,1°48,1% от общего количества атмосферных осадков, выпавших за вегетацию сортов Дон 21 и Дива соответственно), высокими среднесуточными температурами воздуха (в отдельные дни температура поднималась до 39 °С) и низкой относительной влажностью воздуха (до 15%).

Уменьшение межфазных периодов оказало влияние на продолжительность вегетации. Наименьшая была при четвертом сроке посева и по сорту Дон 21 составила 110 дней, по сорту Дива – 116 дней.

Сроки посева оказывали влияние не только на продолжительность межфазных и вегетационного периодов, но и на формирование элементов структуры урожая и густоту стояния растений к уборке.

В результате большей теплообеспеченности поздних сроков посева у изучаемых сортов отмечались повышение полевой всхожести и, соответственно, возрастание плотности агроценоза в этих вариантах опыта к уборке. Число растений перед уборкой было максимальным во втором сроке посева по сорту Дон 21 (41,9 шт./м²) и в третьем по сорту Дива (41,2 шт./м²). Вариабельность данного показателя в этом сроке посева по отношению к остальным срокам была незначительной – 6,7 и 2,5% у сортов Дон 21 и Дива. В опыте отмечалась сильная положительная корреляционная связь урожайности с количеством растений перед уборкой ($r = 0,86$). Таким образом, одним из определяющих факторов в повышении урожайности является увеличение числа продуктивных растений перед уборкой (табл. 2).

2. Влияние сроков посева на показатели структуры урожая сортов сои (2016–2017 гг.)
2. The effect of sowing time on the indexes of the yield structure of soybean varieties (2016–2017)

Сорт	Срок посева	Количество растений перед уборкой, шт./м ²		Высота прикрепления нижнего боба, см	Количество бобов на растении, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
		M(V)	M(V)				
Дон 21	I	36,8 (7,7)	16,4 (4,2)	15,9 (10,1)	2,85 (4,3)	145,6 (4,5)	
	II	41,9 (6,7)	15,4 (4,0)	19,5 (10,7)	3,58 (4,7)	147,3 (4,7)	
	III	39,3 (8,1)	15,6 (5,1)	18,2 (9,9)	3,39 (3,7)	146,7 (3,7)	
	IV	40,2 (9,0)	15,0 (3,4)	14,1 (13,6)	3,26 (9,5)	142,6 (4,3)	
	HCP ₀₅	1,6	0,9	1,0	0,13	1,7	
Дива	I	37,2 (6,7)	20,2 (3,5)	18,3 (5,0)	2,71 (2,8)	143,7 (3,1)	
	II	39,4 (6,9)	19,9 (4,5)	20,4 (4,3)	3,34 (5,1)	145,6 (3,5)	
	III	41,2 (2,5)	19,6 (4,7)	21,7 (5,2)	3,87 (8,2)	146,9 (4,3)	
	IV	38,6 (4,2)	19,0 (3,9)	16,4 (4,4)	3,47 (3,6)	142,3 (3,3)	
	HCP ₀₅	1,1	0,6	0,9	0,25	2,6	

Примечание: M – среднее значение; V – коэффициент вариации, %.

Высота прикрепления нижнего боба определяет величину потерь при механизированной уборке урожая, так как при более высоком прикреплении нижнего боба уменьшаются потери зерна. У изучаемых сортов величина этого показателя находилась в интервале от 15,0 до 16,4 см у сорта Дон 21 и от 19,0 до 20,2 см у сорта Дива. Данный показатель отличался стабильностью значений в годы исследований ($V = 3,4\text{--}5,1\%$). Между урожайностью и высотой прикрепления нижнего боба корреляционная связь практически отсутствовала ($r = 0,04$). Таким образом, во всех сроках посева высота прикрепления нижнего боба позволяла эффективно осуществлять механизированную уборку посевов без потери семян.

Количество бобов на растении – важный элемент продуктивности, зависящий от биологических особенностей сорта, почвенно-климатических условий и агротехники возделывания. Наибольшее количество бобов на растении у сортов Дон 21 и Дива отмечалось во втором и третьем сроках посева – 19,5 и 21,7 шт. соответственно. Вариабельность данного показателя структуры характеризовалась как «незначительная» у сорта Дива ($V = 4,3\text{--}5,2\%$) и «незначительная» и «средняя» у сорта Дон 21 ($V = 9,9\text{--}13,6\%$). В результате статистической обработки данных была выявлена средняя положительная корреляционная связь урожайности с количеством бобов на растении ($r = 0,54$), что свидетельствует об отзывчивости данного элемента структуры урожая на оптимизацию срока посева.

Главным элементом семенной продуктивности растений является масса семян с растения. В большей степени она зависит от погодных условий и применяемой агротехники при возделывании культуры. Максимальная масса семян с растения отмечалась во втором сроке посева у сорта Дон 21 (3,58 г)

и в третьем – у сорта Дива (3,87 г). Минимальная масса семян с растения (2,85 и 2,71 г) была определена в первом сроке посева у сортов Дон 21 и Дива. Вариабельность массы семян с растения была незначительная по обоим сортам, однако наибольшая изменчивость данного показателя отмечалась в четвертом сроке у сорта Дон 21 ($V = 9,5\%$) и в третьем сроке у сорта Дива ($V = 8,2\%$). Корреляционная связь урожайности с этим показателем структуры урожая была наиболее сильной ($r = 0,99$), поэтому данный показатель структуры урожая оказывал максимальное влияние на урожайность семян в опыте.

Масса 1000 семян характеризует выполнимость семян. Масса 1000 семян незначительно варьировалась по срокам посева ($V = 3,3\text{--}4,7\%$) и находилась в пределах 144,7–149,6 г у сорта Дон 21 и 142,1–149,0 г у сорта Дива, что позволяет их отнести к средней группе по массе 1000 семян (Международный классификатор СЭВ рода GLYCINE WILLD, 1990). Поэтому сроки посева не оказывали существенного влияния на изменчивость данного показателя, а интервал варьирования являлся типичным для данных сортов. Максимальные значения данного показателя структуры отмечались в третьем сроке посева у изучаемых сортов. Между показателями «масса 1000 семян» и «урожайность» существует средняя положительная корреляционная связь ($r = 0,44$). Таким образом, увеличение массы 1000 семян оказывало положительное влияние на урожайность семян сои.

Реакция сортов на сроки посева зависела от метеорологических условий за вегетационный период и в первую очередь от обеспеченности влагой. Наибольшую урожайность изучаемые сорта сформировали в условиях более увлажненного 2016 г. в третьем сроке посева, а в засушливых условиях 2017 г. – во втором сроке посева (табл. 3).

**3. Влияние сроков посева на урожайность сортов сои, т/га
3. The effect of sowing time on productivity of soybean varieties, t/ha**

Сорт (фактор А)	Срок посева (фактор В)	Годы		Среднее	± к первому сроку
		2016	2017		
Дон 21	I	0,89	0,81	0,85	–
	II	1,29	1,21	1,25	+0,40
	III	1,23	1,03	1,13	+0,28
	IV	1,10	0,95	1,03	+0,18
Дива	I	0,82	0,72	0,77	–
	II	1,18	1,02	1,10	+0,33
	III	1,48	1,28	1,38	+0,61
	IV	1,22	1,09	1,16	+0,39
НСР ₀₅ для частных различий		0,09	0,08		
НСР ₀₅ А		0,06	0,07		
НСР ₀₅ В		0,09	0,10		
НСР ₀₅ АВ		0,09	0,10		
Влияние фактора А – 1%; В – 70%; АВ – 16%; Z – 13%					

Примечание: Z – неконтролируемые факторы.

В годы исследований разница между максимальными и минимальными значениями урожайности по срокам посева составила: у сорта Дон 21 – 0,48 т/га (59,3%); у сорта Дива – 0,76 т/га (105,6%), что свидетельствует о больших резервах повышения урожайности сои за счет оптимизации срока посева (доля влияния фактора «срок посева» – 70%).

Корреляционная связь продолжительности межфазных, вегетационного периодов и урожайности средняя отрицательная ($r = -0,33\text{--}-0,43$). Таким об-

разом, при увеличении продолжительности межфазных и вегетационного периодов возрастания урожайности не происходит.

В среднем за годы исследований наибольшая урожайность в опыте у сорта Дон 21 отмечалась во втором сроке (1,25 т/га), а у сорта Дива в третьем сроке (1,38 т/га). В этих вариантах опыта прибавка урожайности к первому сроку посева составила 0,40 и 0,61 т/га соответственно по сортам Дон 21 и Дива.

Выводы

В условиях южной зоны Ростовской области срок посева сои оказывал большое влияние на продолжительность вегетационного периода. Отмечалось сокращение продолжительности вегетации от первого к четвертому сроку посева – со 126 и 133 до 110 и 116 дней у сортов Дон 21 и Дива соответственно.

Наибольшее влияние на урожайность сортов сои (доля влияния фактора – 70%) оказывали сроки посева. Максимальная урожайность сформировалась во втором сроке посева у сорта Дон 21 (1,25 т/га) и в третьем сроке посева сорта Дива (1,38 т/га), в этих же вариантах опыта отмечались наилучшие показатели структуры урожая.

Библиографические ссылки

- Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/д.: ЗАО «Книга», 2005. 80 с.
- Метлина Г. В., Васильченко С. А. Ресурсосберегающая и экологически безопасная технология возделывания сои // Научное обеспечение стабильности производства зерновых и кормовых культур: сб. науч. трудов. Ростов н/д.: ЗАО «Книга», 2008. С. 359–363.
- Метлина Г. В., Васильченко С. А., Кривошеева Е. Д. Влияние водного и пищевого режимов почвы на продуктивность сои в зависимости от сроков посева // Зерновое хозяйство России. 2010. № 2. С. 25–29.
- Баранов В. Ф., Ефимов А. Г., Корреа У. Т. О возможности и эффективности рядового сева сои // Земледелие. 2004. № 2. С. 30–31.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М., 2017. 483 с.
- Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг. Ч. 2. Ростов н/д.: Донской издательский дом, 2013. 272 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотипное издание. Перепечатка с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.

References

- 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.: ZAO “Kniga”, 2005. 80 s.
- Metlina G. V., Vasil’chenko S. A. Resursosberegayushchaya i ekologicheski bezopasnaya tekhnologiya vozdelvaniya soi [Resource-saving and environmentally friendly soybean cultivation technology] // Nauchnoe obespechenie stabiльnosti proizvodstva zernovyh i kormovyh kul’tur: Sb. nauch. trudov. Rostov n/D.: ZAO “Kniga”, 2008. S. 359–363.
- Metlina G. V., Vasil’chenko S. A., Krivosheeva E. D. Vliyanie vodnogo i pishchevogo rezhimov pochvy na produktivnost’ soi v zavisimosti ot srokov poseva [The effect of water and nutrition regimes of soil on soybean productivity depending on the sowing Time] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2010. № 2. S. 25–29.
- Baranov V. F., Efimov A. G., Korrea U. T. O vozmozhnosti i effektivnosti ryadovogo seva soi [On the possibility and efficiency of the row soybean sowing] // Zemledelie. 2004. № 2. S. 30–31.
- Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennych k ispol’zovaniyu. T. 1. Sorta rastenij [The State List of Breeding Achievements approved for use]. M., 2017. 483 s.
- Zonal’nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gg. [Zonal agricultural systems of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. 2. Rostov n/D.: Donskoj izdatel’skij dom, 2013. 272 s.
- 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)]: ucheb. dlya vysshih sel’skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. Stereotipnoe izdanie. Perepechatka s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al’yans, 2014. 351 s.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.358:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-13-16

ВЗАИМОСВЯЗИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОЖАЙНОСТИ НОВЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА

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

К. Н. Хабибуллин, агроном лаборатории селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур,

kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649;

М. В. Скулова, агроном, лаборатории селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

Д. П. Дорохова, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, dorohovadarya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8753-6398

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

Исследования проводили в 2016–2018 гг. в конкурсном сортоиспытании гороха на полях научного севооборота лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ростовской области (Зерноградский район). Анализ полученных семян проводили в лабора-

тории биологической и технологической оценки качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объектами исследований были новые линии гороха селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», которые различались по морфологическим, биологическим и хозяйственными ценным признакам и свойствам. В годы исследований метеорологические условия вегетационного периода гороха были контрастными, что позволило объективно оценить линии в сложившихся погодно-климатических условиях. В конкурсном сортоиспытании за период 2016–2018 гг. в результате оценки новых перспективных линий гороха по урожайности и сбору белка выделились линии с усатым типом листа Г-1002, Г-1003, превысившие стандартный сорт Аксайский усатый 5 по урожайности (на 0,30 и 0,39 т/га) и сбору белка (на 0,08 и 0,10 т/га соответственно). Высокая корреляция наблюдается между урожайностью семян и сбором белка (0,95). Низкой корреляцией (0,35) характеризуется показатель между содержанием белка в семенах и сбором белка. И отсутствие взаимосвязи наблюдается у коэффициента корреляции (0,03) между урожайностью и содержанием белка в зерне гороха. Анализ коэффициентов корреляции показывает, что ведение селекции гороха на урожайность напрямую влияет на сбор белка, то есть чем выше урожайность семян, тем выше сбор белка. Отличившиеся линии по урожайности и сбору белка зерна гороха будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Ключевые слова: горох, сорт, линия, урожайность, содержание белка, сбор белка, корреляция.



INTERRELATIONS OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF PRODUCTIVITY OF THE NEW PEAS LINES

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

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

M. V. Skulova, agronomist of the laboratory of legumes breeding and seed-growing; povolotskaya68@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7382-4703;

D. P. Dorokhova, technician-researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and grain quality, dorohovadarya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8753-6398

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

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

In 2016–2018 in the competitive variety testing there was conducted the study of peas on the fields of research crop rotation of the laboratory of legumes breeding and seed-growing of the FSBSI "ARC "Donskoy" located in the zone of unstable humidity of the Rostov region (Zernograd district). The analysis of the obtained seeds was carried out in the laboratory of biochemical estimation of breeding material and grain quality of the FSBSI "ARC "Donskoy". The objects of research were new pea lines of breeding of the FSBSI "ARC "Donskoy", which differed in their morphological, biological and economically valuable traits and properties. During the years of research, the meteorological conditions of the vegetation period of peas were contrasting, which made it possible to objectively estimate the lines in the climatic conditions. In the competitive variety testing for the period of 2016–2018, the evaluation of new promising pea lines due to their productivity and protein percentage resulted in identification the leafless pea lines "G-1002" and "G-1003" which exceeded the standard variety "Aksaisky Usaty 5" in productivity (0.30 and 0.39 t/ha) and protein yield (0.08 and 0.10 t/ha, respectively). There is a high correlation between seed productivity and protein content (0.95). There is a low correlation between protein percentage in seeds and protein yield (0.35). There is no correlation between productivity and protein percentage in seeds (0.03). The analysis of correlations shows that pea breeding on productivity directly affects on protein yield, i. e. the larger seed productivity, the larger protein percentage. The most productive pea lines are going to be used in further breeding work.

Keywords: peas, variety, line, productivity, protein percentage, protein yield, correlation.

Введение. Одной из главных проблем сельскохозяйственного производства остается нехватка растительного белка. В решении этого вопроса львиную долю занимают бобовые культуры, среди которых основной в Российской Федерации является горох. Зерно этой культуры содержит 18–35%, зеленая масса – 13–24% белка, богатого незаменимыми аминокислотами, такими как лизин, триптофан, метионин, валин и др. Поэтому горох считается высококачественным кормом, превышающим по питательной ценности многие культуры (Кондыков, 2010; Алабушев, 2001; Макашева, 1973).

В районах возделывания горох широко применяется в кормопроизводстве для получения комбикормов, дробленок, мешанок, в качестве улучшителя кормов и обогатителя высококачественными белками (Дебелый, 2009; Кашеваров, 2013).

Повышение качества продукции приобретает все большее значение в селекции гороха. Согласно заключению Института селекции растений Кембриджского университета, потенциал содержания белка в горохе используется примерно на две трети (Вербицкий, 1992).

В связи с этим одной из важнейших задач селекции гороха является выведение высокоурожайных сортов с высоким содержанием белка в зерне.

Целью наших исследований явилось изучение новых высокопродуктивных линий гороха, созданных в АНЦ «Донской», по урожайности и содержанию белка.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в конкурсном сортоиспытании гороха на полях научного севооборота лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ростовской области (Зерноградский район). Анализ полученных семян проводили в лаборатории биологической и технологической оценки качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Объектами исследований были линии гороха селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», которые различались по морфологическим, биологическим и хозяйственными ценными признакам и свойствам.

Посев проводили сеялкой ССФК-7. Площадь делянки – 20 м². Повторность – шестикратная. Делянки – семирядковые с междурядьями 15 см. Агротех-

ника – общепринятая для Ростовской области. Сорт Аксайский усатый 5, используемый в качестве стандарта, размещали через каждые 10 делянок.

Исследования проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985 г.), методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур (1975 г.).

Уборку осуществляли малогабаритным комбайном Wintersteiger Classic.

Для статистической обработки полученных результатов использовали методы дисперсионного

и корреляционного анализов и программу Microsoft Excel с приложением CXSTAT.

В годы исследований метеорологические условия вегетационного периода гороха были контрастными, что позволило объективно оценить линии в сложившихся погодно-климатических условиях.

Результаты и их обсуждение. В конкурсном сортоиспытании исследовали перспективные линии по урожайности, содержанию белка в зерне и сбору белка. Результаты исследований представлены в таблице 1.

**1. Урожайность, содержание и сбор белка
у перспективных линий гороха (КСИ, среднее за 2016–2018 гг.)**

1. Productivity, protein percentage and yield of the promising pea lines (CVT, average in 2016–2018)

Сорт, линия	Тип листа	Урожайность семян, т/га		Содержание белка в семенах, %		Сбор белка, т/га	
		средняя	отклонение от стандарта	среднее	отклонение от стандарта	среднее	отклонение от стандарта
Аксайский усатый 5, ст.	ус.	2,42	–	24,2	–	0,58	–
Г-1001	ус.	2,63	0,21	23,9	–0,3	0,63	0,05
Г-1002	ус.	2,72	0,30	24,4	0,2	0,66	0,08
Г-1003	ус.	2,81	0,39	24,1	–0,1	0,68	0,10
Г-1005	ус.	2,59	0,17	24,5	0,3	0,63	0,05
Г-1007	ус.	2,64	0,22	23,5	–0,7	0,62	0,04
Г-1010	лист.	2,73	0,31	23,1	–1,1	0,63	0,05
Г-1013	лист.	2,67	0,25	21,7	–2,5	0,58	0,0
Г-1015	лист.	2,61	0,19	23,1	–1,1	0,60	0,02
Среднее		2,65		23,5		0,61	
HCP ₀₅			0,28		1,28		0,07

За 3 года исследований средняя урожайность зерна составила 2,65 т/га. Стандарт достоверно превысили 2 линии из группы усатого морфотипа – Г-1002 (на 0,30 т/га), Г-1003 (на 0,39 т/га) и 1 линия листочкового морфотипа – Г-1010 (на 0,31 т/га).

Содержание белка в зерне линий гороха в среднем за годы исследований составило 23,5%. Ни одна из исследуемых линий достоверно (HCP₀₅ – 1,28%) не превысила стандарт. Так, у сорта Аксайский усатый 5, используемого в качестве стандартного сорта, содержание белка в зерне составило 24,2%. Максимальное содержание белка наблюдалось у линии Г-1005 (24,5%), превысившей стандартный сорт на 0,3%. Незначительно уступили ей линии Г-1002 и Г-1003, имея 24,4 и 24,1% соответственно.

Важным показателем при оценке сортов гороха является сбор белка, содержащегося в зерне. Дан-

ный показатель – производная урожайности и содержания белка в семенах гороха. Высоким сбором белка с гектара отличились линии Г-1003 (0,68 т/га) и Г-1002 (0,66 т/га), достоверно (HCP₀₅ – 0,07 т/га) превышая стандартный сорт, показавший сбор белка 0,58 т/га.

Для селекционеров представляют интерес взаимосвязи, прослеживаемые между количественными и качественными показателями. По результатам конкурсного сортоиспытания линий гороха за 2016–2018 гг., высокая взаимосвязь наблюдалась между урожайностью семян и сбором белка (0,95). Низкой корреляцией (0,35) характеризуется показатель между содержанием белка в семенах и сбором белка. И отсутствие взаимосвязи наблюдается у коэффициента корреляции 0,03 между урожайностью и содержанием белка в зерне гороха (табл. 2).

**2. Корреляционные взаимосвязи урожайности
и показателей качества зерна линий гороха (КСИ, среднее за 2016–2018 гг.)**

**2. Correlation between productivity and indicators of grain quality
of pea lines (CVT, average in 2016–2018)**

Показатели	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента корреляции
Урожайность семян – содержание белка в семенах	0,03	0,24
Урожайность семян – сбор белка	0,95	0,08
Содержание белка в семенах – сбор белка	0,35	0,23

Выводы. В конкурсном сортоиспытании за период 2016–2018 гг. в результате оценки новых перспективных линий гороха по урожайности и сбору белка выделились линии с усатым типом листа Г-1002, Г-1003, превысившие стандартный сорт Аксайский усатый 5 по урожайности (на 0,30 и 0,39 т/га) и сбору белка (0,08 и 0,10 т/га соответственно).

По результатам конкурсного сортоиспытания линий гороха за 2016–2018 гг., высокая взаимосвязь наблюдается между урожайностью семян и сбором белка (0,95). Низкой корреляцией (0,35) характеризу-

ется показатель между содержанием белка в семенах и сбором белка. И отсутствие взаимосвязи наблюдается у коэффициента корреляции 0,03 между урожайностью и содержанием белка в зерне гороха. Анализ коэффициентов корреляции показывает, что ведение селекции гороха на урожайность напрямую влияет на сбор белка, то есть чем выше урожайность семян, тем выше сбор белка.

Отличившиеся линии по урожайности и сбору белка зерна гороха будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Библиографические ссылки

1. Алабушев В. А., Алабушев А. В. и др. Растениеводство: учеб. пособие. Ростов н/Д.: Март, 2001. 384 с.
2. Вербицкий Н. М. Селекция гороха Северного Кавказа. Ростов н/Д.: Лугань, 1992. 259 с.
3. Дебелый Г. А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. М.: Немчиновка, 2009. 258 с.
4. Кашеваров И. И., Сапрыкин В. С., Данилов В. П. Многокомпонентные сенежные смеси в решении проблемы дефицита кормового растительного белка // Кормопроизводство. 2013. № 1. С. 3–7.
5. Кондыков И. В., Бобков С. В., Уварова О. В., Толкачева М. А., Кондыкова Н. Н. Современные Европейские сорта гороха – урожайность и содержание белка // Зерновое хозяйство России. 2010. № 5(11). С. 17–20.
6. Макашева Р. Х. Горох. Л.: Колос, 1973. 312 с.

References

1. Alabushev V. A., Alabushev A. V. i dr. Rastenievodstvo: ucheb. posobie [Plant-breeding: the textbook]. Rostov n/D.: Mart, 2001. 384 s.
2. Verbickij N. M. Selekcija goroha Severnogo Kavkaza [Peas breeding in the North Caucasus]. Rostov n/D.: Lugar', 1992. 259 s.
3. Debelyj G. A. Zernobobovye kul'tury v Nechernozemnoj zone RF [Legumes in the Non-blackearth zone of the Russian Federation]. M.: Nemchinovka, 2009. 258 s.
4. Kashevarov I. I., Saprykin V. S., Danilov V. P. Mnogokomponentnye senezhnye smesi v reshenii problemy deficit'a kormovogo rastitel'nogo belka [Multicomponent hay mixtures in solving the problem of fodder vegetable protein deficit] // Kormoprovodstvo. 2013. № 1. S. 3–7.
5. Kondykov I. V., Bobkov S. V., Uvarova O. V., Tolkacheva M. A., Kondykova N. N. Sovremennye Evropejskie sorta goroha – urozhajnost' i soderzhanie belka [Modern European pea varieties: productivity and protein percentage] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2010. № 5(11). S. 17–20.
6. Makasheva R. H. Goroh [Peas]. L.: Kolos, 1973. 312 s.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:632.111.6

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-16-20

СОРТОСМЕНА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ КАК МЕХАНИЗМ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ К АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

В. Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора по науке, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;
В. А. Лиховидова, агроном лаборатории физиологии растений, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы использования сортосмесы для увеличения продуктивности и устойчивости сортов озимой мягкой пшеницы к абиотическим факторам среды. В результате проведенной сортосмесы и чередования сортов, последовательно сменявших друг друга, уровень урожайности вырос с 3,3 т/га (I этап) до 6,2 т/га (VII этап). Установлено, что сорта, относящиеся к степному экотипу, обладают более высоким уровнем засухоустойчивости в сравнении с сортами лесостепного экотипа. Засухоустойчивость по этапам сортосмесы изменялась от 69–70% (I этап) до 95–99% (VII этап). Уровень жаростойкости с I по V этап сортосмесы был низким (48–70%), за исключением сорта Ростовская (III этап сортосмесы), у которого жаростойкость составила 81%. Высокая жаростойкость (90–99%) зафиксирована у сортов, относящихся к VI и VII этапам сортосмесы. Замена возделываемых сортов на новые, более адаптивные и высокопродуктивные, позволит стабилизировать производство зерна и повысить его количество.

Ключевые слова: озимая пшеница, сортосмена, урожайность, засухоустойчивость, жаростойкость, белок, водный и температурный стрессы.



VARIETY CHANGING OF WINTER SOFT WHEAT AS A METHOD TO IMPROVE PRODUCTIVITY AND RESISTANCE TO ABIOTIC ENVIRONMENTAL FACTORS

V. L. Gaze, junior researcher laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;
E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;
D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;
V. A. Likhovidova, agronomist of the laboratory of plant physiology, ORCID ID: 0000-0002-5340-4901
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The article deals with the use of variety changing to increase productivity and resistance of winter wheat varieties to abiotic environmental factors. As a result of the variety changing and sequence of varieties successively replacing each other, the productivity increased from 3.3 t/ha (stage I) to 6.2 t/ha (stage VII). It has been established that the varieties belonging to the steppe ecotype possess a higher level of drought resistance in comparison with the varieties of the forest-steppe ecotype. According to the stages of variety changing drought tolerance ranged from 69–70% (stage I) to 95–99% (stage VII). The level of heat resistance from I to V stage of the variety changing was low (48–70%), excluding the variety "Rostovskaya" (III stage of variety changing) with its heat resistance of 81%. The varieties of the sixth and seventh stage of the variety changing possess high heat resistance (90–99%). The replacement of the cultivated varieties with new, more adaptive and highly productive ones will allow stabilizing grain production and rising its quantity.

Keywords: winter wheat, variety changing, productivity, drought resistance, heat resistance, protein, water and temperature stresses.

Введение. Озимая пшеница принадлежит к числу ценнейших зерновых культур нашей страны. Формирование высокого урожая и накопление в нем хозяйственno ценной части являются конечным результатом ряда сложных физиологико-биохимических процессов. В условиях нарастающей напряженности на мировом зерновом рынке, увеличивающейся потребности в зерне особая роль в решении мировой продовольственной проблемы отводится России, обладающей значительным аграрным потенциалом. Несмотря на высокий генетический потенциал современных сортов, в Ростовской области, которая является крупнейшим производителем зерна в России, в условиях производства в 2018 г. было занято новыми высокоурожайными сортами 12,3% посевной площади озимой пшеницы.

В комплексе мер по подъему зернового хозяйства важное место должна занимать сортосмена как наиболее дешевый и доступный фактор интенсификации производства зерна. Повышение экономической эффективности производства зерна напрямую связано с ускорением внедрения новых сортов на основе научно-обоснованной сортосмены с учетом агроклиматического размещения по природно-климатическим зонам. Медленное внедрение новых сортов приводит к накоплению в производстве значительного количества не внесенных в Госреестр РФ сортов, это дополнительно вносит элемент стихийности в развитие рынка сортовых семян зерновых культур и семеноводства, одновременно усложняет и удорожает его ведение (Алабушев и Раева, 2016). Сортосмена занимает важное место в решении вопросов продовольственной безопасности, повышении экономической эффективности производства зерна в России.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории физиологии растений на базе ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Оценку засухоустойчивости определяли по методике Н. Н. Кожушко (Методические указания. Определение относительной засухоустойчивости и жаростойкости образцов зерновых культур (пшеница, ячмень) способом проращивания семян в растворах сахарозы и после прогревания, 1982).

Оценку жаростойкости осуществляли по методике ВИР в изложении Г. В. Удовенко (Диагностика

устойчивости растений к стрессовым воздействиям, 1988).

Оценку урожайности сортов озимой мягкой пшеницы проводили на полях лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы. Площадь делянки составляла 10 м² в 4-кратной повторности.

Результаты и их обсуждение. Сортосмена является эффективным направлением инновационного процесса, в котором сорт выступает в качестве инновационного продукта. Каждый период сортосмены представляет собой более высокую ступень, качественно новый этап совершенствования той или иной культуры. Анализ роста урожайности различных сортов озимой пшеницы, последовательно сменявших друг друга на этапах сортосмены в ФГБНУ «АНЦ «Донской», показал увеличение продуктивности этих сортов в 1,5–2 раза с 1950 по 2018 г. (I–VII этапы).

Проблема повышения урожайности и качества зерна и устойчивости к стресс-факторам (засуха, перегрев) растений пшеницы приобретает все большее значение в зонах недостаточного увлажнения нашей страны. Оценка исходного материала по устойчивости к почвенной и воздушной засухам в сочетании с высокой урожайностью зерна является в настоящее время первостепенной задачей. Устойчивость к водному и температурному стрессам носит не константный, а динамический характер, развиваясь в онтогенезе как процесс.

У разных сортов проявляются специфические приспособительные реакции, способствующие повышению устойчивости к засухе. Исследования природы реакции отдельных сортов на влияние водного дефицита и перегрева являются актуальными. Поэтому были проведены исследования по оценке уровня урожайности и адаптивности к неблагоприятным факторам среди сортов озимой мягкой пшеницы по этапам их создания и сортосмены (Ионова, 2009).

Сорта были объединены в этапы по времени их районирования в Ростовской области. Выделено пять этапов (1950–1993 гг.) сортосмены, в шестой и седьмой этапы включены сорта пшеницы, допущенные к использованию в производстве в 2000–2009 гг. и 2010–2018 гг.:

I этап (1950–1959 гг.) – Одесская 3 (1950), Приазовская улучшенная (1959);

II этап (1960–1969 гг.) – Безостая 1 (1961), Мироновская 808 (1964);

III этап (1970–1979 гг.) – Ростовчанка (1973), Северодонская (1977);

IV этап (1980–1989 гг.) – Тарасовская 29 (1981), Донская безостая (1983), Донская полукарликовая (1983);

V этап (1990–1999 гг.) – Дон 85 (1990), Донщина (1992), Зерноградка 8 (1993), Дон 95 (1998);

VI этап (2000–2009 гг.) – Дар Зернограда (2000), Ермак (2001), Конкурент (2004), Дон 105 (2008);

VII этап (2010–2018 гг.) – Дон 107 (2010), Аскет (2011), Изюминка (2013), Лидия (2014), Нахodka (2015), Лилит (2016), Краса Дона (2018).

Изменение урожайности по перечисленным этапам сортосмены при замене старых сортов на новые представлено на рисунке 1.

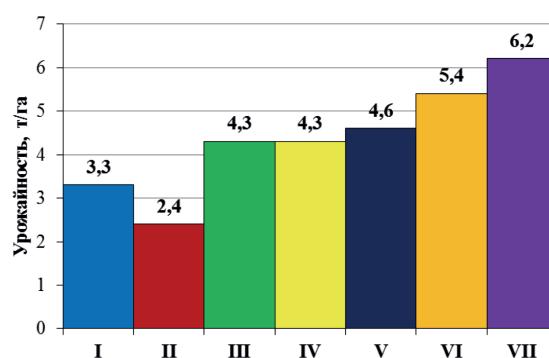
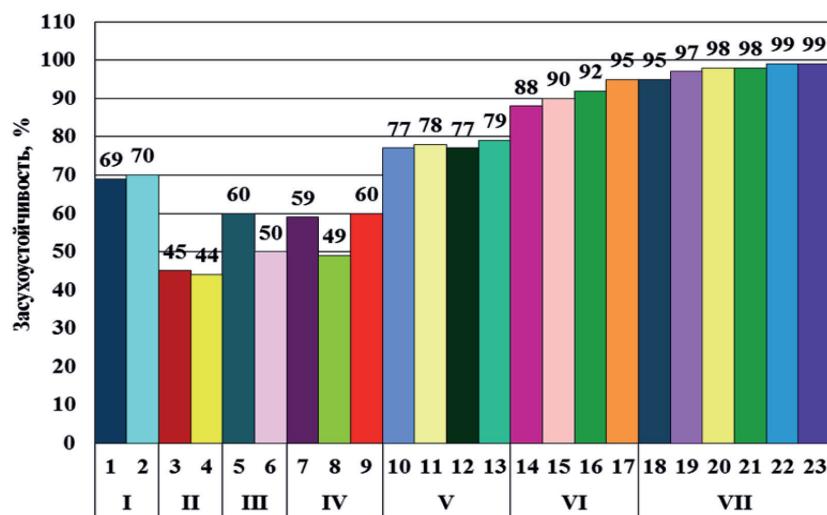


Рис. 1. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены
Fig. 1. Productivity of winter soft wheat varieties according to the stages of variety changing

Урожайность сортов до V этапа сортосмены варьировала от 2,4 т/га (II этап) до 4,6 т/га (V этап). Значительный рост урожайности сортов озимой мягкой пшеницы зафиксирован начиная с VI этапа сортосмены (5,4 т/га) и увеличивался до 6,2 т/га в VII этапе сортосмены. Рост урожайности произошел за счет внедрения адаптивных и высокоурожайных сортов, таких как Ермак, Дон 107, Аскет, Изюминка, Лидия, Лилит и Краса Дона, с аграрным потенциалом 8–10 т/га. Кро-

ме высокой урожайности сорта последних этапов сортосмены обладали высокой степенью адаптивности к неблагоприятным факторам среды (засуха и высокая температура воздуха).

Анализ полученных данных показал, что сорта озимой пшеницы первого этапа (степной экотип) обладают высокой засухоустойчивостью в сравнении с сортами второго периода сортосмены (лесостепной экотип) (рис. 2).



1. Одесская 3
2. Приазовская улучшенная
3. Безостая 1
4. Мироновская 808
5. Ростовчанка
6. Северодонская
7. Тарасовская 29
8. Донская безостая
9. Донская полукарликовая
10. Дон 85
11. Донщина
12. Зерноградка 8
13. Дон 95 ст.
14. Дар Зернограда
15. Ермак
16. Конкурент
17. Дон 105
18. Дон 107 ст.
19. Аскет
20. Изюминка
21. Лидия
22. Нахodka
23. Лилит
24. Краса Дона

Рис. 2. Изменение засухоустойчивости сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены
Fig. 2. Change in drought tolerance of the winter soft wheat varieties according to the stages of variety changing

Небольшой рост устойчивости к засухе наблюдается в сортах, относящихся к III и IV этапам. Наибольший рост засухоустойчивости зафиксирован на последних этапах сортосмены с 2000 по 2018 г. Засухоустойчивость современных сортов (VI и VII этапы) значительно превышает устойчивость сортов на предыдущих этапах сортосмены.

В жизни растений термический фактор имеет большое значение. Только при наличии определенных оптимальных температур развития растений все биологические процессы в них проходят нормально. Процесс нарастания дефицита влаги в почве происходит чаще всего постепенно, и большинство сор-

тов успевают приобрести устойчивость к данному стрессу, тогда как нарастание температуры воздуха происходит резко, поэтому растение не способно к нему быстро адаптироваться. Воздействие высоких температур в фазы цветения и молочно-восковой спелости зерна, даже в условиях достаточной влагообеспеченности, может привести к снижению урожайности зерна озимой пшеницы на 30–50% и более (Ионова, 2011).

Результаты оценки уровня жаростойкости сортов озимой пшеницы разных этапов сортосмены показали, что пять первых этапов имеют низкие значения данного показателя (рис. 3).

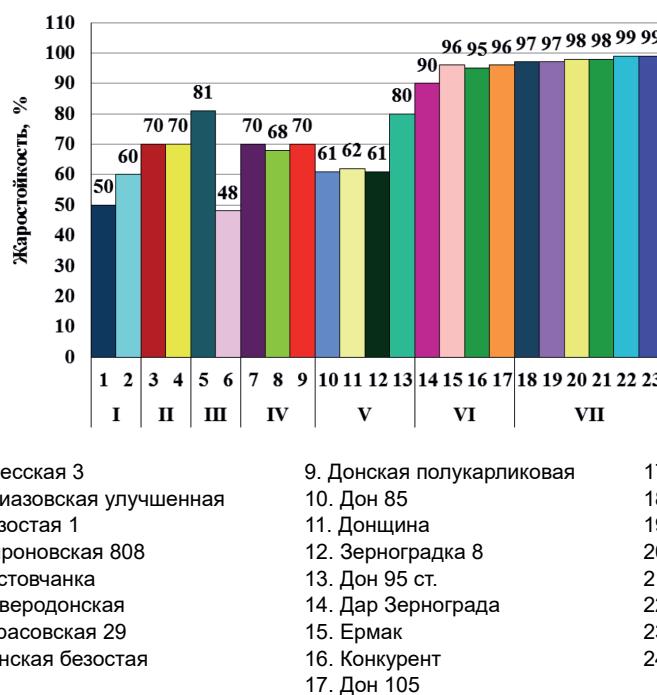


Рис. 3. Изменение уровня жаростойкости сортов озимой мягкой пшеницы по этапам сортосмены

Fig. 3. Change in the heat resistance level of the winter soft wheat varieties according to the stages of variety changing

Жаростойкость на этих этапах соответствовала группе устойчивости от ниже средней до слабо устойчивой (70–48%). Среди представленных образцов наибольший уровень жаростойкости отмечен у сорта Ростовчанка (81%).

Центральное место в решении сложных задач современного растениеводства, связанных с устойчивым ростом его производства, занимают создание и широкое использование высокопродуктивных, с хорошим качеством зерна, устойчивых к стрессовым факторам сортов озимой пшеницы (Глуховцев и др., 2015).

Проблема сочетания высокого урожая с высоким качеством зерна продолжает оставаться одной из самых важных задач при создании новых сортов озимой мягкой пшеницы.

Необходимо отметить, что достигнуты значительные успехи в сочетании высокой продуктивности с хорошим качеством зерна (рис. 4).

Все сорта озимой мягкой пшеницы, допущенные к использованию на 2018 г., относятся к сильным (35,3%) и ценным пшеницам (64,7%). Образцы с низким содержанием массовой доли белка в зерне бракуются на ранних этапах селекционного процесса.

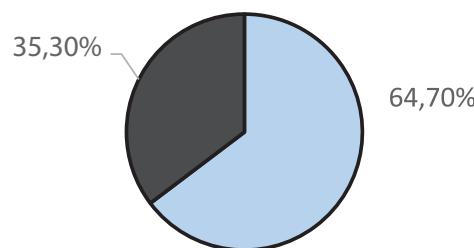


Рис. 4. Качество сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», допущенных к использованию на 2018 г.

Fig. 4. The quality of winter soft wheat varieties developed by the FSBSI "ARC "Donskoy", approved for use in 2018

В ФГБНУ «АНЦ «Донской» на последних этапах сортосмены (VI–VII) созданы сорта озимой пшеницы с высоким уровнем урожайности и качества зерна (табл. 1).

1. Урожайность и содержание белка новых и перспективных сортов озимой мягкой пшеницы (2016–2018 гг.)
1. Productivity and protein percentage of the new promising winter soft wheat varieties (2016–2018)

Сорта	Урожайность, т/га	Содержание белка, %
Предшественник – черный пар		
Ермак, ст.	9,77	13,1
Аксинья, 2014	10,8	13,8
Находка, 2015	10,1	14,2
1953/14, КСИ	12,4	12,3
1991/14, КСИ	11,1	13,7
HCP	0,39	
Предшественник – кукуруза на зерно		
Дон 107, ст.	7,79	11,7
Капризуля, 2016	8,1	13,0
Краса Дона, 2018	8,2	13,75
Вольница, ГСИ	8,6	13,34
HCP	0,46	

Замена возделываемых сортов на новые, более адаптивные и высокопродуктивные, позволит стабилизировать производство зерна и повысить его качество.

Исследованиями установлено, что средняя урожайность перспективных образцов озимой пшеницы (1953/14 и 1991/14) превышает среднюю урожайность новых сортов-лидеров (Аксинья, Находка) на 1,35 т/га (черный пар) с хорошими качественными показателями. В соответствии с ГОСТ 9353-2016 зерно перспективных образцов 1953/14 (белок 12,35) и 1991/14 (белок 13,7%) по качественным показателям относится к 3-му и 2-му классам соответственно.

Выводы. Положительный результат и периодичность проведения сортосмены зависят от работы селекционно-семеноводческих учреждений, от их достижений в создании новых сортов и активности про-

изводства оригинальных семян. Следует отметить, что достоинство сорта оценивается не только посевными качествами, но и величиной продуктивности и адаптивности к неблагоприятным факторам среды (почвенная засуха и высокие температуры воздуха). Наиболее высокие показатели величины продуктивности и степени засухоустойчивости и жаростойкости отмечены у сортов, созданных в 2010–2018 гг. (VII этап сортосмены).

Величина средней урожайности этих сортов составила 6,2 т/га, показатели засухоустойчивости варьируют от 95 до 99%, а жаростойкость – от 97 до 99%.

Внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов и гибридов позволит увеличить урожайность зерновых культур на 10–20%, что снизит себестоимость в среднем на 5–15% и, соответственно, увеличит уровень рентабельности в 1,3–1,5 раза.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Раева С. А. Параметры сортосмены озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 32–35.
2. Глуховцев В. В., Маслова Г. Я., Китлярова Н. И., Абдряев М. Р. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2(52). С. 39–40.
3. Ионова Е. В. Методика оценки уровня развития проводящей системы колосонесущего междоузлия озимой пшеницы при различной водообеспеченности // Зерновое хозяйство России. 2009. № 4. С. 18–21.
4. Ионова Е. В. Устойчивость сортов и линий озимой пшеницы к водному и температурному стрессам // Зерновое хозяйство России. 2011. № 3(15). С. 19–22.

References

1. Alabushev A. V., Raeva S. A. Parametry sortosmeny ozimoj pshenicy [Parameters of winter wheat variety changing] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 32–35.
2. Gluhovcev V. V., Maslova G. Ya., Kitlyarova N. I., Abdryaev M. R. Vliyanie agroekologicheskikh faktorov na produktivnost' i kachestvo zerna sortov ozimoj pshenicy v uslovijah lesostepi Samarskoj oblasti [Effect of agroecological factors on productivity and quality of winter wheat varieties in the forestry steppes of the Samara region] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 2(52). S. 39–40.
3. Ionova E. V. Metodika ocenki urovnya razvitiya provodyashchej sistemy kolosonesushchego mezhdouzliya ozimoj pshenicy pri razlichnoj vodoobespechennosti [Methodology of assessing the development level of the conducting system of the ear internodes of winter wheat with different water supply] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2009. № 4. S. 18–21.
4. Ionova E. V. Ustoichivost' sortov i linij ozimoj pshenicy k vodnomu i temperaturnomu stressam [Resistance of winter wheat varieties and lines to water and temperature stresses] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 3(15). S. 19–22.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ СИЛЫ СВЯЗИ ЗЕРНА С КОЛОСОМ В ПЕРИОД СОЗРЕВАНИЯ И ПОЛНОЙ СПЕЛОСТИ

А. И. Бурьянов, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-6795-463X;

И. В. Червяков, младший научный сотрудник, bern7771@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-7025-7034;

А. А. Колинько, младший научный сотрудник, aleksejkolinko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8127-0122;

В. И. Пахомов, доктор технических наук, зам. директора, ORCID ID: 0000-0002-8715-0655;

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по науке, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

В. Ф. Хлыстунов, доктор технических наук, ученый секретарь, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-8476-9663

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

Для разработки и создания менее энергоемких и малотравмируемых способов обмолота необходимы новые более полные научные знания и информация о физико-механических характеристиках и морфологических признаках колоса растений. Цель исследований – установить в процессе созревания изменение силы связи зерна с колосом с учетом влажности зерна и сортовых особенностей озимой пшеницы. Было установлено, что максимальные значения силы связи колосковой чешуи и зерна с колосом в дневное время для сорта Адмирал составили 17,84; для сорта Лучезар – 11,6 Н. Сила связи зерна с колосом и, соответственно, усилие отрыва зерна от колоса в существенной степени зависят: 1) от сортовых особенностей озимой пшеницы более чем в 2 раза; 2) от влажности растений в период созревания и сроков уборки в зависимости от сорта от 30 до 100%; 3) от изменения влажности зерна и колоса из-за выпадения осадков в 1,5–2,0 раза.

Ключевые слова: пшеница, сорт, сила связи зерна с колосом, измерения, методы, сроки уборки, осыпаемость, травмируемость, влажность, перестой на корню.



METHODS AND RESULTS OF IDENTIFICATION OF NATURAL INTERCONNECTION OF GRAIN AND AN EAR DURING RIPENING AND COMPLETE RIPENESS

А. И. Бурьянов, Doctor of Technical Sciences, professor, main researcher, ORCID ID: 0000-0002-6795-463X;

И. В. Червяков, junior researcher, bern7771@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-7025-7034;

А. А. Колинько, junior researcher, aleksejkolinko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8127-0122;

В. И. Пахомов, Doctor of Technical Sciences, deputy director, ORCID ID: 0000-0002-8715-0655;

Е. В. Ионова, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

В. Ф. Хлыстунов, Doctor of Technical Sciences, Scientific Secretary, senior researcher, ORCID ID: 0000-0002-8476-9663

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

The new and complete scientific knowledge and information on the physical and mechanical characteristics and morphological traits of the ear of plants are necessary to design and develop less energy-intensive and less injurious threshing methods. The purpose of the research is to establish a change in the coupling strengths of kernels and ear during a ripening period, taking into account the grain moisture and varietal characteristics of winter wheat. It was established that the maximum values of the coupling strengths of spikelet scales and kernels with an ear during the daytime were 17.84 N for the variety "Admiral" and 11.6 N for the variety "Luchezar". The coupling strengths of kernels and ear and the force of kernel separation effort from the ear significantly depend on: 1) varietal traits of winter wheat (more than in 2 times); 2) humidity of plants during the period of ripening and harvesting time, depending on the variety from 30 to 100%; 3) changes in the moisture content of grain and an ear due to precipitation in 1.5–2.0 times.

Keywords: wheat, variety, coupling strengths of kernels and ear, measuring, methods, harvesting time, shedding, cases of injury, humidity, dead-ripe stage of root.

Введение. Посевные площади зерновых и зернобобовых культур в структуре площадей пашни Российской Федерации в 2018 г. составили более 60%, из которых на долю пшеницы приходится 34,6% (Электронный ресурс).

При уборке пшеницы современными зерноуборочными комбайнами доля поврежденного зерна достигает 15–30% от общего количества убранного, механизм повреждения более подробно описан (Бурьянов и др., 2018). Наличие травмируемого зерна, закладываемого на длительное хранение, приводит к резкому снижению его качества и ухудшает посевные свойства семян (Ионова и Скворцова, 2015;

Скворцова и Ионова, 2015). Для разработки и создания менее энергоемких и травмоопасных способов обмолота необходимы научные знания и информация о физико-механических характеристиках и морфологических признаках, которые в настоящее время носят фрагментарный характер и зачастую отсутствуют как по вновь создаваемым сортам, так и сортам уже используемым при производстве сельскохозяйственной продукции (Бурьянов и др., 2017; Лачуга и др., 2013). Их необходимо учитывать и при создании новых не только более урожайных и устойчивых к неблагоприятным факторам среди сортов, но и более совершенных в технологическом плане, а также при

разработке менее энергоемких и травмоопасных способов их обмолота для реализации в конструкциях перспективных уборочных машин. Изучению этих свойств на примере озимой пшеницы посвящена настоящая статья.

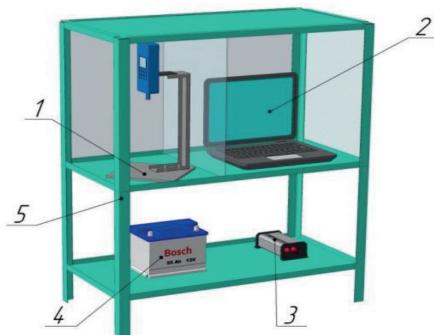
Цель исследований – установить в процессе созревания изменение связи зерна с колосом с учетом влажности зерна и сортовых особенностей озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях южной зоны Ростовской области с сортами озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» Адмирал и Лучезар. Сорт озимой пшеницы Адмирал безостый, труднообмолачиваемый, а Лучезар остистый, легкообмолачиваемый. Оба

сорта высеваны на одном поле с разделяющей их межой. Урожайность на указанных участках составила по результатам уборки в 2018 г. соответственно 6,75 и 6,96 т/га.

Измерения проводили в 8:00; 14:00 и 18:30 часов с самого раннего по агросрокам начала уборки и до наиболее позднего ее фактического окончания в сельхозпредприятиях южной зоны Ростовской области.

Для измерения усилия отрыва зерна от колоса в период восковой и полной спелости были разработаны полевые измерительные станции. Общий вид станции представлен на рисунке 1. Измерительную станцию устанавливали согласно плану эксперимента на предварительно подготовленном участке поля.



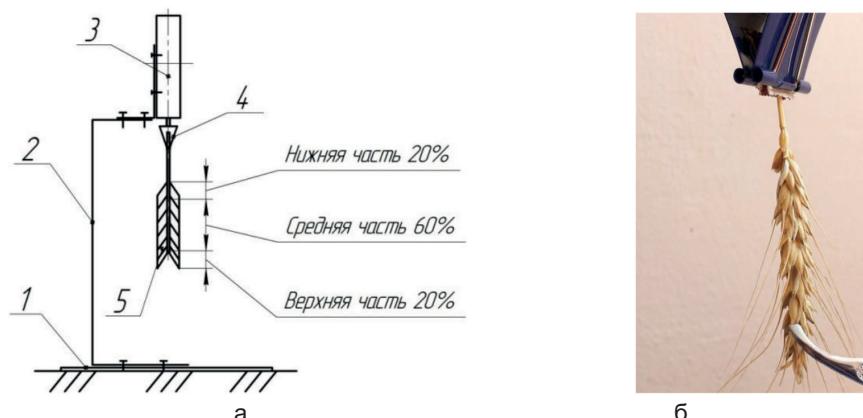
1 – штатив с микродинамометром Мегеон 03020;
2 – ноутбук; 3 – преобразователь напряжения из 12В DC 220В AC; 4 – аккумулятор 12В DC;
5 – трехъярусный стол с ветро – и солнцезащитой

Рис. 1. Полевая измерительная станция для определения усилия отрыва колосковой чешуйки от колоса растений озимой пшеницы

Fig. 1. Field measuring station for identification of the spikelet flake separation effort from the ear of winter wheat plants

После закрепления колоса в зажиме 4 динамометра 3 (рис. 2) показания динамометра устанавливали на ноль и начинали измерение усилия отрыва чешуйки и зерна от колоса с фиксацией значений в файле Excel ноутбука 2 (рис. 1) и идентичного рукописного журнала наблюдений в специальных таблицах.

Проводили по три измерения в нижней, средней и верхней зонах колоса. При этом учитывали виды связи зерна с колосом как за счет крепления к цветоцветной, так и за счет удерживания в колосе только чешуйками.



1 – основание; 2 – вертикальная стойка; 3 – динамометр Мегеон 03020;
4 – держатель (зажим) колоса; 5 – колос

Рис. 2. Штатив с динамометром цифровым сжатия-растяжения:
а) принципиальная схема; б) общий вид зажима штатива с колосом

Fig. 2. Tripod with a digital compression-tension dynamometer:
a) schematic diagram; b) a general view of the clamping tripod with an ear

Результаты и их обсуждение. Зависимости изменения влаго-температурного режима окружающей среды и зерна, максимального и среднего усилия отрыва зерна от колоса на протяжении всего периода измерения в 14:00 приведены на рисунке 3.

Установлено, что происходило постепенное снижение влажности зерна с 30% на начало проведения измерений до 9% к концу, и далее наблюдались колебания, вызванные влиянием внешней среды (осадками, влажностью воздуха, почвы). Изменение влажности зерна на двух изучаемых участках является следствием выпавших осадков в период проведения исследований и изменением температуры окружающей среды.

Колеблемость влажности зерна на двух изучаемых участках является следствием выпавших осадков в период проведения исследований (до 10 мм) и изменением температуры окружающей среды. Увеличение влажности зерна пшеницы сорта Лучезар в дни выпадения осадков (с 24.06.2018) до 21,5% повлияло на усилия отрыва зерна от колоса, вследствие чего увеличились средние значения усилия отрыва зерна от колоса (до 3,45 Н) и их максимальные значения (до 11,6 Н). В последующие дни температура окружающей среды росла до 40–45 °C; температура зерна – до 38,2 °C; влажность зерна снизилась до 8–9%; максимальные усилия отрыва зерна от колоса – до 2,5 Н.

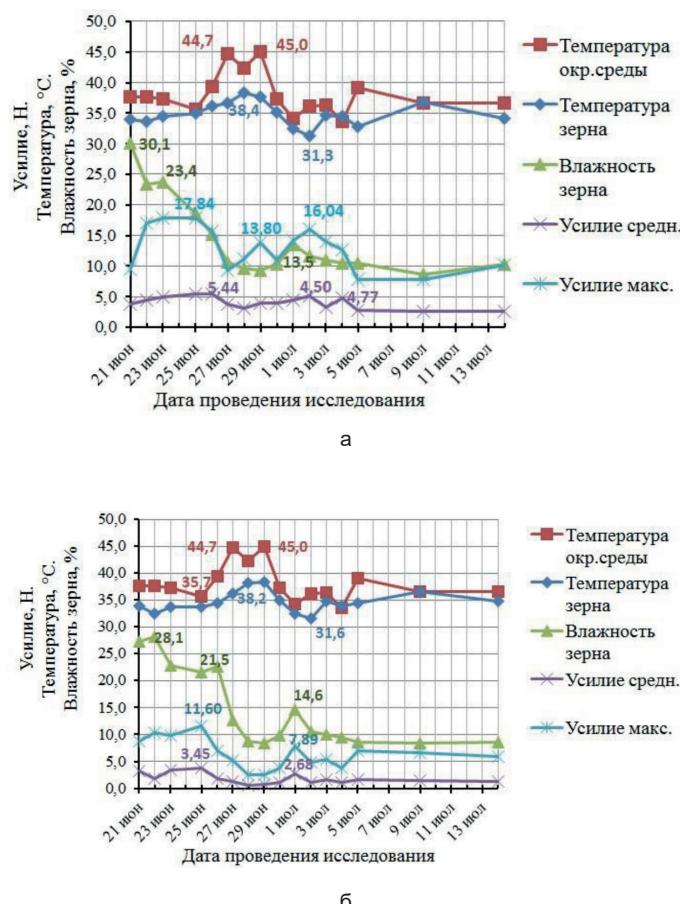


Рис. 3. Изменение величины среднего, максимального усилий отрыва зерна от колоса озимой пшеницы сортов Адмирал (а) и Лучезар (б) на протяжении всех измерений в дневное время (14:00)

Fig. 3. The change in the average, maximum kernel separation effort from the ear of winter wheat varieties "Admiral" (a) and "Luchezar" (b) throughout all measurements in the daytime (at 2 p. m.)

В начале уборочного периода (25.06.2018) максимальное усилие отрыва зерна от колоса у озимой пшеницы сорта Лучезар было равно 11,6 Н, а у сорта Адмирал – 17,4 Н, что в 1,5 раза больше. В дальнейшем максимальное усилие отрыва зерна от колоса у озимой пшеницы сорта Лучезар последовательно снижалось до 3 Н, а у сорта Адмирал изменялось в интервале 10,0–14,0 Н, за исключением случаев повышения влажности из-за выпадения.

К концу уборочного периода температура зерна была по величине близка к высокой температуре окружающей среды, его влажность оставалась достаточно стабильной в пределах 8–9%, а максимальные и средние значения усилий отрыва зерна сорта Лучезар от колоса снижались с 7,3 до 5,15 Н и с 1,8 до 1,2 Н соответственно. Минимальные усилия от-

рыва зерна от колоса не приведены на рисунке, так как их значения были малы, изменялись в диапазоне от 0,33 до 0,078 Н, что говорит о начале его осыпания (Бурьянов и др., 2016; Филенко и др., 2018).

Максимальные значения средних усилий отрыва зерна от колоса у озимой пшеницы сорта Лучезар составили 3,45 и 2,68 Н, а у сорта Адмирал – 5,44; 4,5 и 4,77 Н, то есть больше в 1,5–1,9 раза. Значения как максимальных, так и средних значений усилий отрыва зерна от колоса у озимой пшеницы сорта Лучезар в 1,5–2,0 раза меньше, чем у сорта Адмирал.

Сравнительный анализ процентного соотношения числа случаев, приходящихся на каждый интервал с шагом 2 Н, выполнен на основе гистограмм в координатах: количество случаев измеренных усилий в процентах, приходящееся на их интервал, приведен на рисунке 4.

В начале уборочного периода (27.06.2018) при влажности зерна 16–17% доля максимальных усилий отрыва зерна от колоса сорта Адмирал в интервале 6–8 и 8–10 Н составила 9,3 и 6,5% соответственно. Для сорта Лучезар доля усилий в интервале 4–6 Н составила 2,8%. Значений больше 6,0 Н не наблюдалось. В этот же период значения усилия отрыва зерна от колоса сорта Адмирал

составляют 61,1%, находясь в пределах 0–4 Н, а у сорта Лучезар – 96,2%.

На период окончания агросрока уборки (05.07.2018) значения усилий отрыва зерна от колоса все сильнее смещаются в сторону минимальных. Доля значений до 2,0 Н у сорта Адмирал составила 38,9%, а в интервале 2–4 Н – на уровне 41,7%. В интервале от 4–6 Н уменьшилось до 13,9%, в интервале 6–8 Н – 5,6%.

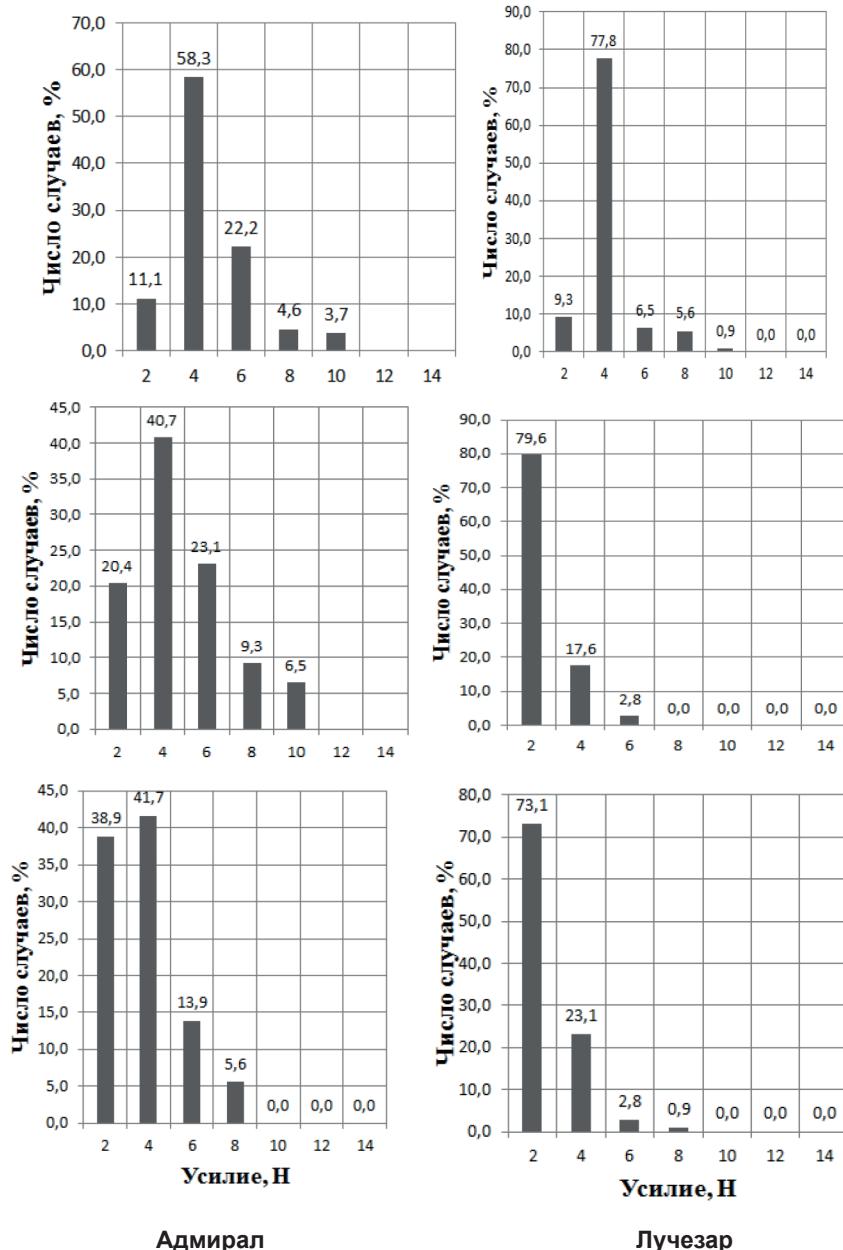


Рис. 4. Гистограмма распределения измеренных значений усилия отрыва зерна от колоса пшеницы сорта Адмирал (слева) и Лучезар (справа) 21, 27 июня и 5 июля 2018 г. в 14:00 (сверху вниз соответственно)

Fig. 4. Histogram of the distribution of measured values of kernel separation effort from the ear of winter wheat varieties "Admiral" (on the left) and "Luchezar" (on the right), June 21, 27 and July 5 of 2018 at 2 p. m. (from top to bottom, respectively)

Выводы. Связь зерна с колосом по мере нахождения на корню сортов озимой пшеницы Адмирал и Лучезар уменьшается до своих минимальных значений с каждым днем перестоя после полной спелости. У сорта Лучезар к концу агросрока 96,2% зерен имели усилие отрыва зерна от колоса не более 4,0 Н, а у сорта Адмирал усилие отрыва зерна от колоса в таком же диапазоне к концу агросрока было 80,6%.

Таким образом, связь зерна с колосом и, соответственно, усилие отрыва зерна от колоса в существенной степени зависит:

- от сортовых особенностей озимой пшеницы (более чем в 2 раза);
- от влажности растений в период созревания и сроков уборки (в зависимости от сорта от 30 до 100%);
- от изменения влажности зерна и колоса из-за выпадения осадков в (1,5–2,0 раза).

При уборке в производственных условиях двух сортов озимой пшеницы примерно с одинаковой урожайностью для избежания или хотя бы снижения потерь в натуральном и денежном выражении

в первую очередь целесообразно выполнять уборку сорта пшеницы с более легко выделяемым из колоса зерном, то есть в наших исследованиях это сорт Лучезар.

Библиографические ссылки

1. Бурьянов А. И., Бурьянов М. А., Червяков И. В. Уборка с дефектами // Агробизнес. 2018. № 3(49). С. 136–141.
2. Бурьянов М. А., Бурьянов А. И., Червяков И. В., Костыленко О. А. О влиянии морфологических признаков растений озимой пшеницы на выбор режимов работы очесывающей жатки // Тракторы и сельхозмашини. 2017. № 3. С. 43–51.
3. Бурьянов М. А., Бурьянов А. И., Костыленко О. А. Определение биологических потерь зерна озимой пшеницы при различной продолжительности уборки в условиях Ростовской области // Техника и оборудование для села. 2016. № 2. С. 10–14.
4. Лачуга Ю. Ф., Пахомов В. И., Бурьянов А. И. Очес: технология, техника, перспективы // Инновационные технологии в науке и образовании – ИТНО-2013. Ростов н/Д. – Зерноград, 2013. С. 47–50.
5. Ионова Е. В., Скворцова Ю. Г. Травмирование семян озимой пшеницы при уборке и послеуборочной доработке // Зерновое хозяйство России. 2010. № 1. С. 16–19.
6. Скворцова Ю. Г., Ионова Е. В. Влияние травмирования семян озимой пшеницы на их посевные качества // Аграрный вестник Урала. 2015. № 11(141). С. 16–19.
7. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г. Потери зерна при уборке озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 28–32.
8. Структура посевных площадей по видам сельскохозяйственных культур по Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/sx/sx_struk1.htm.

References

1. Bur'yanov A. I., Bur'yanov M. A., Chervyakov I. V. Uborka s defektami [Harvesting with defects] // Agrobiznes. 2018. № 3(49). S. 136–141.
2. Bur'yanov M. A., Bur'yanov A. I., Chervyakov I. V., Kostylenko O. A. O vliyanii morfologicheskikh priznakov rastenij ozimoj pshenicy na vybor rezhimov raboty ochesyyayushchej zhatki [On the effect of morphological features of winter wheat plants on the application of operation modes for a stripping reaper] // Traktory i sel'hozmashiny. 2017. № 3. S. 43–51.
3. Bur'yanov M. A., Bur'yanov A. I., Kostylenko O. A. Opredelenie biologicheskikh poter' zerna ozimoj pshenicy pri razlichnoj prodolzhitel'nosti uborki v usloviyah Rostovskoj oblasti [Determination of biological losses of winter wheat grain at different harvesting time in the conditions of the Rostov region] // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2016. № 2. S. 10–14.
4. Lachuga Yu. F., Pahomov V. I., Bur'yanov A. I. Oches: tekhnologiya, tekhnika, perspektivy [Reaping: technology, technique, prospects] // Innovacionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii – ITNO-2013. Rostov n/D. – Zernograd, 2013. S. 47–50.
5. Ionova E. V., Skvorcova Yu. G. Travmirovanie semyan ozimoj pshenicy pri uborke i posleuborochnoj dorabotke [Injury of winter wheat seeds during harvesting and post-harvest handling] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2010. № 1. S. 16–19.
6. Skvorcova Yu. G., Ionova E. V. Vliyanie travmirovaniya semyan ozimoj pshenicy na ih posevnye kachestva [The effect of winter wheat seed injury on their sowing traits] // Agrarnyj vestnik Urala. 2015. № 11(141). S. 16–19.
7. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvorcova Yu. G. Poteri zerna pri uborke ozimoj pshenicy (obzor) [Grain loss during winter wheat harvesting (review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 28–32.
8. Struktura posevnyh ploshchadej po vidam sel'skohozyajstvennyh kul'tur po Rossiijskoj Federacii [The structure of sown areas according to the types of grain crops in the Russian Federation] [Ehlektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/sx/sx_struk1.htm.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.1:631.527(470.67)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-25-29

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ИНТРОДУКЦИРОВАННЫХ И МЕСТНЫХ СОРТОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

М. Г. Муслимов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой ботаники, генетики и селекции, mizener@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3961-8911;

К. У. Куркиев¹, доктор биологических наук, доцент кафедры ботаники, генетики и селекции, ORCID ID: 0000-0002-1031-7429;

Н. С. Таймазова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники, генетики и селекции, ORCID ID: 0000-0002-6980-7940;

Н. А. Ковтунова², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго кормового, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

С. И. Горпиниченко², кандидат сельскохозяйственных наук, агроном лаборатории сорго кормового, ORCID ID: 0000-0002-2926-745X

¹ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джамбулатова» 367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180; e-mail: mizener@mail.ru;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Несмотря на благоприятные условия для возделывания зерновых культур в Республике Дагестан (высокий уровень солнечной активной радиации, достаточное количество тепла, наличие оросительной сети, плодородные почвы), получение ежегодно высокого урожая зерновых культур не может быть гарантировано, так как повышенная влажность воздуха, высокий

агрофон, сильные ветра способствуют распространению грибковых болезней, высокорослости, а следовательно, полеганию, ухудшению качества зерна. Поэтому важное значение имеют исследования по выявлению нормы реакций растений на определенные условия выращивания и отбор наиболее адаптивных и, как следствие, продуктивных линий и сортов, включение их в селекционные программы и внедрение в производство. Обновление генетического материала за счет интродуцирования новых исходных форм является одним из путей успешной селекции сельскохозяйственных культур. В 2015–2017 гг. в южной равнинной подзоне Республики Дагестан были проведены научные исследования по изучению урожайности и устойчивости к неблагоприятным факторам новых перспективных для региона линий и сортов пшеницы, трилликале и сорго различного генетического состава и экологического происхождения. Материалом исследования служили сортообразцы и линии пшеницы, трилликале и сорго как из мировой коллекции ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н. И. Вавилова», ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», так и дагестанской селекции, выделившиеся по комплексу селекционно-значимых признаков. Наибольшая степень адаптивности в условиях Дагестана отмечена по сорту озимой мягкой пшеницы Фортуне и сорту трилликале Каскад, где определена максимальная урожайность – 6,30 и 6,83 т/га соответственно. Среди изученных сортов сорго следует выделить сорт Зерноградское 88, который, имея наибольшую урожайность зерна (4,35 т/га), отличается низкорослостью (98 см) и раньше остальных созревает, что говорит о его высокой адаптивности. Выделенные сорта зерновых культур представляют большой интерес как для селекционной работы, так и для непосредственного внедрения в сельскохозяйственное производство Республики Дагестан.

Ключевые слова: селекция, интродукция, сорт, пшеница, трилликале, сорго.



THE ESTIMATION OF PRODUCTIVITY OF SOME INTRODUCED AND LOCAL VARIETIES OF GRAIN CROPS IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

M. G. Muslimov¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the department of botany, genetics and breeding work, mizenfer@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3961-8911;

K. U. Kurkiev¹, Doctor of Biological Sciences, professor associate of the department of botany, genetics and breeding work, ORCID ID: 0000-0002-1031-7429;

N. S. Taymazova¹, Candidate of Agricultural Sciences, professor associate of the department of botany, genetics and breeding work, ORCID ID: 0000-0002-6980-7940;

N. A. Kovtunova², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-0409-5855;

S. I. Gorpichenko², Candidate of Agricultural Sciences, agronomist of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-2926-745X

¹FSBEI HE “Dagestan State Agricultural University named after M. M. Dzhambulatov”

367032, Republic of Dagestan, Makhachkala, Str. M. Gadzhieva, 180; e-mail: mizenfer@mail.ru;

²FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”

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

Despite the favorable conditions for the cultivation of grain crops in the Republic of Dagestan (i. e. high levels of active solar radiation, sufficient heat, presence of an irrigation network, fertile soils), high yields of grain crops cannot be guaranteed every year, because high humidity, high agro background and strong winds contribute to the spread of fungal diseases, tall height resulted in lodging and deterioration of grain quality. Therefore, the research on the rate of plant response to certain growing conditions and selection of the most adaptive and productive lines and varieties, their introduction into breeding programs and introduction into production are of great importance. Updating of the genetic material through the introduction of new initial forms is one of the ways of successful breeding of the grain crops. In 2015–2017 in the southern lowland of the Republic of Dagestan there was carried out the scientific study of the productivity and resistance to the unfavorable factors of new promising lines and varieties of wheat, triticale and sorghum of different genetic composition and ecological-geographical origin. The research material was the variety samples and lines of wheat, triticale and sorghum, taken both from the world collection of the FSBSI “FITS VIGRR named after N. I. Vavilov”, FSBSI “Agricultural Scientific Center “Donskoy” and Dagestan selection, identified by a complex of breeding significant traits. The highest degree of adaptability in the conditions of Dagestan as demonstrated by the winter soft wheat variety “Fortuna” and the triticale variety “Kaskad”, with the maximum yield of 6.30 and 6.83 t/ha respectively. Among the studied sorghum varieties there should be distinguished the variety “Zernogradskoe 88”, which is characterized with the highest grain yield (4.35 t/ha) and a low height (98 cm) and it ripens before the others because of high adaptability to the growing conditions. The selected varieties of grain crops are of great interest both for breeding work and for direct introduction into the agricultural production of the Republic of Dagestan.

Keywords: breeding, introduction, variety, wheat, triticale, sorghum.

Введение. Ведущими зерновыми культурами, выращиваемыми на территории Республики Дагестан для удовлетворения потребностей в продовольствии и кормах, являются пшеница, рожь, трилликале, ячмень, кукуруза, рис и сорго. Одним из эффективных условий получения устойчивых и стабильных урожаев высококачественного зерна этих культур является внедрение в производство новых, более продуктивных сортов и гибридов.

Для решения этой задачи большое значение имеет интродукция сортов и гибридов. Обновление генетического материала за счет интродуцирования новых исходных форм является одним из путей успешной селекции сельскохозяйственных культур (Алабушев

и др., 2003; Горпиниченко и др., 2017). Этот процесс в конечном итоге может стать инструментом увеличения количества и повышения качества продукции. Большая часть посевных площадей зерновых культур в Республике Дагестан сосредоточена в равнинной зоне, где получению высоких урожаев благоприятствуют обилие тепла, высокий уровень солнечной активной радиации, наличие оросительной сети, богатые минеральными элементами почвы. Однако в этой зоне при возделывании зерновых культур встречаются некоторые сложности: повышенная влажность воздуха, особенно в приморских районах, приводящая к развитию болезнетворных грибов; высокий агрофон, способствующий увеличению высоты растений, а это

в сочетании с характерными здесь сильными ветрами может стать причиной полегания посевов, что может привести к затруднению уборки урожая, значительному увеличению потерь, ухудшению качества зерна (Куркиев, 2011; Муслимов и др., 2016; Муслимов, 2004). Отсюда следует, что сорта зерновых культур, рекомендованные для данного региона, должны обладать устойчивостью к вышеперечисленным и некоторым другим факторам.

В условиях роста населения и резкого ухудшения экологической обстановки в мире, проблема продовольственного обеспечения выдвигает новые требования к научным исследованиям, прежде всего в области биологии и земледелия. Перед сельскохозяйственными и биологическими науками стала задача перевести растениеводство на ресурсосберегающие экологически безопасные технологии. Одним из эффективных методов, позволяющих решить эту проблему, является подбор принципиально новых видов и сортов сельскохозяйственных культур, которые способствовали бы получению более высокой и качественной продукции при минимальных затратах средств и энергии (Жученко, 2000).

В последние годы создано много сортов и селекционно-ценных линий пшеницы, тритикале и сорго, имеющих высокую продуктивность. Однако эти сорта в большинстве своем не прошли агробиологическую оценку в различных условиях, не определен их адаптивный потенциал. Поэтому важное значение имеют исследования по выявлению нормы реакций растений на определенные условия выращивания и отбор наиболее адаптивных и, как следствие, продуктивных линий и сортов, включение их в селекционные программы и внедрение в производство (Ковтунова и др., 2017).

Одним из путей решения этой проблемы является использование имеющегося сортового разнообразия, предоставляемого крупнейшими селекционными центрами страны. В этом отношении очень ценна мировая коллекция растительных ресурсов, сосредоточенная в ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н. И. Вавилова» и ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Тесное научное сотрудничество Дагестанского ГАУ с Дагестанской опытной станцией ВИР и ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» позволяет вести большую работу по выбору для региона сортов и гибридов культурных растений в условиях Республики Дагестан.

Цель – изучение продуктивности некоторых новых перспективных для региона линий и сортов пшеницы, тритикале и сорго различного генетического состава и эколого-географического происхождения в условиях Республики Дагестан и выделение ценных генотипов, адаптированных к конкретным условиям среды.

Материалы и методы исследований. Материалом исследования служили сортообразцы и линии пшеницы, тритикале и сорго из мировой коллекции

ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н. И. Вавилова», сорта ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» и дагестанской селекции, выделившиеся по комплексу селекционно-значимых признаков.

Исследования проводили в 2015–2017 гг. в южной равнинной подзоне Республики Дагестан. Почвы данной зоны среднесуглинистые, светло-каштановые. Среднегодовая температура воздуха – 11–12 °C (максимум – до 36 °C, минимум – до 24–28 °C); сумма осадков – 350–400 мм.

Работу осуществляли в соответствии с методическими указаниями по возделыванию зерновых культур в Дагестане (1999).

Использованные в исследованиях сорта и линии озимой пшеницы и тритикале изучены по следующим морфо-биологическим признакам: высота растений, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен, число продуктивных стеблей с 1 м², количество зерен в колосе и урожайность зерна. По сортам сорго зернового оценки вели по урожайности зерна, высоте растений, массе 1000 семян, устойчивости к полеганию, осипанию, засухе и продолжительности вегетационного периода.

Результаты и их обсуждение. Показатель урожайности культуры является основным критерием хозяйственной ценности и эффективности созданного сорта, критерием эффективности селекционной работы. Увеличение общего урожая может быть обусловлено повышенной продуктивностью колоса (метелки) в целом за счет увеличения числа колосков в колосе (метелке) и числа зерен в колоске (метелке). Вторым важным фактором, оказывающим влияние на урожайность и физические характеристики зерна, является показатель массы 1000 семян. Кроме того, важное значение имеет показатель продуктивной кутистиности растений.

Результаты исследований показали, что в среднем за 3 года (2015–2017 гг.) урожайность изученных сортов и линий озимой мягкой пшеницы составила 4,40–6,30 т/га. Значительное преимущество получено по сорту Фортуна, где при густоте стеблестоя 505 продуктивных стеблей на 1 м² и количестве зерен в колосе 35 шт. при массе зерна с колоса 1,2 г получена урожайность 6,30 т/га (табл. 1).

Одной из задач селекции тритикале является повышение зерновой продуктивности колоса и доли зерна в общей биомассе растений.

Изучаемые сорта тритикале за годы исследований имели меньшее число продуктивных стеблей ко времени уборки, чем сорта озимой пшеницы (400–439 шт./м²). Масса зерна с колоса по вариантам была в пределах 1,3–1,7 г, наибольшим этот показатель получен у сорта тритикале Каскад – 1,7 г, в котором определена и максимальная урожайность – 6,83 т/га. Максимальным по массе 1000 зерен (44,6 г) отмечен вариант ПРАГ 530 с урожайностью 6,59 т/га (табл. 2).

1. Характеристика сортов мягкой озимой пшеницы (2015–2017 гг.)

1. Characteristics of winter soft wheat varieties (2015–2017)

Сорт, линия	Высота, см	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, т/га
Безостая 1	115	470	33	42,4	0,9	4,40
Москвич	95	450	36	34,2	1,0	4,60
Юнона	85	420	29	34,8	1,1	4,50
Память	100	415	32	38,4	1,2	5,05
Фортуна	80	505	35	43,0	1,2	6,30
Мироновская 808	135	496	34	35,4	0,9	4,70
HCP ₀₅						0,13

2. Характеристика сортов и линий тритикале (2015–2017 гг.)
2. Characteristics of varieties and lines of triticale (2015–2017)

Сорт, линия	Высота, см	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, т/га
Hewo	130	410	36,0	1,3	5,33
Вокализ	120	400	42,6	1,4	5,60
ПРАГ 488	135	402	43,8	1,4	5,63
Timbo	115	425	42,0	1,3	5,53
Бард	125	400	41,2	1,5	6,00
Зимагор	125	400	37,6	1,5	6,00
ПРАГ 511	125	413	42,4	1,5	6,20
Pawo	130	438	43,2	1,5	6,57
Каскад	125	402	39,0	1,7	6,83
ПРАГ 530	95	439	44,6	1,5	6,59
HCP ₀₅					0,17

Изученные сорта сорго зернового являются белозерными, что позволяет их использовать не только на кормовые цели, но и в перерабатывающей промышленности – на спирт, крахмал, крупы (Ковтунов и др., 2018). Они имеют урожайность зерна 3,72–4,35 т/га, устойчивы к полеганию, осыпанию

и засухе. Среди изученных сортов сорго следует выделить сорт Зерноградское 88, который, имея наибольшую урожайность зерна (4,35 т/га), отличается низкорослостью (98 см) и раньше остальных созревает, что говорит о его высокой адаптивности (табл. 3).

3. Характеристика сортов сорго зернового (2015–2017 гг.)
3. Characteristics of grain sorghum varieties (2015–2017)

Сорт	Урожайность зерна, т/га	Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г	Устойчивость к, балл			Вегетационный период, дн.
				полеганию	осыпанию	засухе	
Аист	3,96	145	22,5	5	5	5	116
Великан	3,72	130	22,1	5	5	5	105
Хазине 28	4,16	135	22,9	5	5	4	113
Зерноградское 88	4,35	98	23,1	5	5	5	104
HCP ₀₅	0,19						

Результаты исследований сортов и линий озимой мягкой пшеницы, тритикале и сорго показали широкую адаптивность изучаемых сортов и высокий потенциал урожайности в условиях Дагестана.

Выводы

Наибольшая степень адаптивности в условиях Дагестана отмечена по сорту озимой мягкой пшеницы Фортuna и сорту тритикале Каскад, где определена максимальная урожайность в среднем за годы исследований – 6,30 и 6,83 т/га соответственно по сортам.

Среди изученных сортов сорго следует выделить сорт Зерноградское 88, который, имея наибольшую урожайность зерна (4,35 т/га), отличается низкорослостью (98 см) и раньше остальных созревает, что говорит о его высокой адаптивности.

Выделенные сорта зерновых культур представляют большой интерес как для селекционной работы, так и для непосредственного внедрения в сельскохозяйственное производство Республики Дагестан.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В. и др. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2003. 368 с.
2. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Муслимов М. Г., Ермолина Г. М. Сорго-культура для засушливых территорий // Проблемы развития АПК региона. 2017. № 3(31). С. 5–9.
3. Жученко А. А. Эколого-генетические проблемы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 2000. № 3. С. 3–23.
4. Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Игнатьева Н. Г. Селекция белозерных сортов сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 17–20. doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-17-20.
5. Ковтунова Н. А., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М., Горпиниченко С. И., Шишова Е. А. Селекционная работа с культурой сорго в условиях Ростовской области // Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур: мат. Междунар. школы-конференции молодых ученых. Ростов-н/Д.: ЗАО «Книга», 2017. С. 60–64.
6. Куркиев К. У. Создание селекционно-ценных устойчивых к полеганию линий гексаплоидного тритикале // Проблемы развития АПК региона. 2011. № 1(15). С. 16–19.
7. Муслимов М. Г., Таймазова Н. С., Эмиров С. А., Димитрова В. Н., Герейханова А. Ю., Арнаутова Г. И., Омарова Е. К. Урожай и качество сорго в орошаемых агроландшафтах Республики Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2016. № 11(3). С. 174–180. doi.org/10.18470/1992-1098-2016-3-174-180.
8. Муслимов М. Г. Сорговые культуры в Дагестане. Махачкала: Типография ДагГСХА, 2004. 144 с.

References

1. Alabushev A. V. i dr. Sorgo (seleksiya, semenovodstvo, tekhnologiya, ekonomika) [Sorghum (breeding, seed-growing, technology, economics)]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2003. 368 s.
2. Gorpichenko S. I., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Muslimov M. G., Ermolina G. M. Sorgo-kul'tura dlya zasushlivykh territorij [Sorghum crops for arid areas] // Problemy razvitiya APK regiona. 2017. № 3(31). S. 5–9.
3. Zhuchenko A. A. Ehkologo-geneticheskie problemy selekcii rastenij [Ecological and genetic problems of plant breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2000. № 3. S. 3–23.
4. Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Lushpina O. A., Suhenko N. N., Ignat'eva N. G. Seleksiya belozernyh sortov sorgo zernovogo [Breeding of white grain varieties of sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 17–20. doi.org/10.31367/2079-8725-2018-55-1-17-20.
5. Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Ermolina G. M., Gorpichenko S. I., Shishova E. A. Selekcionnaya rabota s kul'turoj sorgo v usloviyah Rostovskoj oblasti [Breeding work with sorghum crops in the Rostov region] // Nauka i molodezh': fundamental'nye i prikladnye problemy v oblasti selekcii i genetiki sel'skohozyajstvennyh kul'tur: mat. Mezhdunar. shkoly-konferencii molodyh uchenyh. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2017. S. 60–64.
6. Kurkiv K. U. Sozdanie selekcionno-cennyh ustojchivyh k poleganiyu linij geksaploidnogo triticale [Development of breeding-valuable lines of hexaploid triticale resistant to lodging] // Problemy razvitiya APK regiona. 2011. № 1(15). S. 16–19.
7. Muslimov M. G., Tajmazova N. S., Ehmirov S. A., Dimitrova V. N., Gerejhanova A. Yu., Arnautova G. I., Omarova E. K. Urozhaj i kachestvo sorgo v oroshaemyh agrolandshaftah Respubliki Dagestan [Harvest and quality of sorghum in irrigated agricultural landscapes of the Republic of Dagestan] // Yug Rossii: ehkologiya, razvitiye. 2016. № 11(3). S. 174–180. doi.org/10.18470/1992-1098-2016-3-174-180.
8. Muslimov M. G. Sorgovye kul'tury v Dagestane [Sorghum crops in Dagestan]. Mahachkala: Tipografiya DagGSKHA, 2004. 144 s.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 631.1

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-29-31

РОЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С. А. Раева, старший научный сотрудник лаборатории экономики производства зерна, ORCID ID: 0000-001-6883-2872

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

Внедрение новых технологий является ключевым фактором конкурентоспособности сельского хозяйства. Использование инноваций обеспечивает повышение рентабельности, эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства. Это достигается за счет экономии удобрений, средств защиты, регуляторов роста, семян, горючего, сокращения трудозатрат и повышения плодородия почвы. Инновации должны стать неотъемлемой частью инвестиционной политики, направленной на укрепление материально-технической базы предприятий. Запрет на поставки сельскохозяйственной продукции из-за рубежа способствовал улучшению финансовых показателей сельскохозяйственных предприятий, что дает возможность сельхозпроизводителям внедрять инновации.

Ключевые слова: сельское хозяйство, инновации, технологии, эффективность, конкурентоспособность.



THE ROLE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN EFFICIENCY INCREASE OF AGRICULTURE

S. A. Raeva, senior researcher of the laboratory of economy of grain production, ORCID ID: 0000-001-6883-2872
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: s.raeva@bk.ru

The introduction of new technologies is a key factor in the competitiveness of agriculture. The use of innovative technologies provides an increase in profitability, efficiency and sustainability of agricultural production. This is achieved by economizing of fertilizers, protective remedies, growth regulators, seeds, fuel; by reducing labor costs and increasing soil fertility. Innovations should become an integral part of the investments aimed at strengthening the material and technical base of enterprises. The prohibition of agricultural product imports contributed to the improvement of the financial situation of agricultural enterprises, which allows agricultural producers to introduce innovations.

Keywords: agriculture, innovations, technologies, efficiency, competitiveness.

Введение. Новые технологии и их внедрение сельхозтоваропроизводителями являются ключевыми факторами поддержания конкурентоспособности

сельского хозяйства России. Это предполагает, что сельскохозяйственное производство должно интенсивнее использовать знания, а значит, инновации.

Исследование теоретических основ инновационного развития в экономической литературе свидетельствует о том, что термин «инновация» интерпретируется как превращение потенциального научно-технического прогресса в реальный, который воплощается в новые продукты и технологии (Гончаров, 2016).

В настоящее время инновациям уделяется много внимания. Это обусловлено тем, что развитие сельского хозяйства должно быть основано на непрерывном инновационном процессе, который рассматривается как фактор повышения эффективности производства. При этом необходимо учитывать то, что инновации должны быть неотъемлемой частью инвестиционной политики, направленной на укрепление в первую очередь материально-технической базы предприятий, ориентированных на выпуск импортозамещающей продукции.

Результаты и их обсуждение. По прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) спрос на продовольствие в мире продолжает расти в результате роста численности населения и увеличения доходов. Годовое производство зерна к 2050 г. должно вырасти почти на 1 млрд т (для сравнения: 2,1 млрд т производится сегодня), а производство мяса должно вырасти более чем на 200 млн т.

Основным источником корма для выращивания мясного и отчасти молочного скота является зерно, потенциально годное в пищу, большее потребление мяса означает увеличение нагрузки на экосистемы и меньшую доступность простых продуктов питания для широких слоев населения. В то же время среднегодовые приrostы продуктивности сельского хозяйства ожидаются на уровне ниже 1,7% и будут, по существующим прогнозам, снижаться, если не произойдет активное внедрение радикальных технологических инноваций (Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. Минсельхоз России; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2017).

В настоящее время сельское хозяйство стало более наукоемким, а использование современных инновационных технологий позволяет сельхозпредприятию быть конкурентоспособным и оптимально использовать имеющиеся ресурсы. Кроме того, оно становится все более интегрированным с другими секторами экономики, и эта интеграция требует применения современных цифровых технологий. Цифровые и информационные технологии включают разработку аппаратного и программного обеспечения для создания принципиально новой системы ведения сельского хозяйства.

Одной из наиболее распространенных цифровых технологий в сельском хозяйстве является сенсорная технология. При дистанционном зондировании данные о температуре почвы и воздуха, влажности, погодных условиях и других важных факторах принимаются специальными приборами и передаются сельхозпроизводителю на удалении.

Беспилотные летательные аппараты – дроны – используются для сбора информации с полей, расположенных на большом расстоянии. Они передают изображения более высокого разрешения, чем спутники, что позволяет обнаруживать на полях вредителей, болезни растений, сорняки, а также оценивать влажность почвы. Дроны, собирая данные и изображения, позволяют анализировать данные и разрабатывать прогнозы урожая.

Цифровые технологии являются основой точного земледелия. Эти технологии позволяют получать информацию, необходимую для своевременного и обоснованного принятия решений. Основной целью

использования точного земледелия является обеспечение рентабельности, эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства. Это достигается за счет экономии удобрений, средств защиты, регуляторов роста, семян, горючего, сокращения труда затрат и повышения плодородия почвы.

Цифровые и информационно-коммуникационные технологии обладают огромным потенциалом для трансформации сельского хозяйства, делая его более эффективным, безопасным, менее трудоемким, в большей степени привлекательным для молодежи, имеющей навыки работы с информационно-коммуникационными технологиями. В целом цифровые инновации используют последние достижения в области аппаратного и программного обеспечения, создавая новую систему ведения сельскохозяйственного производства.

Существенную роль играет возможность использования своевременной и точной информации. Например, блокчейн – технология распределенного хранения данных – может стать поворотной точкой в торговле сельскохозяйственной продукцией, так как она обеспечивает абсолютно прозрачную информацию о том, кто из участников рынка создает добавленную стоимость или изменяет цены в различных звеньях цепи. Использование информационно-коммуникационных технологий для передачи сельхозпроизводителям информации о ценах и других данных о рынках позволит принимать обоснованные решения о том, что и когда они будут поставлять на рынок и по каким ценам.

В настоящее время проводятся исследования в таких новых технологических областях, как применение нанотехнологий и наноматериалов в сельском хозяйстве для улучшения удобрений и средств защиты сельскохозяйственных культур.

Так, в растениеводстве применение нанопрепараторов в качестве микроудобрений обеспечивает повышение устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и увеличение урожайности (в среднем в 1,5–2 раза) почти всех продовольственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (хлопок, лен) культур.

Развитие нанотехнологий и наноматериалов в настоящее время является одним из самых многообещающих направлений в науке, в том числе и в сельском хозяйстве (Тарасова, Коростелева, Пономарев, 2012).

Одним из направлений инновационной деятельности в сельском хозяйстве является выведение сортов, имеющих высокую продуктивность и качество урожая, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам.

Стремительное развитие молекулярной биологии в конце XX в., появление новых технологий и методов открыли дополнительные возможности в вопросах изучения сортов и перевели на качественно новый уровень процесс идентификации генотипов. Так, например, на современном этапе изучения генетических ресурсов ДНК-профили дополняют традиционные описания, агробиологические и хозяйственны характеристики и служат основой для достоверной идентификации генотипов.

В связи с этим для решения приоритетных задач селекции необходимы мобилизация и сохранение генетических ресурсов. Генетические ресурсы растений являются стратегическим ресурсом и основой устойчивого производства сельскохозяйственных культур. Их эффективное сохранение и использование имеют государственное значение, так как служат одной из основ обеспечения продовольственной безопасности (Фурсов, 2018).

Эмбарго, введенное Россией в 2014 г. на ввоз отдельных видов сельскохозяйственной продукции, сы-

ря и продовольствия, снизило объемы предложения на внутреннем рынке, что закономерно отразилось на росте цен. Рост внутренних цен существенно улуч-

шил финансовые показатели сельскохозяйственных предприятий России (табл. 1).

1. Финансовое положение сельскохозяйственных предприятий России, без субъектов малого предпринимательства

1. The financial position of agricultural enterprises in Russia, without small businesses

Годы	Удельный вес прибыльных организаций от общего числа, %	Коэффициент текущей ликвидности ¹	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами ²	Коэффициент автономии ³
2013	77,4	179,2	-40,5	35,6
2014	80,7	180,2	-23,8	44,2
2015	77,9	160,3	-28,2	41,2
2016	78,8	154,4	-26,4	42,1
2017	82,3	196,3	-9,2	48,8

¹Рекомендуемое значение – 200%.

²Рекомендуемое значение – 10%.

³Рекомендуемое значение – 50%.

В настоящее время сельскохозяйственное производство уже не воспринимается как заведомо убыточная отрасль, растет число прибыльных сельскохозяйственных предприятий, улучшаются финансовые показатели, что дает возможность сельхозпроизводителям внедрять инновации.

Выводы. Инновационный процесс способствует внедрению новых методов ведения сельского

хозяйства, направленных на уменьшение зависимости сельскохозяйственного производства от природных факторов, повышение продуктивности, улучшение качества продукции. Использование инновационных технологий направлено на экономию трудовых и материальных ресурсов и, соответственно, на повышение эффективности сельского хозяйства.

Библиографические ссылки

1. Гончаров П. В. Ретроспективный анализ понятия инновационной деятельности, ее роль в развитии аграрных предприятий [Электронный ресурс] // Современные технологии управления. 2016. № 3(63). Режим доступа: <https://sovman.ru/article/6302>.
2. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. / Минсельхоз России; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2017. 140 с.
3. Тарасова Е. Ю., Коростелева В. П., Пономарев В. Я. Применение нанотехнологий в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15, № 21. С. 121–122. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/primenie-nanotekhnologiy-v-selskomhozyaystve>.
4. Фурсов С. Роль пшеницы в реализации экспортного потенциала зернового рынка на основе достижений селекции // АПК: Экономика, управление. 2018. № 5. С. 40–51.

References

1. Goncharov P. V. Retrospektivnyj analiz ponyatiya innovacionnoj deyatel'nosti, ee rol' v razvitiu agrarnyh predpriyatiy [Retrospective analysis of the concept of innovation, its role in the development of agricultural enterprises] [Ehlektronnyj resurs] // Sovremennye tekhnologii upravleniya. 2016. № 3(63). Rezhim dostupa: <https://sovman.ru/article/6302>.
2. Prognoz nauchno-tehnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 g. [Forecast of scientific and technological development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030] / Minsel'hoz Rossii; Nac. issled. un-t "Vysshaya shkola ekonomiki". M.: Izd-vo NIU VSHEH, 2017. 140 s.
3. Tarasova E. Yu., Korosteleva V. P., Ponomarev V. Ya. Primenenie nanotekhnologij v sel'skom hozyajstve [The use of nanotechnology in agriculture] [Ehlektronnyj resurs] // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. T. 15, № 21. S. 121–122. Rezhim dostupa: <http://cyberleninka.ru/article/n/primenie-nanotekhnologiy-v-selskomhozyaystve>.
4. Fursov S. Rol' pshenicy v realizacii ehksportnogo potenciala zernovogo rynka na osnove dostizhenij selekcii [The role of wheat in the realization of the export grain market potential based on the breeding achievements] // APK: Ehkonomika, upravlenie. 2018. № 5. S. 40–51.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.15:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-32-36

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ ВОСКОВИДНОЙ КУКУРУЗЫ (*ZEA MAYS L. CERATINA*)

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

А. С. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600

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

Проведено изучение 34 новых самоопыленных линий подвида восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*) по урожайности зерна и элементам структуры урожая. Элементы структуры различались по влиянию на формирование урожая зерна самоопыленных линий. Наибольшее значение имели признаки «количество початков на 1 растении», «количество зерен на початке», «количество рядов зерен». Наименее значимым оказался признак «масса 1000 зерен». На основе корреляционного анализа и анализа графиков поверхностей установлена возможность сочетания у линий восковидной кукурузы высоких значений взаимодополняющих признаков. Между признаками «количество початков на 1 растении» и «масса 1 початка» в 2015–2017 гг. зависимость отсутствовала ($r = -0,17 \pm 0,17 \dots +0,16 \pm 0,17$). Урожайность зерна линий увеличивалась пропорционально увеличению массы початка и количеству початков на 1 растении. Между признаками «масса 1000 зерен» и «количество зерен на початке» в 2015 г. отмечалась средняя отрицательная зависимость ($r = -0,37 \pm 0,16$), а в 2016 и 2017 гг. зависимость отсутствовала ($r = -0,12 \pm 0,18$, $r = -0,10 \pm 0,18$). Максимальная урожайность зерна линий формировалась при сочетании максимальных значений признаков (масса 1000 зерен – 241 г; количество зерен на початке – 540 шт.). Установлена тенденция к увеличению количества зерен в ряду с увеличением рядов зерен ($r = 0,18 \pm 0,17 \dots 0,32 \pm 0,17$). Наибольшую урожайность зерна линии формировали при максимальном количестве рядов зерен (18 шт.) и оптимальном (30 шт.) количестве зерен в ряду. Между массой 1 початка и выходом зерна с початка не выявлено зависимости ($r = -0,18 \pm 0,17 \dots +0,27 \pm 0,17$). Сочетание максимальных значений признаков продуктивности способствовало формированию максимальной урожайности зерна. Выделены новые самоопыленные линии восковидной кукурузы – 24/78, Wx2MP, 21/82 (1), 25/75 и другие с высокой урожайностью зерна (1,0–2,42 т/га) и высокими значениями признаков продуктивности.

Ключевые слова: восковидная кукуруза, самоопыленные линии, урожайность зерна, элементы структуры урожая зерна, корреляционный анализ, взаимодополняющие признаки.



THE ANALYSIS OF QUANTITATIVE TRAITS OF SELF-POLLINATED LINES OF WAXY MAIZE (*ZEA MAYS L. CERATINA*)

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

А. S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of maize breeding and seed-growing, ignatev1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600

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

The grain productivity and elements of yield structure of 34 new self-pollinated lines of the subspecies of waxy maize (*Zea mays L. ceratina*) have been studied. The elements of structure varied according to their effect on yield formation of these self-pollinated lines. The traits “number of cobs per plant”, “number of kernels per cob”, “number of rows with kernels” were of the great value, the trait “1000-kernels weight” was of the small value. The correlation analysis and the analysis of surface graphs identified the possibility to combine the largest values of complementary traits of the waxy maize lines. In 2015–2017 there was no any correlation between the traits “number of cobs per plant” and “weight of one cob” ($r = -0.17 \pm 0.17 \dots +0.16 \pm 0.17$). Grain productivity of the lines increased proportionally to the increase of cob weight and a number of cobs per plant. In 2015 there was an average negative correlation between the traits “1000-kernels weight” and “number of kernels per cob” ($r = -0.37 \pm 0.16$), and in 2016–2017 there was no any correlation at all ($r = -0.12 \pm 0.18$, $r = -0.10 \pm 0.18$). The maximum productivity was formed at the combination of maximum values of the traits (241 g of “1000-kernels weight”; 540 pc. of “number of kernels per cob”). There was a tendency to the increase of a number of kernels together with the rise of kernel rows ($r = 0.18 \pm 0.17 \dots 0.32 \pm 0.17$). The largest productivity was formed at a maximum quantity of kernel rows (18 pc) and optimal quantity of kernels per row (30 pc). There was no correlation between “weight of one cob” and “number of kernel per cob” ($r = -0.18 \pm 0.17 \dots +0.27 \pm 0.17$). The combination of the maximum values of the productivity traits promoted the formation of maximum grain yield. There have been identified the new self-pollinated lines of waxy maize “24/78”, “Wx2MP”, “21/82 (1)”, “25/75” with high grain productivity (1.0–2.42 t/ha) and large values of the productivity traits.

Keywords: waxy maize, self-pollinated lines, grain productivity, elements of grain yield structure, correlation analysis, complementary traits.

Введение. Создание нового исходного материала, его оценка и подбор пар для скрещивания являются важнейшим условием результативности любого направления селекции гибридной кукурузы.

Отсутствие отечественных гибридов восковидной кукурузы обуславливает актуальность этого направления. Подвид восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*) интересен тем, что ее крахмал состоит полностью из амилопектина – ценного сырья для пищевой, технической промышленности и медицины (Шмареев, 1999).

Одна из причин, которая сдерживает выведение отечественных гибридов подвида восковидной кукурузы, – слабая изученность и малочисленность исходного материала (Кривошеев и Игнатьев, 2017). Отечественные исследователи до настоящего времени мало уделяли внимания изучению количественных признаков восковидной кукурузы. Изучение количественных признаков и моделирование их у сортов и гибридов сельскохозяйственных культур для конкретных природных условий повышают эффективность селекционной работы (Костылев и др., 2018). Особое значение имеют элементы структуры урожая зерна. Один из методов подбора пар для скрещивания – по взаимодополняющим элементам структуры (Образцов, 1978).

Цель исследований – изучение возможности сочетания максимальных значений взаимодополняющих элементов структуры урожая зерна у самоопыленных линий восковидной кукурузы, выделение высокоурожайных линий с высокими значениями признаков продуктивности.

1. Статистические параметры количественных признаков самоопыленных линий восковидной кукурузы (2015–2017 гг.)

1. Statistic parameters of the quantitative traits of the self-pollinated lines of waxy maize (2015–2017)

Признак	Среднее значение (x)	Минимальное значение (x min)	Максимальное значение (x max)	Стандартное отклонение (S)	Коэффициент вариации (V), %
Урожайность зерна, т/га	1,06	0,56	2,42	0,47	44,3
Количество початков на 1 растении, шт.	0,72	0,43	0,99	0,12	16,7
Масса 1 початка, г	55,9	31	74	10,98	19,6
Масса 1000 зерен, г	182,1	147	241	22,63	12,4
Количество рядов зерен, шт.	14,6	13	18	1,41	9,7
Количество зерен в ряду, шт.	24,9	21	30	2,63	10,6
Количество зерен на початке, шт.	365	282	540	62,83	17,1
Выход зерна с початка, %	69,6	54,5	80,1	6,71	9,6

Наибольшее варьирование отмечено по признаку «урожайность зерна» – от 0,56 до 2,42 т/га; коэффициент вариации составил 44,3%. К средне варьирующему относены признаки «количество початков на 1 растении» (0,43–0,99 шт.), «масса 1 початка» (31–74 г), «масса 1000 зерен» (147–242 г), «количество зерен в ряду» (21–30 шт.), «количество зерен на початке» (282–540 шт.). Коэффициенты вариации соответ-

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в 2015–2017 гг. в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (АНЦ «Донской»), расположенному в южной зоне Ростовской области. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым. Годы проведения исследований характеризовались как засушливые. Объектом исследований были взяты 34 новых константных (I_6) самоопыленных линии восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*), созданных в АНЦ «Донской».

Закладку опытов, учеты и наблюдения проводили согласно методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой (1980), методике государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985). Метод размещения самоопыленных линий в полевых опытах – систематический со смещением.

Для оценки селекционного материала использовали Международный классификатор СЭВ вида *Zea mays L.* (1977). Статистическую обработку выполнили по Доспехову (1985), используя программу Statistica 10.0. Проведен корреляционный анализ количественных признаков и анализ графиков поверхностей.

Оценивали урожайность зерна самоопыленных линий кукурузы и элементы его структуры.

Результаты и их обсуждение. Самоопыленные линии восковидной кукурузы характеризовались разнообразием по величине урожая зерна и элементов продуктивности (табл. 1).

стvenno составили 16,7; 19,6; 12,4; 10,6; 17,1%. Слабо варьирующими были признаки «количество рядов зерен» – 13–18 шт. (V = 9,7%), «выход зерна с початка» – 54,5–80,1% (V = 9,6%).

Результаты корреляционного анализа позволили установить, что влияние изучаемых признаков на формирование урожая зерна самоопыленных линий восковидной кукурузы было различным (табл. 2).

2. Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и элементами ее структуры у линий восковидной кукурузы

2. Coefficients of correlation between grain productivity and elements of its structure of the lines of waxy maize

Элементы структуры урожая зерна	Единица измерения	Годы		
		2015	2016	2017
Количество початков на 1 растении	шт.	0,55*±0,15	0,59*±0,14	0,47*±0,16
Масса 1 початка	г	0,46*±0,16	0,19±0,17	0,36*±0,16
Масса 1000 зерен	г	0,05±0,16	0,21±0,17	0,30±0,17
Количество рядов зерен	шт.	0,36*±0,16	0,53*±0,15	0,44*±0,16
Количество зерен в ряду	шт.	0,49*±0,15	0,36*±0,16	0,19±0,17
Количество зерен на початке	шт.	0,53*±0,15	0,54*±0,15	0,40*±0,16
Выход зерна с початка	%	0,51*±0,15	0,56*±0,15	0,02±0,18

* Достоверно при 5% уровне значимости.

В 2015–2017 гг. выявлена положительная корреляционная зависимость средней силы между урожайностью зерна и признаками «количество початков на 1 растении» ($r = 0,55 \pm 0,15$; $r = 0,59 \pm 0,15$; $r = 0,47 \pm 0,16$ соответственно), «количество зерен на початке» ($r = 0,53 \pm 0,15$; $r = 0,54 \pm 0,15$; $r = 0,40 \pm 0,16$), «количество рядов зерен» ($r = 0,36 \pm 0,16$; $r = 0,53 \pm 0,15$; $r = 0,44 \pm 0,16$).

В 2015 и 2016 гг. средняя зависимость установлена между урожайностью зерна и количеством зерен в ряду ($r = 0,49 \pm 0,15$; $r = 0,36 \pm 0,16$ соответственно), выходом зерна с початка ($r = 0,51 \pm 0,15$; $r = 0,56 \pm 0,15$). Между урожайностью и массой 1 початка зависимость средней силы отмечена в 2015 г. ($r = 0,46 \pm 0,16$) и 2017 г. ($r = 0,36 \pm 0,16$).

Во все годы исследований зависимость между урожайностью зерна и массой 1000 зерен отсутствовала, однако имелась тенденция к увеличению урожайности с увеличением крупности зерен ($r = 0,05 \pm 0,16 \dots 0,30 \pm 0,17$).

Корреляционный анализ и анализ графиков поверхности позволили выявить возможность сочетания у самоопыленных линий восковидной кукурузы высоких значений взаимодополняющих признаков продуктивности. К таковым следует отнести «количество початков на 1 растении» и «масса 1 початка», «масса 1000 зерен» и «количество зерен на початке», «количество рядов зерен» и «зерен в ряду початка», «масса 1 початка» и «выход зерна с початка».

Построение графиков поверхностей предполагает аппроксимацию – достраивание графика до теоретически возможного максимального значения результирующего фактора – урожайности зерна при сочетании в одном генотипе максимально возможных значений двух переменных – взаимодополняющих элементов структуры урожая зерна.

Между взаимодополняющими признаками «количество початков на 1 растении» и «масса 1 початка» зависимость отсутствовала ($r = -0,17 \pm 0,17 \dots +0,06 \pm 0,18$), что позволяет сочетать у линий высокие значения признаков. Урожайность зерна самоопыленных линий восковидной кукурузы возрастила пропорционально увеличению этих признаков (рис. 1).

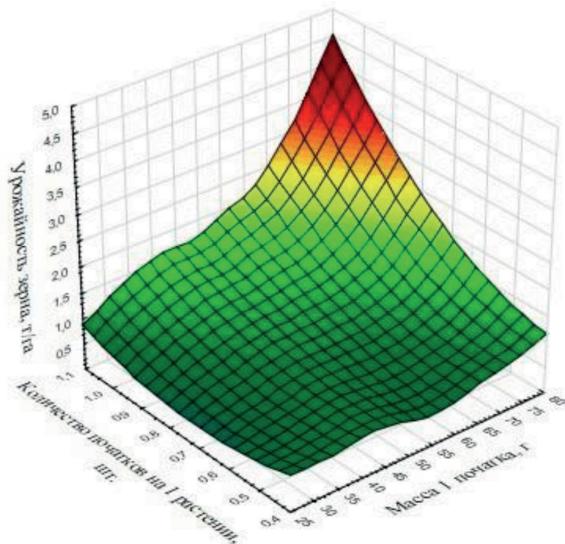


Рис. 1. Влияние элементов структуры «количество початков на 1 растении» и «масса 1 початка» на урожайность зерна самоопыленных линий восковидной кукурузы (2015–2017 гг.)

Fig. 1. The effect of “number of cobs per plant” and “weight of one cob” on grain productivity of self-pollinated lines of waxy maize (2015–2017)

Теоретически урожайность зерна линий может достичь 5 т/га при сочетании максимального количества початков на 1 растении 0,99 шт. и массы початка более 74 г.

В 2015 г. выявлена средняя отрицательная зависимость ($r = -0,37 \pm 0,16$) между признаками «масса 1000 зерен» и «количество зерен на початке». Но в 2016 и 2017 гг. такая зависимость отсутствовала ($r = -0,12 \pm 0,18$; $r = -0,10 \pm 0,18$), что позволяет предположить о возможности совмещения в одном генотипе высоких значений этих признаков. Урожайность зерна самоопыленных линий восковидной кукурузы увеличивалась пропорционально увеличению значений переменных (рис. 2).

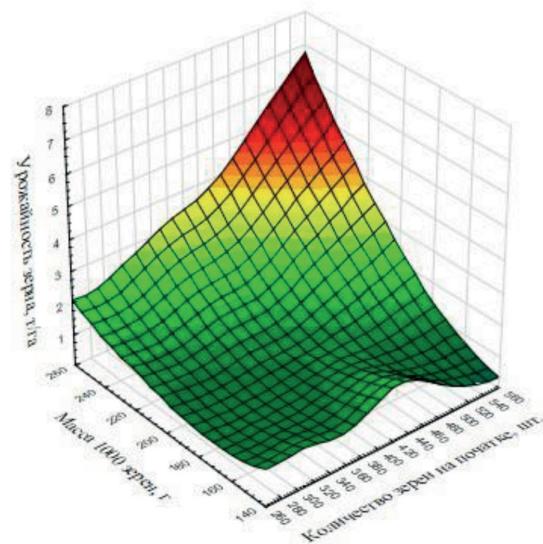


Рис. 2. Влияние элементов структуры «масса 1000 зерен» и «количество зерен на початке» на урожайность зерна самоопыленных линий восковидной кукурузы (2015–2017 гг.)

Fig. 2. The effect of “1000-kernels weight” and “number of kernels per cob” on grain productivity of self-pollinated lines of waxy maize (2015–2017)

Максимальная урожайность зерна может быть получена при сочетании максимальных значений массы 1000 зерен (241 г) и максимальных значений количества зерен на початке (540 шт.).

Установлена тенденция увеличения количества зерен в ряду при увеличении количества рядов зерен. Коэффициенты корреляции между признаками оказались низкими: $r = 0,27 \pm 0,17$ (2015 г.); $r = 0,18 \pm 0,17$ (2016 г.); $r = 0,32 \pm 0,17$ (2017 г.). Увеличение урожайности зерна у самоопыленных линий кукурузы происходило при увеличении количества рядов зерен до максимальных значений (18 шт.) и количества зерен в ряду до оптимальных (30 шт.). При дальнейшем увеличении количества зерен в ряду урожайность зерна снижалась (рис. 3).

В 2015 и 2016 гг. отмечалась тенденция к увеличению выхода зерна с початка при увеличении его крупности: $r = 0,27 \pm 0,17$ (2015 г.); $r = 0,18 \pm 0,17$ (2016 г.). Однако в 2017 г. выявлена противоположная тенденция ($r = -0,18 \pm 0,17$). Увеличение результирующего признака – урожайности зерна – происходило пропорционально увеличению значений переменных (крупность початка и выход зерна) и достигало максимальной величины при сочетании максимальных значений переменных (рис. 4).

Кумулирование высоких значений элементов структуры положительно сказывалось на урожае самоопыленных линий восковидной кукурузы. Выделены линии, характеризующиеся высокой урожайностью зерна (1,0–2,42 т/га) и высокими значениями признаков продуктивности (табл. 3).

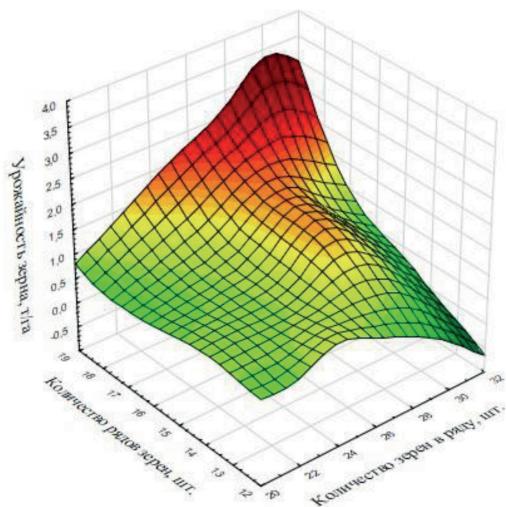


Рис. 3. Влияние элементов структуры «количество рядов зерен» и «количество зерен в ряду початка» на урожайность зерна самоопыленных линий восковидной кукурузы (2015–2017 гг.)

Fig. 3. The effect of “number of rows” and “number of kernels per cob” on grain productivity of self-pollinated lines of waxy maize (2015–2017)

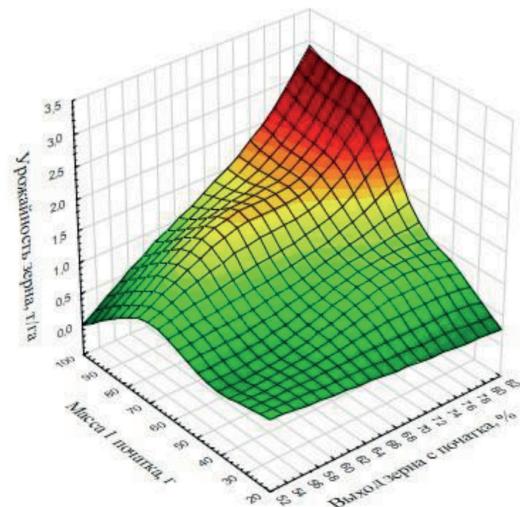


Рис. 4. Влияние элементов структуры «масса 1 початка» и «выход зерна с початка» на урожайность зерна самоопыленных линий восковидной кукурузы (2015–2017 гг.)

Fig. 4. The effect of “weight of one cob” and “number of kernels per cob” on grain productivity of self-pollinated lines of waxy maize (2015–2017)

3. Урожайность зерна и элементы его структуры

у самоопыленных линий восковидной кукурузы (2015–2017 гг.)

3. Grain productivity and elements of its structure of self-pollinated lines of waxy maize (2015–2017)

Линия	Урожай зерна, т/га	Количество початков на 1 растении, шт.	Масса 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г	Количество, шт.			Выход зерна с початка, %
					рядов зерен	зерен в ряду	зерен на початке	
24/78	2,42	0,99	71	241	15	27	402	80,1
Wx2nMP	2,41	0,85	74	204	18	30	540	66,1
24/82(1)	1,98	0,79	70	206	18	27	491	78,2
25/75	1,63	0,97	55	156	16	26	402	75,8
26/48	1,48	0,73	64	211	14	26	366	77,8
27/17	1,36	0,98	42	157	13	24	327	73,0
25/89	1,28	0,62	56	212	14	22	297	77,9
24/29(5)	1,20	0,77	73	175	14	29	402	75,5
26/95	1,07	0,83	62	176	17	30	525	66,3
26/38	1,00	0,70	45	222	14	22	303	72,0
S	0,47	0,12	10,98	22,63	1,41	2,63	62,83	6,71

Наиболее высокими значениями количества початков на 1 растении (0,97–0,99 шт.) отличались самоопыленные линии 24/78, 25/75, 27/17. По массе 1 початка (71–74 г) выделились 24/78, Wx2MP, 24/29 (5). Крупносеменные формы (222–241 г) – 24/78, 26/38. Наибольшим количеством рядов зерен (18 шт.) отличались самоопыленные линии Wx2MP и 24/82 (1). Наибольшее количество зерен в ряду (30 шт.) и зерен на початке (525–540 шт.) отмечено у линий Wx2MP и 26/95. Высокий выход зерна с початка (80,1%) имела линия 24/78.

Выводы. Установлена зависимость между урожайностью зерна и элементами его структуры у линий восковидной кукурузы. Коэффициенты корреляции ва-

рировали в зависимости от признака и года исследований ($r = 0,02 \pm 0,18 \dots 0,59 \pm 0,14$). Максимальную урожайность зерна самоопыленные линии восковидной кукурузы формировали при сочетании максимальных значений взаимодополняющих элементов структуры урожая: количество початков на 1 растении – 0,99 шт.; масса 1 початка – 74 г; масса 1000 зерен – 241 г; количество рядов зерен – 18 шт.; количество зерен на початке – 540 шт.; выход зерна с початка – 80,1% и оптимальном значении количества зерен в ряду – 30 шт.

Выделены новые самоопыленные линии восковидной кукурузы – 24/78, Wx2MP, 24/82 (1), 25/75 и другие с высокой урожайностью зерна (1,0–2,42 т/га) и высокими значениями элементов его структуры.

Библиографические ссылки

1. 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.
2. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Селекционная ценность образцов подвида восковидной кукурузы (*Zea mays L. ceratina*) // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 1. С. 39–43.
3. Образцов А. С. Наследование элементов продуктивности и скороспелости у кукурузы // Кукуруза. 1978. № 8. С. 24–25.
4. Шмаров Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы. Теоретические основы селекции. СПб., 1999. Т. IV. С. 386.

References

1. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Kostyleva L. M., Galayan A. G. Analiz ehlementov strukturny urozhajnosti i drugih kolichestvennyh priznakov u obrazcov risa [Analysis of yield structure elements and other quantitative characteristics of rice samples] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1 (55). S. 12–17.
2. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Selekcionnaya cennost' obrazcov podvida voskovidnoj kukuruzy (*Zea Mays L. Ceratina*) [The breeding value of samples of the subspecies of waxy maize (*Zea Mays L. Ceratina*)] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. № 1. S. 39–43.
3. Obrazcov A. S. Nasledovanie ehlementov produktivnosti i skorospelosti u kukuruzy [Inheritance of productivity elements and early maturity of maize] // Kukuruza. 1978. № 8. S. 24–25.
4. Shmaraev G. E. Genofond i selekciya kukuruzy. Teoreticheskie osnovy selekcii [The gene pool and maize breeding. Theoretical bases of selection]. SPb., 1999. T. IV. S. 386.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.18:632.22

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-36-41

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ГИБРИДОВ РИСА ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

П. И. Костылев¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

Е. Б. Кудашкина², аспирантка, cudashkina.ekaterina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

²Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО ДонГАУ,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Засоление почвы и воды в разной степени влияет на рост и развитие риса на всех стадиях, снижая его продуктивность. В статье приведены результаты лабораторного анализа определения устойчивости к засолению 186 гибридных образцов риса F_5 селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Изучены образцы из трех гибридных комбинаций: IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Новатор; IR 74099-3R-3-3 x Новатор; NSIC Rc 106 x Новатор. Исследования проводили в АЧИИ ФГБОУ ВО ДонГАУ. Семена образцов риса прорашивали в рулонах из фильтровальной бумаги на 1,5%-м растворе NaCl и в дистиллированной воде. Солеустойчивость определяли как соотношение числа всхожих семян в опыте к контролю, выраженное в процентах. Цель исследований – провести анализ образцов риса по устойчивости к засолению. В результате анализа было установлено, что образцы риса существенно различались между собой по длине ростков и корешков на засоленном и контролльном вариантах. Графический материал статьи достоверно отражает относительные и абсолютные величины ростков и корешков в опыте и контроле. Корреляционный анализ показал среднюю связь между длиной ростков в опыте и солеустойчивостью по росткам ($0,62 \pm 0,08$), а также высокую – между длиной корешков в опыте и солеустойчивостью по корешкам ($0,74 \pm 0,09$). В результате ПЦР-анализа по маркерам RM493 и RM7075 удалось идентифицировать наличие доминантного локуса QTL Saltol в гомозиготном состоянии в 59 форм. По комплексу показателей выделено 14 лучших образцов. Отобранные на солевых растворах лучшие формы с длинными ростками и корешками высажены в виде рассады на чеках ОС «Пролетарская».

Ключевые слова: рис, солеустойчивость, гибрид, всхожесть, росток, корешок, NaCl, QTL Saltol.



SALT TOLERANCE OF RICE HYBRIDS OF THE FIFTH GENERATION

P. I. Kostylev¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory of rice breeding and seed-growing, p-kostylev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

E. B. Kudashkina², post graduate, e-mail: cudashkina.ekaterina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774

¹FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”,

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

²Azov-Blacksea Engineering Institute of FSBEI HE DonSAU,

347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

Soil and water salinization differently affects the growth and development of rice at all stages, reducing its productivity. The article presents the results of the analysis aimed to determine salt resistance of 186 hybrid samples of rice F_5 developed in the FSBSI “ARC “Donskoy”. There were studied the samples developed from three hybrid combinations “IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Novator”; “IR 74099-3R-3-3 x Novator”; “NSIC Rc 106 x Novator”. The studies were carried out in the ABSIE FSBI HE DonSAU. The rice seeds were germinated in rolls of filter paper on 1.5% NaCl solution and in distilled water. Salt tolerance was determined as the ratio of the percentage of germinated seeds in the experiment to the control. The purpose of the research is to analyze rice samples for salinization resistance. The analysis found out that the rice samples differed significantly among themselves in the length of the sprouts and roots on the salted and control variants. The graphic material of the article reliably shows the relative and absolute values of sprouts and roots in a trial and in a control variant. The analysis showed an average correlation between the length of sprouts in the trial and salt tolerance for sprouts ($0,62 \pm 0,08$), as well as a high correlation between the length of the roots in the trial and salt tolerance for the roots ($0,74 \pm 0,09$). PCR analysis with the help of the markers RM493 and RM7075 made possible to identify in 59 forms the presence of the dominant QTL locus Saltol in the homozygous state. According to the set of indicators 14 best samples were identified. Selected on salt solutions, the best samples with long shoots and roots have been planted on the rice bays of the OS “Proletarskaya” in the form of seedlings.

Keywords: rice, salt tolerance, hybrid, germination, sprout, root, NaCl, QTL Saltol.

Введение. Засоление отрицательно влияет на рост и развитие риса на всех стадиях в разной степени, начиная от прорастания семян и до созревания растений. Оросительные воды, содержащие ионы Na^+ и Cl^- , оказывают нежелательное воздействие на физические свойства почв, поскольку связаны с накоплением ионов натрия в почвенном обменном комплексе. Это в конечном итоге влияет на нестабильность почвенного комплекса, так как приводит к дисперсии частиц почвы, засыпанию почвенных пор и угнетению роста сельскохозяйственных культур (Siyal et al., 2002).

Грунтовая вода, содержащая растворимые соли, в основном выносится на поверхность транспирацией, после чего они осаждаются на поверхности почвы, образуя белую корку, которая является индикатором наличия засоления. Этот процесс сильно повлиял на сельское хозяйство в рисосеющих странах, где производители страдают от неблагоприятного воздействия засоления на продуктивность ряда сельскохозяйственных культур (Carden et al., 2003).

Благодаря освоению инновационных технологий в сельском хозяйстве можно повысить эффективность использования имеющихся проблемных почвенных ресурсов, которые в настоящее время являются мало или вообще непригодными для возделывания риса в большинстве стран мира. При создании с помощью маркерной селекции толерантных к солевому стрессу форм риса становится возможным получать урожайность этой культуры почти такую же, как у стандартных сортов. Такая практика активно ведется в странах Азии (Dhivyapriya et al., 2017).

Недостаточная солеустойчивость растений является общемировой проблемой и имеет большое научное и практическое значение, что подтверждается многочисленными научными исследованиями и созданием новых устойчивых сортов при помощи современных методов исследований. Поэтому необходимы проведение гибридизации доноров солеустойчивости с российскими сортами и массовый скрининг гибридного потомства на солеустойчивость (Азарин и др., 2016).

Доказано, что солеустойчивые линии могут быть получены от скрещивания толерантного и чувствительного сортов (Akbar and Yabuno, 1977). Таким образом, отбор растений с генами устойчивости на ранних этапах селекции представляет собой большой потенциал при создании солеустойчивых сортов (Moeljorawiro and Ikehashi, 1981).

Использование микросателлитных маркеров для выборочного переноса генов устойчивости на желае-

мую генетическую основу могло бы помочь преодолеть сложности в массовом скрининге на толерантность к засолению риса. Идентификация QTL Saltol стала серьезным прорывом для селекционеров в части реализации программ по солеустойчивости риса (Waziri et al., 2016).

Цель исследований – провести анализ образцов риса F_5 по устойчивости к засолению при помощи лабораторных методов исследований.

Материалы и методы исследований. Исходным материалом для анализа солеустойчивости послужили 186 образцов риса, выращенных на чеках Опытной станции «Пролетарская» (филиал ФГБНУ «АНЦ «Донской») в Пролетарском районе Ростовской области в 2017 г. В качестве стандартов использовали сорта Новатор и Южанин.

Образцы представляли собой линии пятого поколения, полученные с помощью индивидуального ежегодного отбора из гибридных комбинаций от скрещивания солеустойчивых доноров со скороспелым сортом Новатор: IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Новатор; IR 74099-3R-3-3 x Новатор; NSIC Rc 106 x Новатор. Материнские формы являлись донорами гена солеустойчивости Saltol.

Семена прорашивали в рулонах фильтровальной бумаги на 1,5%-м растворе NaCl (опыт) и в дистиллированной воде (контроль) в течение 14 дней при температуре 24 °C. Степень солеустойчивости определяли как соотношение всхожести семян и длины ростков и корешков в опыте к контролю, выраженное в процентах: $\text{CC}_1 = \text{BC3/BCK} \cdot 100$; $\text{CC}_2 = \text{DR3/DRK} \cdot 100$; $\text{CC}_3 = \text{DK3/DKK} \cdot 100$, где CC – степень солеустойчивости; BC3 – всхожесть семян при засолении; BCK – всхожесть семян в контроле; DR3 – длина ростков в опыте, DRK – длина ростков в контроле; DK3 – длина корешков в опыте; DKK – длина корешков в контроле.

Оценка наличия гена Saltol у отобранных гибридных форм риса F_5 была проведена с помощью ДНК-маркеров в условиях ЮФУ (Академия биологии и биотехнологии, лаборатория молекулярной генетики). Статистическая обработка данных проведена с помощью программы Statistica 8.0.

Результаты и их обсуждение. Наибольшее число изученных образцов (139) имели очень высокую солеустойчивость – от 95 до 100%, определенную по соотношению всхожести семян в солевом растворе и в дистиллированной воде. Это связано с ежегодным отбором лучших форм (рис. 1).

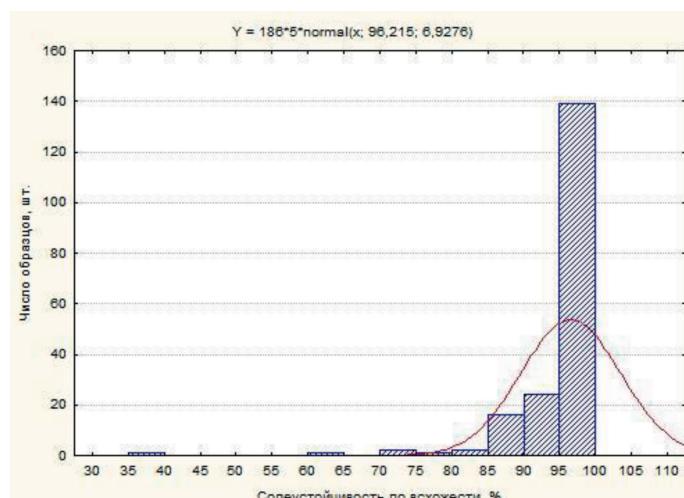


Рис. 1. Распределение изучаемых образцов риса по солеустойчивости на основе всхожести семян

Fig. 1. Distribution of the studied rice samples according to salt tolerance based on seed germination

Однако, несмотря на высокую всхожесть на засоленном фоне (1,5% NaCl), образцы риса существенно различались между собой по длине ростков и корешков. На рисунке 2 показано распределение относительной солеустойчивости образцов по соотношению длины ростков в опыте и контроле.

Солеустойчивость по данному признаку варьировала от 20 до 100%. При этом 60 образцов имели

низкую устойчивость (от 20 до 40%); 102 образца – среднюю (от 40 до 70%) и 24 образца – высокую (от 70% и выше), которые представляют наибольшую ценность для отбора солеустойчивых форм.

Из рисунка 3 видно, что распределение солеустойчивости по соотношению длины корешков составило от 5 до 100%.

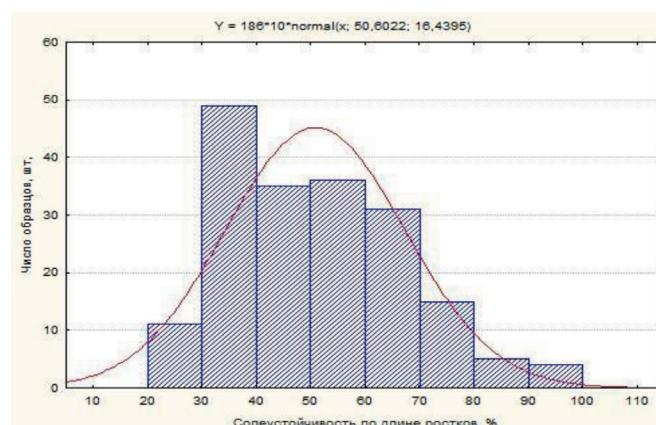


Рис. 2. Распределение образцов по относительной солеустойчивости как соотношению длины ростков в опыте и контроле

Fig. 2. Distribution of the studied rice samples according to salt tolerance based on correlation between length of sprouts in a trial and in a control variant

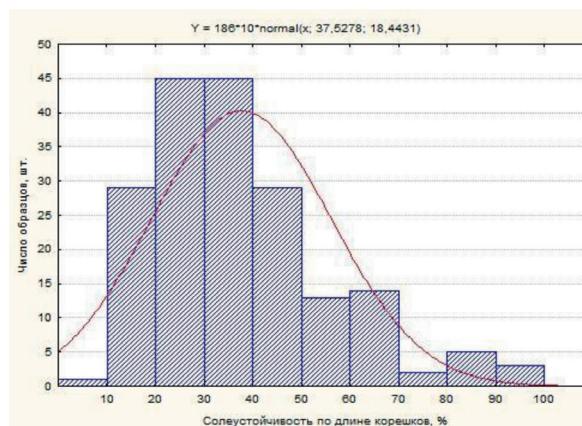


Рис. 3. Распределение образцов по относительной солеустойчивости как соотношению длины корешков в опыте и контроле

Fig. 3. Distribution of the studied rice samples according to salt tolerance based on correlation between length of roots in a trial and in a control variant

30 образцов, включая стандартный сорт Новатор, были неустойчивыми (солеустойчивость – менее 20%). Наибольшее количество образцов в опыте (90) имели низкую устойчивость к засолению в пределах 20–40%; 56 образцов имели среднюю устойчивость – 40–70%. Высокую солеустойчивость (свыше 70%) показали 10 образцов.

Для того чтобы качественно оценить имеющиеся гибридные формы, необходимо было не только проанализировать относительные значения, но и изучить абсолютное соотношение сформировавшихся проростков в опыте и контроле.

На рисунках 4 и 5 приведены распределения абсолютных значений ростков и корешков в солевом растворе и в контроле.

Минимальная длина ростков в опыте была у № 6316 (0,74 см); максимальная – у № 6306 (7,29 см). В контроле длина ростков варьировала от 1,9 см (№ 6345) до 10,1 см (№ 6036).

Наибольшее количество образцов в опыте имели среднее значение длины ростков от 2 до 4 см, в кон-

троле – от 6 до 9 см. Наибольшую ценность для селекционной работы представляют 39 образцов, которые смогли сформировать максимальную длину ростков в опыте – более 4 см.

Максимальная длина корешков в опыте была у № 6058 (6,72 см); минимальная – у № 6406 (0,27 см). В контроле длина корешков варьировала от 0,98 см (№ 6303) до 11,71 см (№ 6003).

Наибольшее количество образцов (107) имели длину корешков в опыте в диапазоне от 1 до 3 см, а в контроле преобладали значения длины от 5 до 8 см у 81 образца.

Наибольшее значение для селекции на солеустойчивость имеют те образцы, которые сформировали на засоленном фоне длину корешков свыше 3 см при условии высоких величин признака по росткам.

Важным является проведение корреляционного анализа для установления взаимных связей между признаками (табл. 1).

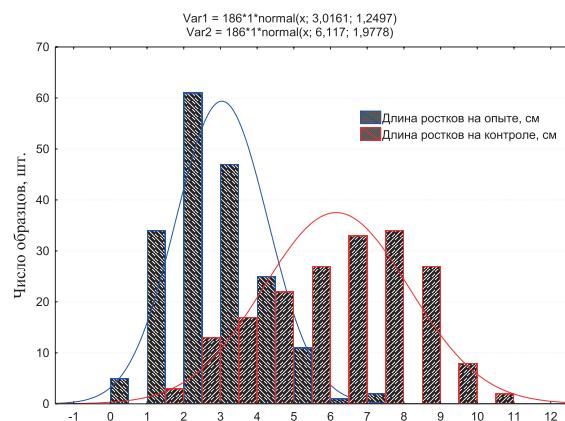


Рис. 4. Распределение длины ростков по абсолютным значениям в опыте (1,5% NaCl) и контроле

Fig. 4. Distribution of the length of sprouts according to absolute values in a trial (1.5% NaCl) and in a control variant

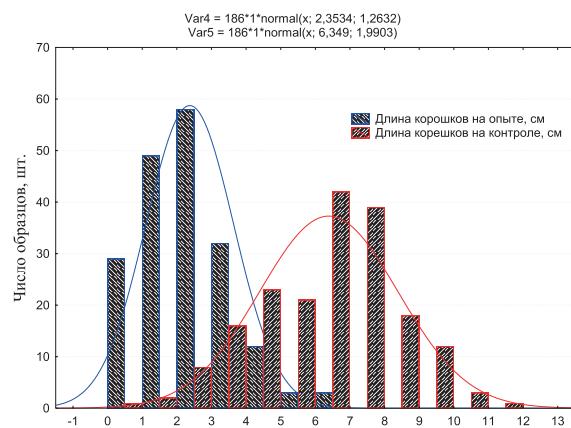


Рис. 5. Распределение длины корешков по абсолютным значениям в опыте (1,5% NaCl) и контроле

Fig. 5. Distribution of the length of roots according to absolute values in a trial (1.5% NaCl) and in a control variant

1. Корреляционная матрица изучаемых признаков

1. Correlation matrix of the studied traits

Признаки	Солеустойчивость по всхожести, %	Длина ростков, опыт, см	Длина ростков, контроль, см	Солеустойчивость по относительной длине ростков, %	Длина корешков (опыт), см	Длина корешков (контроль), см	Солеустойчивость по относительной длине корешков, %
Солеустойчивость по всхожести, %	1,00±0,00	0,34±0,06	0,29±0,06	0,19±0,07	0,31±0,06	0,29±0,06	0,18±0,07
Длина ростков (опыт), см	0,34±0,06	1,00±0,00	0,58±0,05	0,62±0,05	0,83±0,03	0,47±0,05	0,61±0,05
Длина ростков (контроль), см	0,29±0,06	0,58±0,05	1,00±0,00	-0,25±0,08	0,51±0,05	0,70±0,04	0,14±0,07
Солеустойчивость по относительной длине ростков, %	0,19±0,07	0,62±0,05	-0,25±0,08	1,00±0,00	0,49±0,05	-0,11±0,08	0,60±0,05
Длина корешков (опыт), см	0,31±0,06	0,83±0,03	0,51±0,05	0,49±0,05	1,00±0,00	0,53±0,05	0,74±0,04
Длина корешков (контроль), см	0,29±0,06	0,47±0,05	0,70±0,04	-0,11±0,08	0,53±0,05	1,00±0,00	-0,08±0,08
Солеустойчивость по относительной длине корешков, %	0,18±0,07	0,61±0,05	0,14±0,07	0,60±0,05	0,74±0,04	-0,08±0,08	1,00±0,00

Корреляционный анализ показал, что существует слабая и средняя положительная связь между солеустойчивостью по всхожести и длиной ростков и корешков в опыте и контроле. Слабая корреляция выявлена между солеустойчивостью по всхожести и солеустойчивостью по росткам ($0,19\pm0,07$) и корешкам ($0,18\pm0,07$). Средняя связь установлена между длиной ростков в опыте и солеустойчивостью по росткам ($0,62\pm0,05$), между длиной ростков в опыте и контроле ($0,58\pm0,05$), между длиной корешков в опыте и контроле ($0,53\pm0,05$). Корреляционный коэффициент $0,60\pm0,05$ между солеустойчивостью по корешкам и росткам также свидетельствует о средней положительной связи. Сильная положительная связь ($0,83\pm0,03$) выявлена между длиной ростков и корешков в опыте, а также между длиной корешков в опыте и солеустойчивостью по корешкам – $0,74\pm0,04$.

Таким образом, имеет большое значение учет не только относительных, но и абсолютных величин, так как соотношение двух низких значений в опыте и контроле может показать высокую относительную солеустойчивость.

Применив ко всем изучаемым образцам необходимые условия (длина ростков в опыте – больше

4 см; длина корешков в опыте – больше 3 см; относительная солеустойчивость по росткам и корешкам – выше 60%), получили 14 самых лучших образцов (табл. 2).

Максимальная солеустойчивость по длине ростков (99,5%) была у образца № 6043; по длине корешков (99,9%) – у образца № 6136. По абсолютной длине ростков (более 6 см) при засолении лидировали образцы № 6058 и № 6109; по длине корешков – образцы № 6104 и № 6198.

В результате ПЦР-анализа образцов риса пятого поколения, отобранных на ОС «Пролетарская» по маркерам RM493 и RM7075, удалось идентифицировать аллельное состояние локуса QTL Saltol у 100 гибридных форм.

Из этой выборки гибридов пятого поколения выявлено 59 доминантных гомозиготных форм, 23 рецессивных и 18 гетерозиготных. Относительно большое количество доминантных гомозиготных форм связано с влиянием положительного отбора лучших растений из поколения в поколение и перехода их в гомозиготное состояние при самоопылении. Большинство образцов с генами Saltol показали устойчивость и при рулонной оценке.

2. Выделившиеся на рулонах образцы F₅, урожай 2017 г.
2. The samples F5 identified on rolls, 2017 yield

№	Всхожесть (опыт), шт.	Всхожесть (контроль), шт.	Солеустойчивость по всхожести, %	Длина ростков (опыт), см	Длина ростков (контроль), см	Солеустойчивость по относительной длине ростков, %	Длина корешков (опыт), см	Длина корешков (контроль), см	Солеустойчивость по относительной длине корешков, %
Новатор, ст.	40	48	83	1,85	5,31	34,8	0,89	7,15	12,4
Южанин, ст.	44	49	90	1,46	2,69	54,4	0,86	3,70	23,3
6043	49	49	100	4,59	4,61	99,5	4,39	6,02	72,8
6136	49	49	100	4,51	4,97	90,9	4,43	4,44	99,9
6181	50	50	100	5,07	5,90	85,9	4,08	6,31	64,6
6198	50	50	100	4,98	6,01	82,9	6,15	9,09	67,6
6194	49	50	98	5,24	6,59	79,4	3,67	5,88	62,3
6058	49	50	98	7,08	8,93	79,2	6,72	10,01	67,2
6273	50	50	100	4,61	6,00	76,9	3,81	6,34	60,1
6109	49	50	98	6,70	8,76	76,6	3,81	5,83	65,3
6104	46	50	92	5,53	7,26	76,2	6,35	7,78	81,7
6088	50	50	100	5,26	7,08	74,3	4,99	7,80	63,9
6282	44	44	100	4,06	5,61	72,4	3,33	3,39	98,1
6150	46	46	100	5,38	7,99	67,3	4,57	6,56	69,6
6286	49	49	100	5,16	7,72	66,9	5,48	8,00	68,5
6042	46	50	92	4,24	6,78	62,6	4,20	6,22	67,6
σ	2,9	1,7	5,0	1,4	1,6	15,0	1,6	1,8	22,0

186 лучших растений этих образцов с наибольшей длиной ростков и корешков были высажены в виде рассады на чеках ОС «Пролетарская» для их сохранения в качестве ценного селекционного материала для создания солеустойчивых сортов риса.

Выводы

В результате проведенного анализа устойчивости к хлоридному засолению рулонным методом и с помощью ПЦР установлен существенный полиморфизм образцов по этому признаку. Солеустойчивость варьировала от 20 до 100%.

Корреляционный анализ показал слабую положительную связь между солеустойчивостью по всхожести и солеустойчивостью по росткам ($0,19\pm0,07$) и корешкам ($0,18\pm0,07$); среднюю – между длиной ростков в опыте и солеустойчивостью по росткам ($0,62\pm0,05$), между длиной ростков в опыте и контроле ($0,58\pm0,05$), между длиной корешков в опыте

и контроле ($0,53\pm0,05$), между солеустойчивостью по корешкам и росткам ($0,60\pm0,05$); сильную – между длиной ростков и корешков в опыте ($0,83\pm0,03$) и между длиной корешков в опыте и солеустойчивостью по корешкам ($0,74\pm0,04$).

Отобраны 14 лучших образцов риса по абсолютным и относительным величинам всхожести семян, длины ростков и корешков.

Выделены 186 лучших растений с наибольшей длиной ростков и корешков, которые высажены на чеках ОС «Пролетарская» для сохранения ценного селекционного материала.

Работа выполнена при поддержке Федерального агентства по делам молодежи. Приказ № 388 от 28.09.2016. Соглашение № 10-р от 30.09.2016.

Благодарности

Авторы благодарны сотрудникам ЮФУ за помощь в ПЦР-анализе образцов риса.

Библиографические ссылки

1. Азарин К. В., Усатов А. В., Макаренко М. С., Хачумов В. А. и др. Маркерная селекция солеустойчивых форм риса // Зерновое хозяйство России. 2016. Т. 48, № 6. С. 28–32.
2. Akbar M., Yabuno T. Breeding for saline-resistant varieties of rice. IV. Inheritance of delayed type panicle sterility induced by salinity // Japan. J. Breed. 1977. No. 27(3). Pp. 237–240. DOI: 10.1270/jsbbs1951.27.237.
3. Carden D. E., Walker D. J., Flowers T. J., Miller A. J. Single-cell measurements of the contribution of cyto solic Na⁺ and K⁺ to salt tolerance // Plant Physiolog. 2003. Vol. 131. Pp. 676–683. DOI: 10.1104/pp.011445.
4. Dhivyapriya D., Ramchander S., Kalamani A., Raveendran M. Evaluation of SALTOL QTL introgression in rice: a study on co-existence of salinity tolerance and phytoremediation effect // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. Vol. 6, No. 12. Pp. 303–309. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.036>.
5. Moeljopawiro S., Ikehashi H. Inheritance of salt tolerance in rice // Euphytica. 1981. No. 30(2). Pp. 291–300. DOI: 10.1007/BF00033990.
6. Siyal A. A., Siyal A. G., Abro Z. A. Salt affected soils, their identification and reclamation // Pakistan Journal of Applied Science. 2002. No. 2(5). Pp. 537–540. DOI: 10.3923/jas.2002.537.540.
7. Waziri A., Kumar P., Purty R. S. Saltol QTL and their role in salinity tolerance in rice [e-resource] // Austin J. Biotechnol. Bioeng. 2016. No. 3(3). Pp. 1067–1072. Available at: www.austinpublishinggroup.com.

References

1. Azarin K. V., Usatov A. V., Makarenko M. S., Hachumov V. A. i dr. Markernaya selekciya soleustoichivih form risa [Marker breeding of salt tolerant forms of rice] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. T. 48, № 6. S. 28–32.
2. Akbar M., Yabuno T. Breeding for saline-resistant varieties of rice. IV. Inheritance of delayed type panicle sterility induced by salinity // Japan. J. Breed. 1977. No. 27(3). Pp. 237–240. DOI: 10.1270/jsbbs1951.27.237.
3. Carden D. E., Walker D. J., Flowers T. J., Miller A. J. Single-cell measurements of the contribution of cyto solic Na⁺ and K⁺ to salt tolerance // Plant Physiolog. 2003. Vol. 131. Pp. 676–683. DOI: 10.1104/pp.011445.

4. Dhivyapriya D., Ramchander S., Kalamani A., Raveendran M. Evaluation of SALTOL QTL introgression in rice: a study on co-existence of salinity tolerance and phytoremediation effect // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. Vol. 6, No. 12. Pp. 303–309. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.036>.
5. Moeljopawiro S., Ikehashi H. Inheritance of salt tolerance in rice // Euphytica. 1981. No. 30(2). Pp. 291–300. DOI: 10.1007/BF00033990.
6. Siyal A. A., Siyal A. G., Abro Z. A. Salt affected soils, their identification and reclamation // Pakistan Journal of Applied Science. 2002. No. 2(5). Pp. 537–540. DOI: 10.3923/jas.2002.537.540.
7. Waziri A., Kumar P., Purty R. S. Saltol QTL and their role in salinity tolerance in rice [e-resource] // Austin J. Biotechnol. Bioeng. 2016. No. 3(3). Pp. 1067–1072. Available at: www.austinpublishinggroup.com.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.112:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-41-46

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА КАЧЕСТВО

Н. Е. Самофалова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

М. А. Авраменко, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-8489-9521;

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

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

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

Одним из основных требований, предъявляемых к качеству зерна озимой твердой пшеницы, является создание сортов с прочной упругой клейковиной. Селекция в этом направлении будет более успешной, если оценка признака известна на ранних этапах. В наших исследованиях для такой оценки использовался метод SDS-седиментации. Кроме оценки количественной выраженности показателя SDS-седиментации, для селекционера важно знать эффективность отбора высококачественных потомств в поколениях гибридов, перспективность популяции, селекционную ценность исходных компонентов, привлекаемых в гибридизацию. В связи с этим основная цель проведенных исследований – выявление эффективности отбора на качество клейковины по SDS-седиментации в гибридных популяциях (F_2 – F_4) озимой твердой пшеницы с использованием селекционно-генетических параметров. Представлены результаты изучения 14 гибридных комбинаций озимой твердой пшеницы, полученных от скрещивания контрастных или равных по величине седиментационного осадка сортов. Показано, что реакция гибридных популяций (F_2 – F_4) на отбор высококачественных генотипов с разной интенсивностью оказалась неоднозначной, а по большинству комбинаций низкой или отсутствовала. Реализованная наследуемость в группах отбора сильно варьировала в зависимости от строгости отбора, родительских форм, взятых в скрещивания, условий среды в период формирования и налива зерна. Выделены перспективные в селекционном отношении гибридные популяции: Кремона × Курант, Терра × Кремона, Кремона × Терра, Золотко × Аксинит, Золотко × Кремона, у которых генотипический сдвиг и реализованная наследуемость выражены во всех поколениях и группах отбора.

Ключевые слова: качество, SDS-седиментация, популяция, реакция на отбор, реализованная наследуемость, генотипический сдвиг.



BREEDING AND GENETIC APPROACHES TO THE ESTIMATION OF QUALITY PROSPECTS OF WINTER DURUM WHEAT HYBRIDS

Н. Е. Самофалова, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed-growing, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

М. А. Авраменко, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-8489-9521;

А. П. Самофалов, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of intensive type, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

Н. П. Иличкина, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322

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

One of the main requirements for the quality of winter durum wheat grain is the development of varieties with tough elastic gluten. The breeding process in this direction will be more successful if the assessment of the trait is known at the early stages. In our study SDS-sedimentation was used for such an assessment. In addition to assessing the quantitative severity of the SDS-sediment index, the breeder should be aware of the efficiency of high-quality progeny selection in generations of hybrids, the prospects of the population, the breeding value of the initial components involved in hybridization. In this regard, the main purpose of the conducted research is to reveal the efficiency of selection for the gluten quality from SDS-sedimentation in hybrid populations (F_2 – F_4) of winter durum

wheat using breeding and genetic parameters. There have been presented the study results of 14 hybrid combinations of winter durum wheat obtained from crossing of the varieties with different or equal amount of sediment. It was shown that the response of hybrid populations (F_2 – F_4) to the selection of high-qualitative genotypes with different intensities was ambiguous, and in most combinations it was low or absent. The realized heritability in the groups of selection greatly varied depending on the severity of the selection; on the parental forms taken for hybridization; on the environmental conditions during the grain formation and ripening. There were identified such promising hybrid populations as "Kremona" × "Kurant", "Terra" × "Kremona", "Kremona" × "Terra", "Zolotko" × "Aksinit", "Zolotko" × "Kremona" in which the genotypic shift and realized heritability are revealed in all generations and selective groups.

Keywords: quality, SDS-sediment, population, response to selection, realized heritability, genotype shift.

Введение. Современной макаронной промышленности с применением высокотемпературной сушки требуется зерно твердой пшеницы с прочной высококачественной клейковиной. В связи с этим в работах по селекции на качество как яровой, так и озимой твердой пшеницы необходимы разработка и усовершенствование методов оценки селекционного материала, подходов к отбору высококачественных генотипов. Среди различных методов оценки качества SDS-седиментация является одним из самых простых и надежных способов оценки потенциала генотипа.

Применяются и различные способы определения генетико-статистических параметров, по которым можно судить о структуре популяции, селекционной ценности признака, прогнозировать эффективность отбора (Бебякин и др., 1978).

Использование в селекции таких параметров, как селекционный дифференциал, генотипический сдвиг, коэффициент наследуемости, должно не только повышать результативность отбора, но и уменьшать затраты, связанные с проработкой неперспективных популяций (Бебякин и др., 1982).

При расщеплении внутригибридных популяций возникают различные генотипы, что создает необходимое для селекции разнообразие по признакам. Коэффициент наследуемости (h_2) позволяет судить о селекционной ценности особей по их фенотипическим показателям и отражает не отдельную особь, а популяцию, характеризует свойства и генетическую структуру последней, а также условия внешней среды, в которых она находится (Осыка, диссертация, 2009).

Наряду с коэффициентом наследуемости необходим учет и генетического эффекта, показывающего, в какой степени выделенные при отборе признаки передаются потомству в конкретных условиях произрастания (Орлюк, 1978).

Генетический эффект при отборе зависит не только от наследуемости признака, но и от степени его фенотипической изменчивости, варьирующей по годам (Рейтер и др., 1972), и будет выше в тех комбинациях, которые характеризуются высокой реализованной наследуемостью (Кривобочек, 1998).

Эффективность отбора высококачественных генотипов зависит от уровня технологических достоинств и комбинационной ценности исходных компонентов, наследуемости контролируемых характеристик качества в изучаемых популяциях (Бебякин и др., 1981).

Прогнозирование эффективности отбора по признакам качества вполне возможно и освещено в литературе по яровой мягкой и твердой пшенице. По озимой твердой таких исследований практически не проводилось. Поэтому основная цель исследований – выявить эффективность отбора на качество клейковины по SDS-седиментации в гибридных популяциях (F_2 – F_4) озимой твердой пшеницы с использованием селекционно-генетических параметров.

Материалы и методы исследований. Объектом для исследований послужили потомства F_2 , F_3 , F_4 (отсчет поколений по растению F_2) 14 гибридных комбинаций, полученных от скрещивания контрастных и равных по качеству клейковины (SDS-седиментационному значению) сортов. Гибридизация выполнена по следующей схеме: очень сильная × сильная; очень

сильная × средняя; очень сильная × слабая; сильная × средняя; сильная × слабая; средняя × слабая (прямые и обратные) и средняя × средняя; слабая × слабая. В качестве родительских форм использовали сорта: с очень сильной клейковиной (SDS-седиментация 40 мл и выше) – Курант; с сильной (35–39 мл) – Терра; со средней (30–34 мл) – Золотко, Аксинит; со слабой (менее 30 мл) – Кремона, Гелиос.

Исследования выполнены в селекционном севообороте ФГБНУ «АНЦ «Донской» по предшественнику сидеральный пар в 2012–2014 гг. Гибриды F_2 – F_4 высевали в блоке с родительскими формами; F_2 – по 150–200 растений; F_3 – F_4 – однорядковыми делянками сеялкой СКС-10 длиной 1,5 метра в 3-кратной повторности. Растения F_2 убирали вручную с корнем, обмолот проводили на молотилке МК-1; гибриды F_3 , F_4 срезали серпом с последующим обмолотом снопов комбайном Wintersteiger Classic.

Оценку гибридного материала по величине SDS-седиментационного осадка осуществляли по методике Н. С. Васильчука (2009), усовершенствованной для твердой озимой пшеницы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Самофалова и др., 2014).

Генетическую структуру популяций оценивали по генетическому сдвигу (R) за одно и два поколения и по реализованной наследуемости (h_2). Генотипический сдвиг (R) определяли по разнице между средним значением показателя SDS-седиментации всей популяции (X_n) и средним его значением отобранной части потомств в предшествующем поколении (экстенсивный отбор), а также при отборе 10 и 20% ($i10$, $i20$) лучших потомств как в F_2 , так и в F_3 . Реализованную наследуемость рассчитывали по формуле $h^2 = R/S$, где R – сдвиг при отборе; S – селекционный дифференциал (разница между средним значением отобранной группы потомств и средней всей популяции до отбора). Взаимосвязь между одноименными оценками разных поколений (F_2 – F_3 , F_3 – F_4) или повторяемость в потомстве оценивали по коэффициенту генетической корреляции.

Погодные условия в годы проведения исследований (2012–2014 гг.) в период формирования и налива зерна были контрастными: влажный – 2012 г.; сухой – 2013 г.; благоприятный по увлажнению и температурному режиму – 2014 г.

Результаты и их обсуждение. Показатель SDS-седиментации, отображающий у твердой озимой пшеницы качество клейковины, ее реологические свойства, наследуется по промежуточному типу. Величина седиментационного осадка у гибридных популяций F_2 – F_4 , по нашим данным, варьирует, как правило, в пределах изменчивости ее у родительских компонентов (Самофалов и др., 2017).

Для оценки результативности отбора высококачественных генотипов по SDS-тесту, который, по мнению одних авторов, нужно начинать с F_2 (Казарцева и др., 2001), а других – с F_3 (Вьюшков, 2012), для озимой твердой пшеницы рассчитывали такие селекционно-генетические параметры, как селекционный дифференциал (S), генотипический сдвиг (R) во втором и последующих поколениях гибридов при разной интенсивности отбора и реализованная наследуемость (h_2).

Расчеты показали, что в условиях влажного 2012 г. величина селекционного дифференциала (S)

при отборе потомств в F_2 варьировала от 4,2 до 20,5% в зависимости от его интенсивности. Максимальное значение селекционного дифференциала было выше при жестком (i10) отборе лучших семей и отмечено

в следующих популяциях: Курант × Кремона (прямая и обратная) – 19,9 и 19,4%; Терра × Кремона (прямая и обратная) – 18,8 и 17,0% и Золотко × Аксинит – 20,5% (табл. 1).

1. Реакция гибридных популяций озимой твердой пшеницы на отбор в F_2 по показателю SDS-седиментации

1. Response of hybrid populations of winter durum wheat on F_2 selection according to SDS-sedimentation

Популяция	F_2 (2012 г.)			F_3 (2013 г.)			F_4 (2014 г.)		
	Интенсивность отбора								
	$>\bar{x}_n$	i20	i10	$>\bar{x}_n$	i20	i10	$>\bar{x}_n$	i20	i10
Курант × Терра	7,0	9,1	10,7	-0,5	2,4	3,1	-9,8	-4,0	-6,9
Терра × Курант	3,7	12,1	14,2	2,7	3,9	1,6	3,6	3,8	6,1
Курант × Золотко	7,8	11,4	15,2	4,5	6,8	7,0	2,4	0,9	-2,3
Золотко × Курант	10,3	13,1	15,3	-4,7	-6,5	-3,8	-5,0	-6,1	-3,0
Курант × Кремона	8,7	13,8	19,9	5,6	8,1	8,4	-0,2	1,9	1,4
Кремона × Курант	4,2	14,9	19,4	2,7	4,4	8,1	1,0	3,2	5,1
Терра × Золотко	5,8	6,8	9,7	4,2	-1,5	3,8	0,8	-2,4	-0,1
Золотко × Терра	6,7	11,4	13,7	-8,4	-11,5	-11,2	-11,8	-23,7	-17,5
Терра × Кремона	6,9	12,9	18,8	3,3	6,1	6,0	6,2	7,2	7,8
Кремона × Терра	8,0	14,6	17,0	2,4	1,8	1,1	7,1	9,8	14,6
Золотко × Аксинит	10,9	16,9	20,5	9,8	13,0	6,5	8,7	9,0	5,6
Золотко × Кремона	6,6	9,1	12,7	0,7	-0,5	-0,2	-1,0	4,5	7,3
Кремона × Золотко	11,1	10,8	15,9	-2,3	-4,3	-7,6	-6,0	3,1	0,4
Кремона × Гелиос	6,3	7,3	7,3	0,8	0,1	-1,9	-0,1	2,2	-0,1

А вот реакция большинства гибридных популяций на отбор лучших семей по показателю SDS-седиментации при разной его интенсивности в смежных поколениях F_2 – F_3 оказалась низкой или даже отсутствовала. Более выраженный генотипический сдвиг за одно поколение проявился в следующих популяциях: при экстенсивном отборе ($i>>\bar{x}_n$) – Курант × Золотко (4,5%), Курант × Кремона (5,6%), Терра × Золотко (4,2%), Золотко × Аксинит (9,8%); при умеренном (i20) – Курант × Золотко (6,8%), Курант × Кремона (прямая и обратная – 8,1 и 4,4%), Терра × Кремона (6,1%), Золотко × Аксинит (13,0%); при жестком (i10) – Курант × Золотко (7,0%), Курант × Кремона (прямая и обратная – 8,4 и 8,1%), Терра × Кремона (6,1%), Золотко × Аксинит (6,5%).

Реакция гибридных популяций на отбор по величине седиментационного осадка в несмежных поколе-

ниях F_2 – F_4 также была слабо выраженной, а по некоторым гибридам – отрицательной (табл. 1).

Генотипический сдвиг за два поколения в F_4 по SDS-тесту возрастал по мере повышения интенсивности отбора только в пяти гибридных комбинациях: Терра × Курант, Терра × Кремона (прямая и обратная), Золотко × Кремона, Кремона × Курант. В четырех комбинациях он был более выраженным при умеренном отборе (i20) лучших потомств: Курант × Кремона (1,9%), Золотко × Аксинит (9,0%), Кремона × Золотко (3,1%) и Кремона × Гелиос (2,2%). В гибридных популяциях Курант × Терра, Золотко × Курант, Золотко × Терра отбор оказался отрицательным при любой его интенсивности.

Величина генотипического сдвига в F_4 при отборе лучших потомств в F_3 (смежное поколение F_3 – F_4) в зависимости от гибридной комбинации и интенсивности отбора представлена в таблице 2.

2. Реакция гибридных популяций озимой твердой пшеницы на отбор в F_3 по седиментационному тесту

2. Response of hybrid populations of winter durum wheat on F_3 selection according to sediment-test

Популяция	F_3 (2013 г.)			F_4 (2014 г.)		
	Интенсивность отбора			Генотипический сдвиг (R), %		
	$>\bar{x}_n$	i20	i10	$>\bar{x}_n$	i20	i10
Курант × Терра	5,4	5,4	6,1	-6,4	-2,2	-5,4
Терра × Курант	7,1	8,5	11,3	0,3	2,8	2,3
Курант × Золотко	7,1	10,1	14,5	6,4	0,8	2,4
Золотко × Курант	3,4	7,8	10,8	0,5	-0,2	-0,5
Курант × Кремона	7,7	12,2	16,3	-0,2	2,4	3,5
Кремона × Курант	9,7	11,1	11,4	3,9	0,8	3,8
Терра × Золотко	6,5	8,1	9,0	-0,3	1,4	1,7
Золотко × Терра	5,4	3,2	9,2	1,0	2,1	4,4
Терра × Кремона	8,0	11,0	19,6	6,5	10,0	12,6
Кремона × Терра	9,4	12,8	14,5	8,1	9,6	13,5
Золотко × Аксинит	6,8	10,4	11,9	2,2	5,1	8,8
Золотко × Кремона	9,8	10,7	13,4	4,1	5,5	4,1
Кремона × Золотко	9,9	13,7	15,5	-9,0	1,3	7,5
Кремона × Гелиос	7,1	8,8	12,5	0,5	0,5	1,8

Полученные данные показывают, что величина селекционного дифференциала колебалась от 3,2 до 19,6% и самое высокое его значение, как и в F_2 , при жестком отборе (i10) отмечено по следующим гибридам: Курант × Золотко – 14,5%; Курант × Кремона – 16,3%; Терра × Кремона (прямая и обратная) – 19,6 и 14,5%; Золотко × Кремона (прямая и обратная) – 13,4 и 15,5%.

Однако, несмотря на довольно высокий уровень селекционного дифференциала, реакция гибридных популяций F_4 на отбор в F_3 оказалась незначительной по большинству популяций.

При экстенсивном отборе ($i > \bar{x}_n$) выраженная реакция на отбор установлена в гибридных популяциях Курант × Золотко (6,4%), Терра × Кремона (6,5%), Золотко × Терра (5,4%), Золотко × Кремона (4,1%), Кремона × Терра (8,1%), Кремона × Курант (3,9%).

Положительные результаты в направлении отбора по SDS-седиментации получены при 20% отборе лучших потомств в комбинациях Терра × Кремона (прямая и обратная – 10 и 9,6%), Золотко × Аксинит (5,1%), Золотко × Кремона (5,5%).

Генотипический сдвиг при 10% интенсивном отборе в гибридных популяциях был выше, чем при

умеренном 20%. Максимальный сдвиг отмечен в комбинациях Терра × Кремона (12,6%), Кремона × Терра (13,5%), Золотко × Аксинит (8,8%), Кремона × Золотко (7,5%).

В целом при сравнении реакции гибридных популяций на отбор (табл. 1, 2) следует отметить, что в основной части гибридных популяций отборы в F_3 не имели преимущества перед отборами в F_2 , за исключением гибридов Терра × Золотко, Золотко × Терра, Кремона × Золотко, Золотко × Курант.

Снижение селекционного эффекта при отборе лучших семей в F_3 , на наш взгляд, связано с условиями засухи в период формирования зерна в 2013 г., что необходимо учитывать в работах на качество клейковины и вести отбор по показателю SDS-седиментации во влажные годы.

Критерии, используемые для оценки ранних поколений, должны быть генетически обусловленными, селекционно-значимыми (Бебякин, 2009). Выявлено, что реализованная в группах отбора наследуемость (h_2) SDS-теста, по которой судят о генетической изменчивости в общей изменчивости признака, сильно варьирует (табл. 3).

3. Реализованная наследуемость (h^2) по величине седиментационного осадка в группах отбора 3. Implemented heritability (h^2) according to the value of sediment in the selective groups

Популяция	F_2-F_3				F_2-F_4				F_3-F_4			
	Интенсивность отбора											
	$i > \bar{x}_n$	i20	i10	$i > \bar{x}_n$	i20	i10	$i > \bar{x}_n$	i20	i10	i20	i10	i10
Курант × Терра	0,0	0,264	0,290	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Терра × Курант	0,310	0,322	0,113	0,414	0,314	0,429	0,042	0,329	0,203			
Курант × Золотко	0,577	0,596	0,461	0,308	0,079	0,0	0,901	0,079	0,165			
Золотко × Курант	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Курант × Кремона	0,644	0,586	0,422	0,0	0,137	0,070	0,0	0,196	0,214			
Кремона × Курант	0,643	0,295	0,417	0,238	0,215	0,269	0,402	0,072	0,342			
Терра × Золотко	0,724	0,0	0,392	0,138	0,0	0,0	0,0	0,172	0,188			
Золотко × Терра	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,185	0,656	0,478			
Терра × Кремона	0,478	0,473	0,319	0,942	0,558	0,415	0,878	0,909	0,643			
Кремона × Терра	0,300	0,123	0,065	0,887	0,670	0,858	0,861	0,750	0,931			
Золотко × Аксинит	0,899	0,769	0,317	0,798	0,532	0,723	0,323	0,490	0,739			
Золотко × Кремона	0,106	0,0	0,0	0,0	0,494	0,574	0,418	0,514	0,35			
Кремона × Золотко	0,0	0,0	0,0	0,0	0,287	0,025	0,0	0,095	0,483			
Кремона × Гелиос	0,126	0,014	0,0	0,0	0,300	0,0	0,070	0,057	0,144			

В поколении F_2-F_3 более существенный вклад генетических факторов в количественную выраженность показателя SDS-седиментации у большинства популяций проявлялся при экстенсивном отборе. В результате повышения интенсивности отбора доля генетической изменчивости снижалась. Более высокими значениями коэффициента наследуемости при 20% отборе лучших семей характеризовались комбинации Курант × Золотко (0,596), Золотко × Аксинит (0,769), Курант × Кремона (0,586), где в качестве одного из родительских компонентов в скрещивания привлекались средние и сильные по качеству клейковины сорта.

В системе F_2-F_4 реализованная наследуемость показателя SDS-седиментации существенно повысилась при 20% отборе потомств в гибридных популяциях Терра × Кремона (0,558), Золотко × Аксинит (0,532), Золотко × Кремона (0,496), Кремона × Терра (0,670).

По селекционной ценности при строгом отборе (i10) лучших семей интерес для дальнейшей селекционной работы представляют всего лишь четыре гибрида: Терра × Курант ($h_2 = 0,429$), Терра × Кремона ($h_2 = 0,415$), Золотко × Кремона ($h_2 = 0,574$), Кремона × Терра ($h_2 = 0,858$).

Реализованная наследуемость показателя SDS-седиментации в смежных поколениях F_3-F_4 менее выражена, чем в F_2-F_3 (табл. 3).

Преимущество по генетическому разнообразию наблюдалось лишь при экстенсивном отборе ($i > \bar{x}_n$) в популяциях Курант × Золотко (0,901), Терра × Кремона (0,887), Золотко × Терра (0,607), Кремона × Терра (0,861); при умеренном (i20) – Терра × Кремона (0,909), Золотко × Аксинит (0,490), Золотко × Терра (0,656), Золотко × Кремона (0,514), Кремона × Терра (0,750); при жестком (i10) – Терра × Кремона (0,643), Золотко × Аксинит (0,739), Золотко × Терра (0,478), Кремона × Терра (0,931).

То есть анализ расчетных данных по генетическому сдвигу и реализованной наследуемости в смежных поколениях F_2-F_3 , F_3-F_4 и несмежных F_2-F_4 позволяет предположить, что для успешного отбора потомств озимой твердой пшеницы с высокими значениями SDS-седиментации в скрещивания лучше привлекать контрастные по изучаемому признаку исходные компоненты.

О наследуемости признака в узком смысле слова (h_2) можно судить по коэффициенту корреляции между одноименными оценками разных поколений. Чем выше корреляция по признаку в системе «родители – потомки», тем больше аддитивная варианса в популяции (Осыка, диссертация, 2009). Данные корреляционного анализа показали, что генетическая из-

менчивость показателя SDS-седиментации выражена в той или иной степени во всех изученных популяциях (табл. 4).

4. Коэффициенты корреляции по показателю SDS-седиментации между поколениями гибридов

4. Correlation coefficients according to SDS-sediment value between generations of hybrids

Популяция	Показатель	
	$F_2 - F_3$	$F_3 - F_4$
Курант × Терра	0,14	0,14
Терра × Курант	0,07	-0,23
Курант × Золотко	0,13	0,30
Золотко × Курант	-0,12	0,33
Курант × Кремона	0,06	0,65
Кремона × Курант	0,17	0,35
Терра × Золотко	0,18	0,75
Золотко × Терра	0,27	0,24
Терра × Кремона	-0,56	-0,33
Кремона × Терра	-0,24	-0,39
Золотко × Аксинит	0,27	0,57
Золотко × Кремона	0,07	0,46
Кремона × Золотко	-0,02	0,05
Кремона × Гелиос	0,04	0,24

Однако доля ее в общей вариабельности низкая по большинству гибридных комбинаций, что говорит о незначительном генетическом разнообразии популяции.

Существенное проявление аддитивного действия генов отмечено только в поколениях $F_2 - F_4$ по следующим гибридным популяциям: Курант × Кремона ($r = 0,65$), Терра × Золотко ($r = 0,75$), Золотко × Аксинит ($r = 0,57$), Золотко × Кремона ($r = 0,46$).

Все это свидетельствует о том, что вклад генетических факторов в количественную выраженность SDS-теста не настолько высок, чтобы не учитывать условия внешней среды при использовании этого показателя как критерия в программах селекции по озимой твердой пшенице на качество клейковины.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что эффективность отбора высококачественных потомств в F_2 и F_3 по SDS-седиментации по генотипическому сдвигу (R) в последующих поколениях у большинства гибридных популяций озимой твердой пшеницы при разной его интенсивности низкая или даже отрицательная.

Реализованная наследуемость величины (h_2) седиментационного осадка в системе «родитель (F_2, F_3) – потомок ($F_3 - F_4$)» также невысокая и сильно варьирующая в зависимости от интенсивности отбора, исходных компонентов, взятых в скрещивания и средовых факторов. Поэтому селекционная работа на улучшение качества должна быть направлена на повышение количественной выраженности показателя SDS-седиментации, создания разнообразной генетической изменчивости по этому признаку с высоким уровнем адаптивности к изменяющимся условиям внешней среды в период формирования и налива зерна.

Библиографические ссылки

1. Бебякин В. М., Беспятова Л. П. Генетика и формирование качества зерна яровой пшеницы при межвидовой гибридизации // Сельскохозяйственная биология. 1978. Т. 13, № 6. С. 843–849.
2. Бебякин В. М., Пискунова Г. В. Наследуемость основных характеристик качества зерна при гибридизации яровых и озимых пшениц // Сельскохозяйственная биология. 1981. Т. 16, № 4. С. 510–514.
3. Бебякин В. М. Диагностика эффективности отбора по некоторым признакам качества зерна // Селекция и семеноводство. 1982. № 11. С. 8–9.
4. Бебякин В. М. Эффективность отбора по показателю SDS-седиментации в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 13–14.
5. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В., Паршикова Т. М., Попова В. М., Цетва Н. М., Шутарева Г. И. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum Desf.*) // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 34–40.
6. Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. Изд. 2-е, испр. и доп. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. 266 с.
7. Кривобочек В. Г. Эффективность отбора на качество в гибридных популяциях $F_2 - F_3$ яровой мягкой пшеницы // Проблемы повышения качества зерна пшеницы и других зерновых культур. М., 1998. С. 169–174.
8. Орлюк А. П., Жукова Л. Ф., Горбатенко И. Ю. Генетический эффект отбора по признакам качества зерна у озимой пшеницы при орошении // Генетика. 1978. Т. 14, № 1. С. 5–14.
9. Самофалов А. П., Авраменко М. А., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Копусь М. М. Селекционно-генетическая оценка гибридов озимой твердой пшеницы на качество клейковины // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6. С. 35–40.
10. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричаникова Т. А. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы на качество. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 32 с.

References

1. Bebyakin V. M., Bespyatova L. P. Genetika i formirovaniye kachestva zerna yarovoj pshenicy pri mezhvidovoye gibridizacii [Genetics and quality formation of spring wheat grain at interspecific hybridization] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1978. T. 13, № 6. S. 843–849.
2. Bebyakin V. M., Piskunova G. V. Nasleduemost' osnovnyh harakteristik kachestva zerna pri gibridizacii yarovyh i ozimykh pshenic [Inheritance of the main characteristics of grain quality in the hybridization of spring and winter wheat] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1981. T. 16, № 4. S. 510–514.
3. Bebyakin V. M. Diagnostika ehffektivnosti otbora po nekotorym priznakam kachestva zerna [Diagnostics of the selection efficiency according to some traits of grain quality] // Seleksiya i semenovodstvo. 1982. № 11. S. 8–9.
4. Bebyakin V. M. Ehffektivnost' otbora po pokazatelyu SDS-sedimentacii v gibridnyh populyaciyah yarovoj myagkoj pshenicy [Selection efficiency in terms of SDS-sediment in hybrid populations of spring soft wheat] // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. 2009. № 3. S. 13–14.
5. Vasil'chuk N. S., Gaponov S. N., Eryomenko L. V., Parshikova T. M., Popova V. M., Cetva N. M., Shutareva G. I. Ocenna prochnosti klejkoviny v processe selekcii tverdoj pshenicy (*Triticum durum Desf.*) [Evaluation of gluten strength in durum wheat breeding (*Triticum durum Desf.*)] // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. 2009. № 3. S. 34–40.
6. V'yushkov A. A., Mal'chikov P. N., Syukov V. V., SHevchenko S. N. Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie yarovoj pshenicy. Izd. 2-е, ispr. i dop. [Breeding and genetic improvement of spring wheat. 2nd ed., appr.]. Samara: Samarskij nauchnyj centr RAN, 2012. 266 s.

7. Krivobochek V. G. EHfektivnost' otbora na kachestvo v gibridnyh populyaciyah F2-F3 yarovojo myagkoj pshenicy [Efficiency of identification on quality in hybrid populations F₂-F₃ of spring soft wheat] // Problemy povysheniya kachestva zerna pshenicy i drugih zernovyh kul'tur. M., 1998. S. 169–174.

8. Orlyuk A. P., Zhukova L. F., Gorbatenko I. Yu. Geneticheskij ehffekt otbora po priznakam kachestva zerna u ozimoj pshenicy pri oroshenii [The genetic effect of selection on the basis of quality of winter wheat grain during irrigation] // Genetika. 1978. T. 14, № 1. S. 5–14.

9. Samofalov A. P., Avramenko M. A., Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Kopus' M. M. Selekcionno-geneticheskaya ocenka gibridov ozimoj tverdoj pshenicy na kachestvo klejkoviny [Breeding and genetic assessment of winter durum wheat hybrids for gluten quality] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6. S. 35–40.

10. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V., Marchenko D. M., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichanikova T. A. SDS-sedimentaciya v poehtarnoj ocenke selekcionnogo materiala ozimoj pshenicy na kachestvo [SDS-sediment in the gradual assessment of the breeding material of winter wheat for quality]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 32 s.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-46-49

ИЗУЧЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ ЕЕ СТРУКТУРЫ У СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПРЕДШЕСТВЕННИКУ ПОДСОЛНЕЧНИК

Е. И. Некрасов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

И. А. Рыбась, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

М. М. Иванисов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Т. А. Гричаникова, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

И. В. Романюкина, технолог-исследователь лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844

В настоящее время требуются новые сорта и гибриды, способные давать высокие и стабильные урожаи зерна. Одним из основных требований, которому они должны соответствовать, является способность противостоять действию факторов среды, снижающих урожайность. Поскольку подсолнечник представляет собой жесткий предшественник, который иссушает почву, что в свою очередь влияет на урожайность, то испытание и выделение сортов, способных противостоять неблагоприятным условиям, являются актуальными. В настоящей работе представлены результаты изучения урожайности и ее основных структурных элементов у 18 сортов озимой мягкой пшеницы. Исследования проводили на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» по предшественнику подсолнечник. Посев осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed, глубина заделки семян – 4–6 см. Норма высева – 550 всходящих зерен на 1 м². Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – 4-кратная. В качестве стандарта использовали сорт озимой мягкой пшеницы Дон 107. По комплексу признаков были выделены сорта Краса Дона, Лилит, Вольница, Лидия, способные формировать высокую урожайность (6,9–7,5 т/га), количество зерен в колосе (30,7–36,2 шт.) и массу 1000 зерен (41,1–45,5 г) по предшественнику подсолнечник. В результате корреляционного анализа было установлено, что урожайность сортов озимой мягкой пшеницы имела среднюю положительную взаимосвязь с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,32 \pm 0,24$) и с массой 1000 зерен ($r = 0,43 \pm 0,22$). Между урожайностью, числом зерен в колосе, массой зерна с колоса была выявлена слабая положительная корреляционная взаимосвязь ($r = 0,25 \pm 0,24$ и $r = 0,21 \pm 0,24$ соответственно).

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, предшественник, урожайность.



THE STUDY OF PRODUCTIVITY AND ELEMENTS OF ITS STRUCTURE OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETIES SOWN AFTER SUNFLOWER

Е. И. Некрасов, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

Д. М. Марченко, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of wheat breeding and seed-growing, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

И. А. Рыбас, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

М. М. Иванисов, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Т. А. Гричаникова, agronomist of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

И. В. Романюкина, technician-researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844

At present new varieties and hybrids capable to produce high and stable grain yields are of great demand. One of the main requirements to which they must meet is the ability to withstand environmental factors that reduce their productivity. Sunflower

is a severe forecrop that extremely dries the soil, and it in its turn affects the productivity. Therefore, testing and selection of varieties able to withstand unfavourable conditions is of great urgency. This paper presents the study results of productivity and elements of its structure of 18 winter soft wheat varieties. The studies were carried out in the fields of the FSBSI "ARC "Donskoy". Sowing was carried out with a Wintersteiger Plotseed planter with 4–6 cm of seeding depth. The seeding rate was 550 germinating grains per 1 m². Registration plot was 10 m² with 4-time periodicity. The winter soft wheat variety "Don 107" was used as a standard. According to a complex of traits, there were identified the varieties "Krasa Dona", "Lilit", "Volnitsa", "Lidiya", sown after sunflower which are able to produce high yields (6.9–7.5 t / ha), large number of grains per ear (30.7–36.2 pcs.) and 1000-kernel weight (41.1–45.5 g). The analysis found out that the productivity of winter soft wheat varieties had an average positive correlation between the number of productive stems ($r = 0.32 \pm 0.24$) and 1000-kernel weight ($r = 0.43 \pm 0.22$). There was a weak positive correlation between productivity, the number of kernels per ear, kernel weight per ear ($r = 0.25 \pm 0.24$ and $r = 0.21 \pm 0.24$ respectively).

Keywords: winter soft wheat, variety, forecrop, productivity.

Введение. Озимая пшеница является важнейшей продовольственной культурой, которой принадлежит значительный удельный вес в структуре зернового клина нашей страны.

Для интенсификации сельскохозяйственного производства требуются новые высокопродуктивные сорта и гибриды, определяющие высокие и стабильные урожаи зерна (Ковтунов и др., 2010; Некрасова и др., 2018). Важнейшее требование, которому должны соответствовать новые сорта, – это способность противостоять действию факторов среды, снижающих продуктивность и урожайность (Рыбась, 2016). Поскольку подсолнечник представляет собой жесткий предшественник, который иссушает почву, что в свою очередь влияет на урожайность, то испытание и выделение сортов, способных противостоять неблагоприятным условиям, являются актуальными.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской»

по предшественнику подсолнечник. Изучали 18 сортов озимой мягкой пшеницы. Посев осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed на глубину заделки семян 4–6 см. Норма высева – 550 всхожих зерен на 1 м². Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – 4-кратная. Стандартный сорт – Дон 107. Закладку опытов проводили в соответствии с методикой Государственного испытания (1989) и методикой полевого опыта (2014). Уборку урожая выполняли комбайном Wintersteiger Classik. Статистическую обработку информации выполняли с использованием программ Microsoft Office 2010 и Statistica 10.

Результаты и их обсуждение. Количество продуктивных стеблей у изучаемых сортов изменялось в широких пределах – от 496 шт./м² (Ермак) до 598 шт./м² (Лилит); у стандартного сорта Дон 107 оно составило 558,0 шт./м². Наибольшее количество образцов (22%) сформировало густоту продуктивного стеблестоя 550–560 шт./м² (рис. 1).

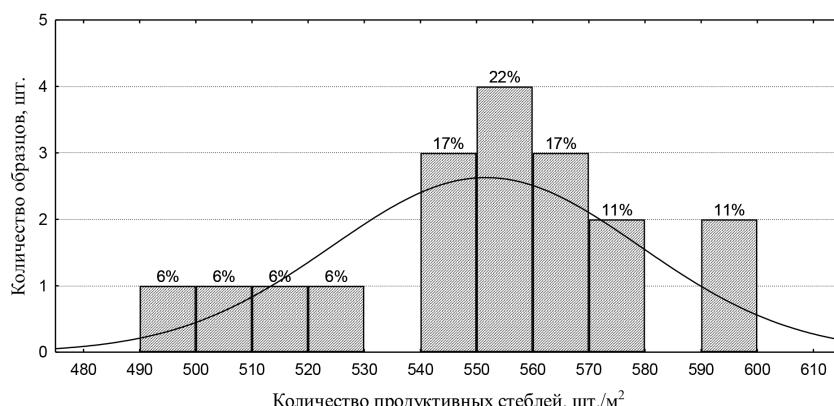


Рис. 1. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы по количеству продуктивных стеблей, шт./м² (2014–2015 гг.)

Fig. 1. Distribution of winter soft wheat varieties according to the number of productive stems, pieces/m² (2014–2015)

Наибольшее количество продуктивных стеблей сформировали сорта озимой мягкой пшеницы Лидия (572 шт./м²), Вольный Дон (573 шт./м²), Адмирал (595 шт./м²), Лилит (598 шт./м²).

Число зерен в колосе представляет значительный интерес для селекции и изменяется в зависимости от условий выращивания. У сортов в нашем исследовании признак «число зерен в колосе» варьировался от 30,0 шт. (Вольница) до 36,5 шт. (Ермак); у стандартного сорта Дон 107 сформировалось 36,0 шт. Было установлено, что у 33% образцов число зерен в колосе составило 36,0–36,5 шт. (рис. 2).

По этому показателю были выделены сорта Июминка, Станичная, Ермак, сформировавшие наибольшее число зерен в колосе по предшественнику подсолнечник (36,3; 36,4; 36,5 шт. соответственно).

Пределы варьирования массы зерна с колоса составляли от 1,2 г (Вольный Дон) до 1,6 г (Вольница). Стандартный сорт Дон 107 сформировал массу зерна с колоса 1,3 г (табл. 1).

По изучаемому признаку достоверно превысили стандартный сорт 13 образцов ($HCP_{05} = 0,1$ г), максимальную массу зерна в колосе показали сорта Капитан (1,6 г) и Вольница (1,6 г).

Одним из ведущих структурных элементов, определяющих продуктивность сорта, является масса 1000 зерен (Кравченко и др., 2016). Данный признак у изучаемых сортов изменился от 36,7 г (Дон 107) до 45,5 г (Вольница) (рис. 3).

Крупное зерно (более 40 г) сформировали 63% исследуемых образцов, такие как Лидия (42,0 г), Краса Дона (42,4 г), Капитан (43,6 г) и Вольница (45,5 г).

Увеличение урожайности озимой пшеницы обусловлено изменением практически всех отдельных элементов структуры урожая. Средняя урожайность сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечник в среднем за годы проведения исследований варьировала от 6,2 т/га у сорта Дон 93 до 7,5 т/га у сорта Краса Дона (табл. 1).

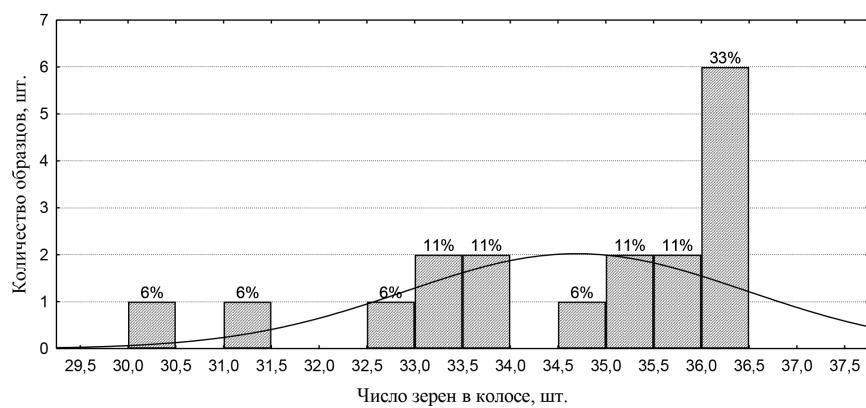


Рис. 2. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы по числу зерен в колосе (2014–2015 гг.)
Fig. 2. Distribution of winter soft wheat varieties according to the number of kernels per ear (2014–2015)

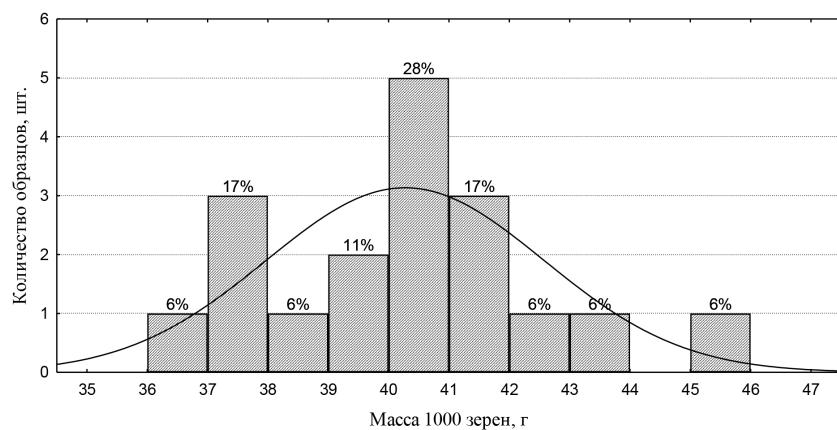


Рис. 3. Распределение сортов озимой мягкой пшеницы по массе 1000 зерен (2014–2015 гг.)
Fig. 3. Distribution of winter soft wheat varieties according to "1000-kernel weight" (2014–2015)

1. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечник (2014–2015 гг.)

1. Economic-biological characteristics of the winter soft wheat varieties sown after sunflower (2014–2015)

Сорт	Урожайность, т/га	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Дон 107, ст.	6,3	558	36,0	1,3	36,7
Станичная	6,3	511	36,4	1,4	41,4
Дон 93	6,2	560	33,0	1,5	40,2
Ермак	6,5	496	36,5	1,4	40,7
Донской простор	6,8	553	35,5	1,4	39,8
Лидия	7,5	572	36,1	1,4	42,0
Капитан	6,8	526	33,5	1,6	43,6
Аскет	6,5	558	36,1	1,4	38,8
Изюминка	6,5	507	36,3	1,4	39,2
Краса Дона	7,5	563	36,2	1,5	42,4
Лилит	6,9	598	35,4	1,4	41,1
Капризуля	6,7	541	34,8	1,3	40,1
Адмирал	6,5	595	31,3	1,3	37,2
Вольный Дон	7,2	573	36,0	1,2	37,9
Вольница	7,0	548	30,7	1,6	45,5
Находка	6,5	562	35,6	1,5	40,8
Аксинья	6,5	555	36,2	1,4	40,4
Казачка	6,5	546	34,0	1,3	37,2
HCP ₀₅	0,2	4,0	0,2	0,1	0,4

У стандартного сорта Дон 107 была получена урожайность 6,3 т/га. В данном опыте основное количество образцов (28%) сформировало урожайность 6,4–6,5 т/га. Самая высокая продуктивность в опыте получена у 7 сортов: Капризуля (6,7 т/га), Капитан (6,8 т/га), Донской простор (6,8 т/га), Лилит (6,9 т/га), Вольница (7,0 т/га), Вольный Дон (7,2 т/га) и Краса Дона (7,5 т/га), у которых превышение над стандартом составило от 0,4 до 1,2 т/га ($HCP_{05} = 0,2$ т/га).

В результате корреляционного анализа было установлено, что урожайность сортов озимой мягкой пшеницы имела среднюю положительную взаимосвязь

с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,32 \pm 0,24$) и с массой 1000 зерен ($r = 0,43 \pm 0,22$). Между урожайностью и числом зерен в колосе, массой зерна с колоса была выявлена слабая положительная корреляционная взаимосвязь ($r = 0,25 \pm 0,24$ и $r = 0,21 \pm 0,24$ соответственно).

Выводы. В результате проведенных исследований по комплексу признаков были выделены сорта Краса Дона, Лилит, Вольница, Лидия, способные формировать высокую урожайность (6,9–7,5 т/га), количество зерен в колосе (30,7–36,2 шт.) и массу 1000 зерен (41,1–45,5 г) по предшественнику подсолнечник.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
2. Ковтунов В. В., Горпиниченко С. И., Беседа Н. А. Исходный материал для селекции сорго // Вестник аграрной науки Дона. 2010. № 2. С. 76–80.
3. Кравченко Н. С., Самофалов А. П., Игнатьева Н. Г., Васюшкина Н. Е. Физические и мукомольные свойства сортов озимой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5(147). С. 11–17.
4. Некрасова О. А., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Скрипка О. В. Изучение линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по хозяйственно ценным признакам // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3. С. 36–39.
5. Рыбас И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 5. С. 617–626.

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5 izd., pererab. i dop. [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
2. Kovtunov V. V., Gorpichenko S. I., Beseda N. A. Iskhodnyj material dlya selekcii sorgo [The initial material for sorghum breeding] // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2010. № 2. S. 76–80.
3. Kravchenko N. S., Samofalov A. P., Ignat'eva N. G., Vasyushkina N. E. Fizicheskie i mukomol'nye svojstva sortov ozimoj myagkoj pshenicy [Physical and milling properties of winter soft wheat varieties] // Agrarnyj vestnik Urala. 2016. № 5(147). S. 11–17.
4. Nekrasova O. A., Podgornyj S. V., Samofalov A. P., Skripka O. V. Izuchenie linij ozimoj myagkoj pshenicy v konkursnom sortoispitaniu po hozyajstvenno cennym priznakam [The study of winter soft wheat lines in the competitive testing for economically valuable traits] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3. S. 36–39.
5. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovoyh kul'tur [Improvement of adaptability in grain crop breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. T. 51, № 5. S. 617–626.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 631.52:633.853.494

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-49-52

НОВЫЙ СОРТ РАПСА ОЗИМОГО ПРИЗ

Е. В. Картамышева, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции мелкосемянных масличных культур, ORCID ID 0000-0003-2997-9139;

Ф. И. Горбаченко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, временно исполняющий обязанности директора, ORCID ID 0000-0001-7231-1316;

Т. Н. Лучкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID ID 0000-0001-6531-392X;

А. В. Реутина, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, ORCID ID 0000-0001-6172-8271;

В. Е. Кондаурова, кандидат биологических наук, специалист по НТИ, ORCID ID 0000-0001-9753-9069

ФГБНУ «Донская опытная станция им. Л. А. Жданова» Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур им. В. С. Пустовойта, 346754, Ростовская обл., Азовский р-н, пос. Опорный, ул. Жданова, 2; тел.: 8 (863-4) 27-51-21; e-mail: gnudos@mail.ru

Рапс занимает одно из лидирующих мест в мировом производстве растительных масел. Наибольший интерес представляют озимые формы, более продуктивные и экономически целесообразные, чем яровые. Несмотря на большое количество сортов и гибридов озимого рапса, зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений, до-пущенных к использованию на территории РФ, увеличения урожайности этой культуры последние 15–20 лет не происходит. Доля гибридов иностранной селекции при этом выросла до 90%. Все они созданы в условиях мягкого климата Европы или Америки и слабо приспособлены к нашим природно-климатическим условиям. Создание сорта озимого рапса, устойчивого к перепадам отрицательных температур, малоснежным зимам и приспособленного к жестким условиям перезимовки Ростовской области, является актуальным. Сорт рапса озимого Приз создан в ФГБНУ «Донская опытная станция им. Л. А. Жданова ВНИИМК» в 2001–2015 гг. методом инцизирования из гибридной популяции, полученной на основе зимостойких высокопродуктивных генотипов, выделенных из сортов отечественной и зарубежной селекции. Сорт характеризует дружное созрева-

ние, низкорослость, короткий период вегетации и выравненность растений. Потенциальная урожайность семян в условиях Ростовской области составляет 4,0–4,5 т/га; масличность семян – 47–50%. Качество масла и шрота соответствует ГОСТ и мировым стандартам. Растения отличают слабое поражение мучнистой росой и повышенная зимостойкость. Сорт Приз внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию по Северо-Кавказскому (6) региону возделывания с 2017 г.

Ключевые слова: рапс озимый, селекция, сорт Приз, урожайность, масличность, зимостойкость.



THE NEW WINTER RAPSEED VARIETY "PRIZ"

E. V. Kartamysheva, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of breeding of smallseeded oil crops, ORCID ID: 0000-0003-2997-9139;

F. I. Gorbachenko, Doctor of Agricultural Sciences, professor, acting head, ORCID ID: 0000-0001-7231-1316;

T. N. Luchkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, ORCID ID: 0000-0001-6531-392X;

A. V. Reutina, Candidate of Agricultural Sciences, researcher, ORCID ID: 0000-0001-6172-8271;

V. E. Kondaurova, Candidate of Biological Sciences, specialist of STI, ORCID ID: 0000-0001-9753-9069

FSBSI "Donskaya "Donskaya Experimental Station named after L. A. Zhdanov" of All-Russian Research Institute of Oil Crops named after V. S. Pustovoyt,

346754, Rostov region, Azov district, village of Oporny, Zhdanov Str., 2; tel: 8 (863-4) 27-51-21; e-mail: gnudos@mail.ru

Rapeseed takes one of the leading places in the world production of vegetable oils. Winter varieties, which are more productive and economically viable than spring ones, are of the greatest interest. Despite the large number of varieties and hybrids of winter rapeseed registered in the State List of Breeding Achievements Approved for Use in the Russian Federation, the productivity of this crop did not increase for the last 15–20 years. The share of foreign breeding hybrids increased to 90%. All of them have been developed in a mild climate of Europe or America and are poorly adapted to our natural and climatic conditions. It is still important to develop a winter rapeseed variety, tolerant to negative temperature changes, to little snowy winters and adapted to the heavy overwinter conditions of the Rostov region. In 2001–2015 the FSBSI "Donskaya Experimental Station named after L. A. Zhdanov" used the method of cohesive self-pollination to develop the winter rapeseed variety "Priz" from a hybrid population grown on the basis of winter resistant highly productive genotypes identified from the varieties of domestic and foreign selection. The variety is characterized by harmonious ripening, short height, short vegetation and uniformity of plants. The potential productivity of seeds in the conditions of the Rostov region is 4.0–4.5 t/ha. Oil percentage of seeds is 47–50%. The quality of oil and meal meet GOST and international requirements. Plants are slightly responsive to powdery mildew and they are highly tolerant to winter. The variety "Priz" was introduced into the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation and approved for use in the North Caucasus (6) cultivation region since 2017.

Keywords: winter rapeseed (colza), breeding process, variety "Priz", productivity, oil percentage, winter tolerance.

Введение. Масличные культуры в мире занимают около 15% общей посевной площади. В Российской Федерации из 76 млн га пахотных земель – 11–11,5 млн га. Помимо основных масличных культур – подсолнечника и сои, на долю остальных (горчица, лен масличный, ряжик и др.) приходится 2,0–2,5 млн га (Бушнев, 2012). По своей хозяйственной ценности рапс озимый – наиболее экономически целесообразная и перспективная культура. В современных условиях производство его семян основано на возделывании высокопродуктивных безэруковых низкоглюкозинолатных сортов и гибридов (Горлов и др., 2015).

Несмотря на то, что озимый рапс в Ростовской области может возделываться практически во всех районах на площади более 75 тыс. га, его фактическая площадь не превышает 20–30 тыс. га.

Динамика посевных площадей последних лет показывает, что они сильно варьируют, а урожайность семян в среднем за период с 2009 по 2017 г. составила 2,1 т/га (рис. 1), что ниже потенциальной продуктивности современных сортов и гибридов в 2–2,5 раза.

Несмотря на то, что количество зарегистрированных селекционных достижений по рапсу озимому выросло с 2009 г. (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2009) в 3 раза, а доля гибридов иностранной селекции достигла к 2018 г. 90% (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2018), существенного роста урожайности в Ростовской области по этой культуре отмечено не было.



Рис. 1. Динамика посевных площадей и урожайности рапса озимого в Ростовской области

Fig. 1. Dynamics of acreage and winter rapeseed productivity in the Rostov region

Недостаток влаги после уборки предшественника и в период подготовки почвы к посеву не позволяет растениям озимого рапса сформировать достаточную для перезимовки розетку листьев и реализовать потенциальную продуктивность (Картамышева и др., 2017). Вместе с тем выращивание генотипов с пониженной морозостойкостью не позволяет получить оптимальное количество перезимовавших растений, обеспечивающих получение высокого урожая. Все современные гибриды зарубежной селекции созданы в условиях мягкой зимы, что делает их менее зимостойкими в наших условиях. Однако в осенний период они быстрее формируют розетку листьев и таким образом могут быстрее перейти к фазе, способной перенести зиму. Несмотря на это, короткий период осенней вегетации может привести к развитию растений дальше розеточной формы, что приводит к вымерзанию побегов.

В связи с отмеченным основными задачами селекции рапса озимого в ФГБНУ «ДОС ВНИИМК» станции, наряду с увеличением продуктивности растений и улучшением качественных характеристик получаемой продукции, стало создание зимостойких генотипов, способных формировать к перезимовке достаточную розетку листьев в короткий период. Создание устойчивых к биотическим и абиотическим факторам, адаптированных под условия неустойчивого увлажнения в осенний период и приспособленных к жестким условиям зимы в Ростовской области сортов рапса озимого является актуальным.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на экспериментальной базе ФГБНУ «Донская опытная станция им. Л. А. Жданова ВНИИМК» в различные по погодным условиям 2001–2015 гг. Отмечены зимние периоды 2001–2002 гг., когда температура воздуха опускалась ниже 20 °С, а снежный покров почти отсутствовал. Январские температуры 2006 г. опускались ниже 30 °С при сохранении снежного покрова. В таких условиях выживали единичные растения, послужившие в дальнейшем источниками зимостойких генотипов. Отборы проводили на отечественных сортах селекции ВНИИМК и зарубежных гибридах из Германии.

Посев участка гибридизации и питомника отбора проводили ручной сеялкой СР-1 с междурядьем 70 см. Питомники предварительного и конкурсного сортоиспытания закладывали сеялкой СН-16

с междурядьем 15 см и густотой стояния растений 600–700 тыс./га. Уборку производили селекционным комбайном Hege. Масличность семян определяли на ЯМР-анализаторе АМВ-1006 М.

Результаты и их обсуждение. Сорт рапса озимого Приз создан методом инцуктизации элитного растения № 726, отобранного из гибридной популяции Г-907, полученной на основе зимостойких высокопродуктивных генотипов. Новый сорт характеризуется ранним созреванием. Вегетационный период – 270–273 суток. Высота растений – 155–170 см. Листья широкие, средней длины, темно-зеленой окраски со средней выраженностью воскового налета на верхней стороне, имеют среднее количество долей со слабой зубчатостью края и листовой черешок средней длины. Цветки желтой окраски средней степени выраженности, длина и ширина лепестков средняя (рис. 2). Стручки средней длины с коротким носиком. Масса 1000 семян – 3,5–3,8 г.



Рис. 2. Растения сорта рапса озимого Приз

Fig. 2. Winter rapeseed variety "Priz"

Сорт высокоурожайный, потенциальная урожайность семян в Ростовской области составляет 4,0–4,5 т/га. В конкурсном сортоиспытании 2013–2015 гг. сорт Приз по урожайности семян превысил стандарт Метеор на 0,40 т/га, или на 20% (табл. 1), по содержанию масла в семенах – на 0,8% и сбору масла – на 0,23 т/га (табл. 2).

1. Урожайность семян нового сорта рапса озимого Приз

1. Productivity of the new winter rapeseed variety "Priz"

п. Опорный, ФГБНУ «ДОС ВНИИМК», 2013–2015 гг.

Сорт	Урожайность семян, т/га			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Приз	3,44	2,28	2,32	2,68
Метеор, ст.	2,49	2,03	2,17	2,23
НСР ₀₅	0,26	0,18	0,13	

2. Характеристика хозяйствственно ценных признаков сорта рапса озимого Приз

2. Characteristics of economically valuable traits of the winter rapeseed variety "Priz"

п. Опорный, ФГБНУ «ДОС ВНИИМК», 2013–2015 гг.

Сорт	Год	Вегетационный период, сутки	Высота растений, см	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
Приз	2013	270	155	49,8	1,61
	2014	273	146	46,9	1,01
	2015	261	143	49,1	1,07
	Среднее	268	148	48,6	1,23
Метеор, ст.	2013	271	162	48,7	1,14
	2014	273	146	46,0	0,88
	2015	261	144	48,6	0,99
	Среднее	268	151	47,8	1,00

Масличность семян сорта Приз составила 46,9–49,8%; содержание эруковой кислоты – 0,2%; содержание глюкозинолатов в семенах – от 16,3 до 20,3 Ммоль/г. Такие показатели гарантируют получение качественного масла и шрота, соответствующих мировым стандартам.

Растения отличает компактность куста и дружное созревание. Сорт устойчив к полеганию, слабо поражается мучнистой росой. Признаки заболеваний пероноспорозом (*Peronospora brassicae Gaeum.*) и бактериозом корней (*Xanthomonas campestris Dowson*) не отмечены. Сорт обладает высокой адаптивностью и повышенной зимостойкостью. Перезимовка растений в годы испытаний составила 80–90% при показателях стандарта 65–75%. Сорт хорошо при-

способлен к механизированной уборке прямым комбайнированием.

Сорт Приз внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущен к использованию по Северо-Кавказскому (6) региону возделывания с 2017 г. Вместе с тем результаты испытания нового сорта в 2015–2016 гг. на Липецкой ГСИС и Аবдеевском ГСУ Тамбовской области свидетельствуют о перспективности его выращивания в данном регионе, так как Приз превысил стандарт Северянин по урожайности семян в среднем на 21%.

Авторы сорта: Горбаченко В. Д., Горбаченко Ф. И., Григорьева А. В., Картамышева Е. В., Лучкина Т. Н.

Оригинатор – ФГБНУ «Донская опытная станция им. Л. А. Жданова ВНИИМК».

Библиографические ссылки

1. Бушнев А. С. Влияние систем основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота рапс яровой – пшеница озимая на черноземе выщелоченном западного Предкавказья // Масличные культуры: науч.-техн. бюлл. ВНИИМК. 2012. № 2(151–152). С. 126–132.

2. Горлов С. Л., Горлова Л. А., Бочкарева Э. Б. и др. Результаты испытания сортов и гибридов рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры: науч.-техн. бюлл. ВНИИМК. 2015. № 1(161). С. 52–56.

3. Картамышева Е. В., Кондаурова В. Е., Лучкина Т. Н. и др. Совершенствование технологии возделывания озимых рапса и рыжика в Приазовской зоне Ростовской области. // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: сб. статей VII Междунар. науч.-практ. конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. Ч. 1. С. 129–134.

Reference

1. Bushnev A. S. Vliyanie sistem osnovnoj obrabotki pochvy na produktivnost' zvena zernopropashnogo sevooborota raps yarovojo – pshenica ozymaya na chernozeme vyshchelochennom zapadnogo Predkavkaz'ya [Effect of the main tillage systems on the productivity of the grain cultivating crop rotation: spring rapeseed x winter wheat on leached chernozem of the western Pre-Caucasus] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byull. VNIIMK. 2012. № 2(151–152). S. 126–132.

2. Gorlov S. L., Gorlova L. A., Bochkaryova Eh. B. i dr. Rezul'taty ispytaniya sortov i gibridov rapsa ozimogo v usloviyah central'noj zony Krasnodarskogo kraja [The testing results of winter rapeseed varieties and hybrids in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory] // Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byull. VNIIMK. 2015. № 1(161). S. 52–56.

3. Kartamysheva E. V., Kondaurova V. E., Luchkina T. N. i dr. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdel'yvaniya ozimykh rapsa i ryzhika v Priazovskoj zone Rostovskoj oblasti [Improvement of the cultivation technology of winter rapeseed and dodder-seed (camelina) in the pre-Azov zone of the Rostov region] // Nauka i innovacii v HKHI veke: aktual'nye voprosy, otkrytiya i dostizheniya: sb. statej VII Mezdunar. nauch.-prakt. konferencii. Penza: MCNS "Nauka i Prosveshchenie", 2017. Ch. 1. S. 129–134.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:577.2:632.938.1

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-52-55

ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ У ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

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

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Е. В. Ионова, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора по научной работе, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219 ФГБНУ «Аграрный Научный Центр «Донской», 347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: nvozhzh@gmail.com

В статье приводятся результаты исследования 1708 коллекционных и селекционных образцов озимой мягкой и твердой пшеницы отдела селекции пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской» на наличие генов устойчивости к бурой ржавчине (*Lr9, Lr10, Lr19, Lr24, Lr26, Lr34, Lr37*), стеблевой ржавчине (*Sr32, Sr44*), желтой ржавчине (*Yr5, Yr24*) и септориозу (*Stb2, Stb4*). Оценку образцов проводили с использованием метода ПЦР. Гены устойчивости выявлены у 70% изученных образцов. Скрининг выявил 132 образца, несущих 3 и более генов устойчивости к биотическим факторам в различных сочетаниях. Рекомендуется использование образцов, несущих комплекс генов устойчивости к биотическим факторам, в селекционных программах в качестве доноров.

Ключевые слова: ген, устойчивость, биотические факторы, озимая пшеница, ПЦР.



IDENTIFICATION OF GENES RESISTANT TO BIOTIC FACTORS IN THE WINTER WHEAT SAMPLES

N. N. Vozhzhova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of marker selection, nvozhzh@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of winter wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219
FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The article presents the study results of 1708 collection and breeding samples of winter soft and durum wheat developed by the department of wheat breeding in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The samples were studied on the presence of brown rust resistant genes (Lr9, Lr10, Lr19, Lr24, Lr26, Lr34, Lr37), stem rust (Sr32, Sr44), yellow rust (Yr5, Yr24) and leaf blotch (Stb2, Stb4). The estimation of the samples was conducted by the PCR. The resistant genes were identified in 70% of the studied samples. The screening identified 132 samples which carry 3 and more genes resistant to biotic factors in different variants. The samples which possess genes resistant to biotic factors are recommended to use as donors in the breeding programs.

Keywords: gene, tolerance, biotic factors, winter wheat, PCR.

Введение. Одной из важнейших мировых проблем является обеспечение населения продовольствием. Мировая селекционная наука работает как над увеличением потенциала урожайности зерновых культур, так и над выведением сортов, устойчивых к различным биотическим факторам, которые в отдельные годы могут приводить к значительным потерям валового сбора зерна.

Российская Федерация в настоящее время уделяет значительное внимание проблеме продовольственной безопасности.

Основной зерновой культурой, востребованной как на внутреннем, так и на внешнем рынке, в России является озимая пшеница.

В последние годы селекционерами достигнут высокий потенциал ее урожайности (до 10 т/га). Тем не менее общий валовый сбор зерна зачастую зависит от степени проявления вирусных, грибковых и бактериальных заболеваний.

Поиск генов устойчивости к различным заболеваниям озимой пшеницы и их дальнейшая интродукция в коммерческие сорта являются одними из приоритетных направлений мировой селекционной науки (Mujeeb-Kazi et al., 2013).

Наиболее изученный сегмент устойчивости к биотическим факторам озимой пшеницы – толерантность к грибковым заболеваниям.

Для озимой пшеницы известны 80 генов устойчивости к бурой ржавчине, 58 генов устойчивости к стеблевой ржавчине, 53 гена устойчивости к желтой ржавчине и 18 генов устойчивости к септориозу (McIntosh et al., 2013).

Наиболее часто идентифицируемыми и широко распространенными генами устойчивости к бурой ржавчине в мире являются Lr1, Lr3, Lr10 и Lr20. В современной европейской гермоплазме озимой пшеницы распространены гены устойчивости Lr3a, Lr10, Lr13, Lr14a, Lr20, Lr26 и Lr37. Хорошая устойчивость к листовой ржавчине у восточно-европейских сортов пшеницы обеспечивается геном Lr26 (Aktar-Uz-Zaman et al., 2017).

Серьезное внимание уделяется проблеме защиты пшеницы от стеблевой ржавчины. Проводится внедрение генов устойчивости к желтой ржавчине, зачастую тесно сцепленных с другими генами устойчивости к болезням. Выявляются QTL, связанные с устойчивостью пшеницы к септориозу.

По литературным данным известно, что некоторые гены устойчивости к биотическим факторам находятся в одной группе сцепления, например: ген возрастной устойчивости к бурой ржавчине Lr34 тесно сцеплен с геном устойчивости к мучнистой росе

Pm46, геном устойчивости к стеблевой ржавчине Sr57 и геном устойчивости к желтой ржавчине Yr18 (Rinaldo et al., 2016). Ген устойчивости к бурой ржавчине Lr26 находится в трансплекции 1BL.1RS, в которой также имеются гены устойчивости к желтой ржавчине Yr9, стеблевой ржавчине Sr31 и мучнистой росе Pm8.

Ген устойчивости к бурой ржавчине Lr37 находится в трансплекции от *Aegilops ventricosa* на хромосоме 2AS и сцеплен с генами устойчивости к желтой ржавчине Yr17 и к стеблевой ржавчине Sr38 (Сколова и др., 2017).

Таким образом, наличие у образца одного гена устойчивости, входящего в группу сцепления, говорит о присутствии других генов из нее.

В России, как и в мире, устойчивость пшеницы к поражению грибковыми болезнями находится под влиянием различного расового состава патогенов. Для некоторых регионов устойчивость ряда генов преодолена, но они являются эффективными при использовании в других регионах.

Работа над получением устойчивых к грибковым болезням сортов озимой пшеницы ведется во многих научных учреждениях страны.

Считается, что наличие нескольких генов устойчивости к одному типу болезни может давать сорту преимущество в борьбе с патогеном. Следовательно, обеспечение устойчивости к биотическим факторам у сортов озимой пшеницы является одной из приоритетных задач для селекции.

Необходимо создание сортов озимой пшеницы, которые бы обладали комплексной устойчивостью к ряду таких заболеваний, как бурая ржавчина, стеблевая ржавчина, желтая ржавчина и септориоз.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлись 1708 коллекционных и селекционных образцов озимой мягкой и твердой пшеницы отдела селекции озимой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Образцы оценивали на наличие генов устойчивости к бурой ржавчине Lr9, Lr10, Lr19, Lr24, Lr26, Lr34 и Lr37; генов устойчивости к стеблевой ржавчине Sr32 и Sr44; генов устойчивости к желтой ржавчине Yr5 и Yr24 и генов устойчивости к септориозу Stb2 и Stb4 по протоколам, представленным в пособии ВИЗР (Гультьяева, 2012) и в проекте *Maswheat* (<https://maswheat.ucdavis.edu/protocols/index.htm>).

Результаты и их обсуждение. В ФГБНУ «АНЦ «Донской» с 2015 г. была начата работа по выявлению маркеров генов устойчивости к грибковым болезням у озимой мягкой и твердой пшеницы.

В течение нескольких лет изучали коллекционный материал озимой мягкой и твердой пшеницы на нали-

чие генов устойчивости к бурой ржавчине, стеблевой ржавчине, желтой ржавчине и септориозу.

Скрининг коллекционного материала озимой мягкой и твердой пшеницы нашего центра выявил образцы, несущие различные сочетания нескольких генов устойчивости к этим болезням (рис.).

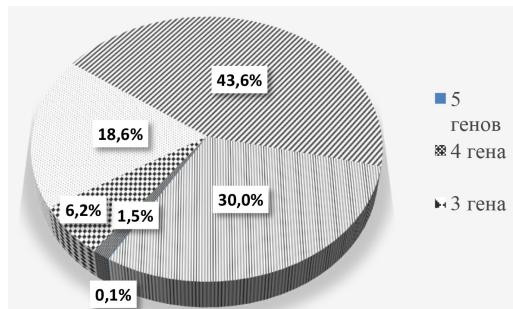


Рис. Распределение генов устойчивости к грибковым болезням у проанализированных коллекционных и селекционных образцов озимой пшеницы

Fig. Distribution of fungal disease resistance genes in analyzed collection and selection samples of winter wheat

Установлено, что у 513 образцов (30%) не оказалось ни одного из изучаемых генов устойчивости. Один ген устойчивости был выявлен у 745 образцов (43,6%). Различные сочетания 2 генов устойчивости к болезням определены у 318 образцов (18,6%). Три гена устойчивости находятся у 106 образцов (6,2%). Четыре гена устойчивости (в различных сочетаниях) – у 25 образцов (1,5%). Лишь один образец (0,1%) обладал пятью генами устойчивости – Lr26, Lr37, Sr44, Yr24 и Stb2 (рис.).

Образцы с четырьмя и пятью различными сочетаниями генов устойчивости к грибковым болезням показаны в таблице.

Образцы озимой пшеницы, несущие комплекс генов устойчивости к грибковым болезням, должны использоваться селекционерами в качестве источников и доноров при селекции на защиту растений.

Выявленные образцы озимой мягкой пшеницы с несколькими генами устойчивости к болезням Identified samples of winter wheat with several disease resistance genes

Сочетание генов устойчивости	Количество образцов	Наименование образцов
Lr37 + Yr24 + Stb4 + Sr44	1	K16-0005
Lr26 + Lr37 + Yr24 + Sr44	1	K17-0393
Lr34 + Yr24 + Stb4 + Sr44	2	K16-0019, K16-0026
Lr26 + Lr34 + Yr24 + Sr44	8	K17-0683, K17-0479, K17-0307, K17-0215, K16-0138, K16-0115, K16-0131, K16-0132
Lr26 + Lr34 + Yr24 + Stb2	2	K17-0376, K17-0681
Lr34 + Yr24 + Stb2 + Sr44	11	K17-0703, K17-0696, K17-0300, K17-0543, K17-0556, K17-0266, K17-0584, K17-0621, K17-0460, K17-0461, K17-0466
Lr26 + Lr37 + Yr24 + Stb2 + Sr44	1	K16-0147

Коллекция ежегодно пополняется новыми образцами, а селекционеры проводят с ними скрещивания, поэтому скрининг коллекционного и селекционного материала в ФГБНУ «АНЦ «Донской» продолжается.

Выходы

Получен исходный материал, несущий сочетание 3 и более генов устойчивости к биотическим факторам (132 шт.).

Выявлен 1 образец (K16-0147), несущий 5 генов устойчивости к некоторым грибковым болезням Lr26 + Lr37 + Yr24 + Stb2 + Sr44.

Рекомендуем использование образцов, несущих комплекс генов устойчивости к биотическим факторам в селекционных программах в качестве доноров.

Библиографические ссылки

1. Сколовцева Е. С., Леонова И. Н., Букатич Е. Ю., Салина Е. А. Методические подходы к идентификации эффективных генов, определяющих устойчивость пшеницы к комплексу грибных заболеваний // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21(7). С. 862–869. DOI 10.18699/VJ17.307.
2. Aktar-Uz-Zaman Md., Tuhina-Khatun Mst., Hanafi M. M., Sahebi M. Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2017. Vol. 31, No. 3. Pp. 431–445. DOI: 10.1080/13102818.2017.1304180
3. Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks R. E., Csosz M. European virulence survey for leaf rust in wheat // Agronomie. 2000. Vol. 20. Pp. 793–804. <https://doi.org/10.1051/agro:2000104>.
4. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. C. Catalogue of gene symbols for wheat [e-resource] // 12th International Wheat Genetics Symposium 8–13 September 2013. Yokohama, Japan. Available at: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.
5. Mujeeb-Kazi A., Kazi A. G., Dundas I., Rasheed A., Ogbonnaya F., Kishii M., Bonnett D., Wang R. R.-C., Xu S., Chen P., Mahmood T., Bux H., Farrahi S. Chapter Four – Genetic Diversity for Wheat Improvement as a Conduit to Food Security. Advances in Agronomy. 2013. Vol. 122. Pp. 179–257. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-417187-9.00004-8>.
6. Rinaldo A., Gilbert B., Boni R., Krattinger S. G., Singh D., Park R. F., Lagudah E., Ayliffe M. The Lr34 adult plant rust resistance gene provides seedling resistance in durum wheat without senescence // Plant Biotechnol J. 2016. Vol. 15. Pp. 894–905.

References

1. Skolotneva E. S., Leonova I. N., Bukatich E. Yu., Salina E. A. Metodicheskie podhody k identifikacii effektivnyh genov, opredelyayushchih ustojchivost' pshenicy k kompleksu gribnyh zabolевaniy [Methodical approaches to the identification of effective genes responsible for wheat resistance to the complex of fungal diseases] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2017. T. 21(7). S. 862–869. DOI 10.18699/VJ17.307.
2. Aktar-Uz-Zaman Md., Tuhina-Khatun Mst., Hanafi M. M., Sahebi M. Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2017. Vol. 31, No. 3. Pp. 431–445. DOI: 10.1080/13102818.2017.1304180

3. Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks R. E., Csosz M. European virulence survey for leaf rust in wheat // *Agronomie*. 2000. Vol. 20. Pp. 793–804. <https://doi.org/10.1051/agro:2000104>.
4. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X. C. Catalogue of gene symbols for wheat [e-resource] // 12th International Wheat Genetics Symposium 8–13 September 2013. Yokohama, Japan. Available at: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.
5. Mujeeb-Kazi A., Kazi A. G., Dundas I., Rasheed A., Ogbonnaya F., Kishii M., Bonnett D., Wang R. R.-C., Xu S., Chen P., Mahmood T., Bux H., Farrakh S. Chapter Four – Genetic Diversity for Wheat Improvement as a Conduit to Food Security. *Advances in Agronomy*. 2013. Vol. 122. Pp. 179–257. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-417187-9.00004-8>.
6. Rinaldo A., Gilbert B., Boni R., Krattinger S. G., Singh D., Park R. F., Lagudah E., Ayliffe M. The Lr34 adult plant rust resistance gene provides seedling resistance in durum wheat without senescence // *Plant Biotechnol J*. 2016. Vol. 15. Pp. 894–905.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.16:631.52 (571.12)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-55-59

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ, СТАБИЛЬНОСТИ ГЕНОТИПОВ И ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДЫ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Л. М. Ерошенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8513-6665;
М. М. Ромахин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5691-1020;
Н. А. Ерошенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6971-957X;
О. В. Левакова², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, levakova.olga@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X;
И. А. Дедушев¹, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5059-9299;
В. В. Наумова¹, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства ярового ячменя, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9996-4998
¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», 143026, Московская обл., Одинцовский район, р. п. Новоивановское, ул. Калинина, 1; e-mail: mosniish@yandex.ru;
²Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агронженерный центр ВИМ», 390502, Рязанская обл., Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, 1; e-mail: podvyaze@bk.ru

Несмотря на большие достижения в селекции пшеницы, кукурузы, сои и других культур, яровой ячмень по-прежнему является важнейшей зерновой культурой в Российской Федерации. Об этом свидетельствует рост его посевных площадей, которые в 2016 г. достигли 8,4 млн га против 7,2 млн га в 2010 г. Многолетняя сельскохозяйственная практика доказала, что ячмень является одним из наиболее засухоустойчивых, солестойких, неприхотливых и скороспелых злаков. Благодаря таким особенностям, в условиях рискованного земледелия Нечерноземной зоны культура ячменя приобретает большое народнохозяйственное значение. Высокий спрос определяет важность селекционной работы с культурой ячменя. На примере 12 сортов различной технологической направленности, выращенных в двух пунктах Центрального Нечерноземья, изучали генотипическую вариабельность содержания белка в зерне. Для получения эколого-генетической информации, ориентированной на отбор пластичных форм, использовали метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды, учитывающий эффекты компенсации-дестабилизации, биологическую сущность взаимодействия генотипа и среды. Установлена дифференциация сортов по способности накапливать протеин в зерне. Наибольшим уровнем белка характеризовалось зерно, полученное в Подмосковье. Немаловажное влияние на показатель оказывали условия вегетации. Довольно четко по содержанию белка в зерне выражены различия между сортами. Группа пивоваренных сортов при этом в среднем характеризовалась более низким уровнем белка в сравнении с группой кормового направления. Отмечена значительная дифференциация сортов по показателям стабильности. Установлено, что с повышением урожайности стабильность новых сортов по уровню белка в зерне заметно снижалась. По показателям дифференцирующей способности среды определены особо ценные селекционные фоны для выделения нового селекционного материала на пивоваренные и кормовые цели. Полученные результаты предлагаются для практического использования в селекции на повышение стабильности параметров качества зерна ячменя.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, содержание белка в зерне, экологическое испытание, адаптивная способность, стабильность, дифференцирующая способность среды.



THE USE OF THE METHOD OF ADAPTABILITY ESTIMATION, GENOTYPE STABILITY AND DIFFERENTIAL ABILITY OF THE ENVIRONMENT IN SPRING BARLEY BREEDING TO IMPROVE GRAIN QUALITY

L. M. Eroshenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of spring barley breeding and primary seed-growing, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8513-6665;

M. M. Romakhin¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of spring barley breeding and primary seed-growing, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5691-1020;

N. A. Eroshenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of spring barley breeding and primary seed-growing, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6971-957X;

O. V. Levakova², Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of breeding and seed-growing, levakova.olga@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X;

I. A. Dedushev¹, junior researcher of the laboratory of spring barley breeding and primary seed-growing, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5059-9299;

V. V. Naumova¹, junior researcher of the laboratory of spring barley breeding and primary seed-growing, mosniish@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9996-4998

¹FSBSI "Federal Research Center "Nemchinovka",

143026, Moscow region, Odintsovsky district, Novoivanovskoe, Kalinin Str., 1; e-mail: mosniish@yandex.ru;

²Institute of Seed-growing and agrotechnologies, Branch of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Agro-Engineering Center",

390502, Ryazan region, Ryazan district v. Podvyazie, Parkovaya Str., 1; e-mail: podvyaze@bk.ru

Despite the great achievements in the breeding of wheat, corn, soybeans and other crops, spring barley is still the most important grain crop in the Russian Federation. It is proved by the growth of its acreage, which reached 8.4 million hectares in 2016 against 7.2 million in 2010. The long-term agricultural practice has shown that barley is one of the most drought-resistant, salt-resistant, unpretentious and early ripening grain crops. Due to such traits, in the conditions of risky farming of the Non-Blackearth (non-chernozem) zone, barley acquires great national economic significance. High demand determines the importance of breeding work with barley. There was studied genotypic variability of the protein percentage in kernels of 12 varieties of various technological directions grown in two locations of the Central Non-Blackearth region. To obtain ecological-genetic information, focused on the selection of plastic forms, there was used the method of estimation of the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment which takes into account the effects of compensation-destabilization, the biological essence of correlation between genotype and environment. The differentiation of varieties according to their ability to accumulate protein in kernels has been established. The highest percentage of protein was produced by grain grown in the Moscow region. Vegetation conditions had a significant impact on the indicator. The differences among the varieties are quite clearly seen through content of protein in kernels. At the same time, the group of brewing varieties was characterized on average by a lower percentage of protein in comparison with the group of feed varieties. There was a significant differentiation of varieties in terms of stability. It has been established that productivity increase results in a significant stability decrease of protein percentage in the new varieties. According to the differentiating ability of the environment, the most valuable breeding backgrounds have been identified for selecting a new breeding material for brewing and feeding purposes. The obtained results are proposed for practical use in plant-breeding to improve the stability of the qualitative parameters of barley.

Keywords: spring barley, variety, protein percentage in kernels, ecological trial, adaptive ability, stability, differentiating ability of environment.

Введение. В последнее время абсолютно бесспорным признается наличие устойчивых тенденций потепления климата. Наряду с участившимися засухами важной особенностью периода потепления является неравномерное выпадение осадков внутри года и в целом за отдельные годы.

Оценки показывают, что примерно 65–70% потерь в производстве растениеводческой продукции связаны с неблагоприятными погодными и климатическими условиями. В наибольшей степени природные катаклизмы отрицательно влияют на биохимические и технологические параметры качества зерна. Так, изменчивость показателя содержания белка в зерне в зависимости от условий года может доходить до 75% (Кадыров, 2007).

В условиях изменяющегося климата при создании новых сортов ярового ячменя следует уделять особое внимание повышению стабильности признаков качества зерна.

Изначально любая селекционная программа должна быть основана на создании идиотипа – модели сорта. В плане улучшения качества зерна для культуры ячменя это, как правило, два основных и часто взаимоисключающих друг друга направления – селекция на улучшение пивоваренных достоинств и создание зернофуражных сортов.

Основной мерой оценки качества сортов ячменя является содержание белка. От его уровня зависят

многие другие биохимические и технологические особенности зерна.

Для пивоваренной промышленности требуется ячмень, в котором уровень белка был бы не больше 12,0% (ГОСТ 5060-86). Однако лучшим считается зерно ячменя с содержанием белка от 10,7 до 11,2%, соответствующее стандарту, принятому Европейской пивоваренной конвенцией (ЕВС) (ГОСТ 31711-2012. Пиво. Общие технические условия).

Требования национального стандарта ГОСТ 53900-2010 на ячмень кормовой первого класса предусматривают содержание белка не менее 13%.

Важнейшим принципом экологизации селекции является получение эколого-генетической информации на каждом этапе селекционного процесса. При этом важна информация как о норме реакции селектируемых генотипов в соответствии их модели сорта, так и сведения о типичности сред по отношению к будущей эконише сорта (Кильчевский, 2008).

Изучение содержания протеина в зерне сортов ячменя различного направления использования в экологическом испытании позволяет выявить генетический потенциал показателя, его стабильность в варьирующих условиях и ускорить оценку испытываемого материала.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования служили районированные сорта Эльф, Раушан, Нур, Владимир, Прометей, Московский 86,

Яромир, Надежный (Россия), Ксанаду (Германия) и находящиеся на государственном испытании новые сорта Сударь, Знатный и Златояр. Полевые исследования по экологическому испытанию сортов ярового ячменя были заложены в 2015–2017 гг. в севооборотах ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» и Института семеноводства и агротехнологий (ИСА) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агронженерный центр ВИМ». Оценку характеристик 12 сортов ярового ячменя и 6 сред как фонов для отбора провели по методу Кильчевского А. В. и Хотылевой Л. В. (1985), который основан на объединении нелинейной и линейной частей реакции генотипа в фенотипическом проявлении на внешнюю среду.

Результаты и их обсуждение. Выбранные для исследования пункты, а также сложившиеся условия вегетации в годы испытаний обеспечили значительное разнообразие величины содержания белка

в зерне. В среднем за три года при урожайности 7,22 т/га зерно, выращенное в Московской области, характеризовалось более высоким содержанием белка (12,5%) в сравнении с выращенным в Рязанской области (12,1%) при урожайности 6,65 т/га. В зависимости от погодных условий содержание белка в зерне в Подмосковье накапливалось от 11,7 до 13,4%, в Рязанской области – от 11,4 до 13,3%. Полученные данные также свидетельствуют, что в испытуемом наборе сортов наблюдается дифференциация по накоплению белка. Коэффициент вариации (V, %), показывающий изменчивость признака, в экологическом испытании колебался в пределах 3,7–10,0%. Индекс фенотипической стабильности сортов (SF), характеризующий отношение максимального значения показателя в опыте к минимальному уровню белка, находился в диапазоне от 1,10 до 1,38. Характеристика изменчивости содержания белка в зерне сортов ярового ячменя в экологическом испытании представлена в таблице 1.

1. Диапазон изменчивости содержания белка в зерне в экологическом испытании (2015–2017 гг.)

1. Range of protein content variability in grain during the ecological trial (2015–2017)

Сорт	Направление использования	Содержание белка в зерне, %				V, %	SF*		
		ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»		ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ					
		–x	min – max	–x	min – max				
Московский 86	пивовар.	12,7	11,7–13,1	11,5	11,2–13,2	7,7	1,18		
Надежный	пивовар.	11,4	10,0–12,6	11,3	10,9–12,9	9,3	1,29		
Сударь	пивовар.	12,3	11,8–12,9	10,8	10,1–10,9	10,0	1,28		
Ксанаду	пивовар.	12,4	11,9–13,0	12,0	11,2–13,0	6,0	1,16		
Эльф	универс.	12,4	12,1–13,1	12,2	11,1–13,2	6,3	1,19		
Нур	универс.	12,8	11,4–13,7	12,8	12,2–13,8	7,6	1,21		
Владимир	универс.	12,9	12,0–14,4	12,4	11,3–13,2	8,6	1,27		
Знатный	универс.	11,8	11,2–12,9	11,6	11,5–11,9	5,2	1,15		
Раушан	кормов.	13,1	12,7–13,4	13,3	12,7–14,0	3,7	1,10		
Прометей	кормов.	12,5	11,7–13,3	12,3	11,5–14,1	7,7	1,23		
Яромир	кормов.	12,4	11,9–12,6	12,8	11,2–13,6	7,0	1,21		
Златояр	кормов.	13,1	12,2–14,2	12,7	12,3–15,4	9,6	1,26		
–x		12,5	11,7–13,4	12,1	11,4–13,3	7,5	1,14		

* SF – индекс фенотипической стабильности по А. А. Жученко, 1980.

Дисперсионный анализ результатов испытания по показателю «содержание белка в зерне» выявил существенные различия на уровне признака по сортам, пунктам и годам. Достоверными были эффекты взаимодействия сорт на год, сорт на пункт, год на пункт и сорт, год на пункт. Это свидетельствует о различиях и широте реакции изучавшихся сортов по содержанию белка в зерне на экологические факторы.

Используемая методика основана на разделении фенотипической вариансы популяции на вариансу общей и специфической адаптивной способности.

Общая адаптивная способность (ОАС) определяет среднее значение показателя в различных условиях среды. Анализ сортов различного направления использования показал, что содержание белка в зерне во всех совокупностях сред экологического испытания колебалось от 11,4 до 13,2%. Группа пивоваренных сортов характеризовалась при этом в среднем более низким уровнем белка (11,6%) в сравнении с группой универсального (12,3%) и кормового направления (12,9%). Наибольшие значения признака и положительные эффекты отклонения от общей адаптивной

способности i-го генотипа ($v_i = 0,8$) имели кормовые сорта Раушан и Златояр. Минимальные значения признака и отрицательные эффекты отмечены у пивоваренных ячменей сортов Надежный и Сударь ($v_i = -0,8...-1,0$).

Варианса специфической адаптивной способности (σ^2CAC_i), характеризующая степень отклонения признака от ОАС в определенной среде, является мерой стабильности изучаемого генотипа. Анализируя значения показателя, можно утверждать, что возможность поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды у сортов была разная. Так, отклонение от уровня белка (13,2%), ожидаемого на основании расчета ОАС этого показателя у сорта, в зависимости от условий среды в пунктах испытания у высокоурожайного кормового сорта Златояр ($\sigma^2CAC_i = 1,6$) было выше, чем у полуинтенсивного сорта Раушан ($\sigma^2CAC_i = 0,2$).

Что касается пивоваренных сортов, то с повышением продуктивности экологическая стабильность у новых сортов Надежный и Сударь ($\sigma^2CAC_i = 1,0–1,1$) также заметно снижалась. Аналогичная картина наблюдается

и при анализе показателя относительной стабильности генотипа (S_{gi}), позволяющего сравнивать результаты опытов с различным набором сортов и культур.

Характеристика параметров адаптивной способности и стабильности показателя содержания белка в зерне за годы исследования представлена в таблице 2.

2. Параметры адаптивной способности и стабильности показателя содержания белка в зерне, % (2015–2017 гг.)
2. Parameters of adaptability and stability of protein content in grain, % (2015–2017)

Сорта	Показатели адаптивной способности и стабильности i-го генотипа					
	OACi u + vi	(vi)	σ^2CACi	$\sigma^2(G \times E)gi$	(S_{gi})	Igi
Московский 86	12,1	+0,3	0,7	0,1	6,9	0,1
Надежный	11,6	-0,8	1,1	1,0	8,9	0,9
Сударь	11,4	-1,0	1,0	0,8	9,0	0,8
Ксанаду	11,8	-0,2	0,4	0,1	5,4	0,2
Эльф	12,3	-0,1	1,0	0,1	8,3	0,1
Нур	12,8	+0,4	0,8	0,7	7,1	0,9
Владимир	12,5	+0,1	1,1	0,6	8,4	0,5
Знатный	11,8	-0,8	0,4	0,4	4,6	1,0
Раушан	13,2	+0,8	0,2	0,1	3,9	0,5
Прометей	12,7	+0,3	0,9	0,3	7,4	0,3
Яромир	12,6	+0,2	0,8	0,7	7,2	0,9
Златояр	13,2	+0,8	1,6	0,7	9,4	0,4

Важно при этом отметить, что селекция на повышение потенциала продуктивности очень часто сопровождается увеличением средовой вариабельности хозяйствственно ценных признаков (Неттевич и др., 1985).

Для выявления стабильности генотипа иногда применяют вариансу взаимодействия генотипа и среды $\sigma^2(G \times E)gi$. При использовании регрессионного метода взаимодействие «генотип – среда» представляется в виде линейной функции среды (Eberhart and Russel, 1966). Вместе с тем при несовпадении знаков эффектов генотипа и взаимодействия уменьшаются вариансы стабильности генотипов (эффект компенсации), а при совпадении знаков эффектов увеличиваются (дестабилизирующий эффект).

Предлагаемая методика оценки стабильности, основанная на объединении линейной и нелинейной части реакции генотипа на среду, предполагает, что отношение $\sigma^2(G \times E)gi$ к σ^2CACi является мерой нелинейности ответа i-го генотипа на среду. Показатель нелинейности (Igi), приближающийся к единице у высокоинтенсивных сортов Надежный, Сударь, Нур и Знатный, говорит о том, что они реагируют на большинство сред нелинейно. В итоге варианса специфической адаптивной способности (σ^2CACi) дает более точную информацию о стабильности генотипов, чем варианса взаимодействия генотипа и среды ($\sigma^2(G \times E)gi$). Это подтверждается более сильной корреляционной зависимостью между коэффициентом варьирования содержания белка в зерне изучаемых сортов ($r = 0,91; 0,94$) и показателями их специфической адаптивной способности.

При одновременной проработке селекционного материала в нескольких пунктах зоны предлагаемый метод дает возможность определить селекционеру не только реакцию генотипов на условия внешней среды для выделения форм с широкими приспособительными способностями, но и оценить среды как фоны для отбора.

Наиболее полную информацию о средах как фонах для отбора дают варианса σ^2DCC_k k-й среды, показатель относительной дифференцирующей способности S_{ek} и коэффициент компенсации K_{ek} , учитывающий

эффекты взаимодействия генотипа и среды. Чем больше эти показатели, тем сильнее будет выявлен полиморфизм в популяции по данному признаку. Максимальное значение дифференцирующей способности среды ($\sigma^2DCC_k = 1,4$; $S_{ek} = 9,4$; $K_{ek} = 4,6$) при среднем показателе белковости 12,8% отмечен в Московской области в сыром 2017 г., а в Рязанской области – в благоприятном 2015 г. ($\sigma^2DCC_k = 1,3$; $S_{ek} = 8,4$; $K_{ek} = 4,2$) при содержании 13,2% белка в зерне. В 2016 г. в ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» изменчивость генотипов носила нелинейный характер ($I_{ek} = 0,7$). Очевидно, указанные среды являются более ценным фоном для отбора различных биотипов, в том числе со специфической реакцией на различные факторы среды. Параметры среды как селективного фона для отбора сортов ярового ячменя за годы исследования в двух пунктах представлены в таблице 3.

Количественной мерой типичности среды может служить коэффициент корреляции (типичности) t_k между значением признака у генотипов в данной среде и средними значениями генотипов при изучении их в ряде сред. Очень низкие значения этого показателя в большой степени обусловлены сильным влиянием условий выращивания на смену рангов сортов по показателю содержания белка в зерне. Поэтому в селекции на качество очень важно использовать сорта-тестеры, которые бы в наименьшей степени зависели от факторов среды.

Выводы. В связи с повышением уровня качества сортов кормового и продовольственного использования важным направлением остается селекция на экологическую стабильность показателей качества. Проведенный эколого-генетический анализ представил реальную характеристику сортов ярового ячменя различной технологической направленности по уровню накопления белка в зерне и экологической стабильности. Использование показателей адаптивной способности, стабильности и дифференцирующей способности дает дополнительную характеристику исследуемому материалу и позволяет ускорить отбор высокоурожайных сортов, стабильно сохраняющих показатели качества независимо от погодно-климатических условий.

3. Параметры среды как селективного фона для отбора сортов ярового ячменя
(Московская и Рязанская области) (2015–2017 гг.)

3. Parameters of environment as a selective background for the selection of spring barley varieties
(Moscow and Ryazan regions) (2015–2017)

Год	Среднее содержание белка, %	Эффект среды, d_k	Варианса $\sigma^2 \text{ДСС}_k$	S_{ek}	Коэффициент		
					I_{ek}	K_{ek}	t_k
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»							
2015	12,1	-0,3	0,2	4,0	0,1	0,7	0,1
2016	12,5	+0,1	0,4	4,7	0,7	1,1	-0,3
2017	12,8	+0,4	1,4	9,4	0,2	4,6	0,3
ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ							
2015	13,2	+0,8	1,3	8,4	0,1	4,2	0,1
2016	11,8	-0,6	0,6	6,5	0,1	1,9	0,1
2017	11,8	-0,6	0,8	7,4	0	2,4	0,3

Библиографические ссылки

1. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев: Штиинца, 1980. 587 с.
2. Кадыров А. М. Рекомендации по уходу за посевами и уборке пивоваренного ячменя // Белорусское сельское хозяйство. Минск, 2007. № 6. С. 42–46.
3. Кильчевский А. В. Экологическая организация селекционного процесса // Генетические основы селекции: мат. Всероссийской школы молодых селекционеров им. С. А. Кунакбаева, 11–15 марта 2008 г. Уфа. 2008. С. 70–85.
4. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды // Генетика. Сообщение 1. Обоснование метода. 1985. № 9. С. 1481–1490.
5. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник с.-х. науки. 1985. № 1. С. 66–73.
6. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 196, 6. № 6(1). Pp. 36–40. DOI: 10.2135/cropsci 1966. 0011183X000600010011X.

References

1. Zhuchenko A. A. Ehkologicheskaya genetika kul'turnykh rastenij [Ecological genetics of cultivated plants]. Kishinev: Shtinca, 1980. 587 s.
2. Kadyrov A. M. Rekomendacii po uhodu za posevami i uborke pivovarenennogo yachmenya [Recommendations for malting barley care and harvesting] // Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo. Minsk. 2007. № 6. S. 42–46.
3. Kil'chevskij A. V. Ehkologicheskaya organizaciya selekcionnogo processa [Ecological organization of the breeding process] // Geneticheskie osnovy selekcii: Mat. Vserossijskoj shkoly molodyh selekcionerov im. S. A. Kunakbaeva, 11–15 marta 2008 g. Ufa, 2008. S. 70-85.
4. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Metod ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differenciruyushchej sposobnosti sredy [The method of estimation of adaptability and stability of genotypes, differentiating ability of the environment] // Genetika. Soobshchenie 1. Obosnovanie metoda. 1985. № 9. S. 1481–1490.
5. Nettevich Eh. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. Povyshenie ehffektivnosti otbora yarovojo pshenicy na stabil'nost', urozhajnost' i kachestvo zerna [Improving the efficiency of spring wheat selection for stability, productivity and grain quality] // Vestnik s.-h. nauki. 1985. № 1. S. 66–73.
6. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 196, 6. № 6(1). Pp. 36–40. DOI: 10.2135/cropsci 1966. 0011183X000600010011X.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.14:631.524.7

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-59-63

ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ ЦЕЛИ

Е. Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории технолого-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

А. А. Бишарев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный руководитель лаборатории серых хлебов, alexbisharev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5804-3298;

Н. В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

М. В. Беляева, младший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, s.g.belyaev1990@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3090-9026

ФГБНУ «Самарский НИИСХ», 446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41; тел.: 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

Снижение производства ржи в РФ связано с низкой конкурентоспособностью, а также с недостаточным селекционным улучшением вновь создаваемых сортов по ряду признаков. Озимая рожь продовольственного назначения занимает крупный сегмент современного рынка, поэтому необходимо выращивать сорта, пригодные не только для производства спирта, крах-

мала, кормопродуктов, но и для хлебопекарных целей с высокими биохимическими и технологическими свойствами. Цель наших исследований – выяснить перспективы селекции сортов озимой ржи с улучшенными хлебопекарными достоинствами в условиях Среднего Поволжья. Исследования проводили с 2015 по 2017 г. на базе Самарского НИИСХ им. Н. М. Тулякова. Объектом исследований послужили районированные и перспективные сорта озимой ржи. Оценены влияние изменяющихся условий произрастания на урожай, элементы продуктивности и качество зерна. Установлено, что сорт озимой ржи Безенчукская 110 за годы исследований был более стабильным и пластичным к условиям произрастания (коэффициент регрессии – 0,88) и по урожайности зерна достоверно превысил стандарт (50,3 ц/га) на 2,1 ц/га. Лучшую хлебопекарную оценку в 2015 и 2016 гг. показали сорта Безенчукская 87 и Роксана: максимальный объем хлеба – 515–575 см³. В 2016 г. более высокие биохимические показатели (число падения – 282 с; высота амилограммы – 780 ед. а.) и хлебопекарное качество (общая хлебопекарная оценка – 4,2 балла) продемонстрировал сорт Безенчукская 110. В условиях Среднего Поволжья необходимо вести селекцию сортов озимой ржи продовольственного назначения, а именно с улучшенными технологическими и хлебопекарными достоинствами.

Ключевые слова: озимая рожь, селекция, качество зерна, биохимические и технологические свойства, хлебопекарные достоинства.



PROSPECTS OF WINTER RYE BREEDING FOR BREAD BAKING

E. N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory of technological and analytical service, e-mail: elenashabolkina@yandex.ru; ORCID ID 0000-0003-1090-4399;

A. A. Bisharev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory of grey bread, e-mail: alexbisharev@mail.ru; ORCID ID 0000-0001-5804-3298;

N. V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory of technological and analytical service, e-mail: anisimkina.natalya@yandex.ru; ORCID ID 0000-0001-5129-7797;

M. V. Belyaeva, junior researcher of the laboratory of technological and analytical service, e-mail: s.g.belyaev1990@gmail.com; ORCID ID 0000-0002-3090-9026

FSBSI "Samarsky RIA",

446254, Samara region, v. Bezengchuk, Karl Marks Str., 41; tel.: 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

The rye production decrease in the Russian Federation is associated with low competitiveness, as well as the insufficient breeding improvement of newly developed varieties with a number of traits. Winter rye for food occupies a large segment of the modern market, so it is necessary to grow varieties that are suitable not only for the production of alcohol, starch and fodder, but also for baking purposes with high biochemical and technological properties. The purpose of our research is to find out the breeding prospects for winter rye varieties with improved baking advantages in the Middle Volga region. The study was conducted from 2015 to 2017 on the basis of the Samara RIA named after N. M. Tulaykov. The object of the research was some zoned and promising winter rye varieties. The influence of changing growing conditions on yield, productivity elements and grain quality has been evaluated. It has been established that over the years of study the winter rye variety "Bezengchukskaya 110" was more stable and adaptable to the growing conditions (regression coefficient of 0.88) than the standard variety and its productivity reliably exceeded the yield of the standard variety (50.3 hwt/ha) by 2.1 hwt/ha. In 2015 and in 2016 the varieties "Bezengchukskaya 87" and "Roksana" showed the best baking properties, namely 515–575 cm³ of maximum bread volume. In 2016 the variety "Bezengchukskaya 110" showed the best biochemical parameters (282 p. falling number; 780 e. a. height of amylogram) and baking quality (4.2 points of general baking assessment). In the conditions of the Middle Volga region, it is necessary to carry out breeding of winter rye varieties for food, namely with improved technological and baking advantages.

Keywords: winter rye, breeding work, grain quality, biochemical and technological properties, baking advantages.

Введение. В России рожь, как и пшеница, относится к основным хлебным культурам. Однако производство ржи в РФ резко снизилось. Причина этого в низкой конкурентоспособности, в основе которой лежит механизм ценообразования и возможности расширения рынка потребителей. Существенное влияние на эти процессы оказывает селекционное улучшение вновь создаваемых сортов по ряду признаков. Задачи современного рынка селекции зерновых культур – создание адаптивных сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам, обеспечивающих высокие и стабильные урожаи зерна, пригодных для возделывания по ресурсосберегающим технологиям, а также продовольственная, техническая и кормовая адресность создаваемых сортов.

В настоящее время актуальны исследования, направленные на повышение биобезопасности и питательной ценности продуктов питания. В связи с этим перспективно увеличение разнообразия хлебобулочных изделий. Высокое содержание минеральных веществ и клетчатки, небольшая калорийность ржаного хлеба и ржано-пшеничных изделий (с большей долей ржаной муки) обеспечивают широкий спрос на данную продукцию. По питательной ценности белки ржаной муки выше белков пшеничной муки, так как богаче незаменимыми аминокислотами, а именно дефицитным лизином (Гончаренко, 2014; Бушук, Кэмбелл, Древс,

1980). Большое количество биологически активных и ароматических веществ, прекрасные вкусовые достоинства делают такой хлеб не только полезным, но и вкусным.

Хлебопекарные свойства ржаной муки зависят от амилолитической активности зерна и состояния крахмала. Низкая температура крахмализации и высокая ферментативная активность создают условия для большей «атакуемости» крахмала ферментами, что способствует быстрому расщеплению ржаного крахмала на декстрины и простые сахара (Гончаренко, Исмагилов, Беркутова, 2005). Промежуточные продукты распада крахмала снижают качество хлебных изделий из ржи, придавая мякишу липкость и «сыропеклость».

В многочисленных исследованиях подчеркивается, что основная роль при приготовлении ржаного теста принадлежит пентозанам. Белковый комплекс ржаной муки состоит из небольшого количества клейковинных белков и в основном из соле – и водорастворимых фракций, которые набухают и пептизируются. Некрахмальные полисахариды, а именно водорастворимые пентозаны, связывают значительное количество воды при приготовлении теста и образуют очень вязкие коллоидные растворы, что положительно влияет на структуру и реологические свойства ржаного теста (Henry, 1985). Однако положительные

функции пентозанов при выпечке отрицательно влияют на усвояемость питательных веществ, нарушая процесс пищеварения у животных (Rakowska, 1996). Высоковязкие пентозаны являются нежелательными не только при использовании ржи на кормовые цели, но и при производстве крахмала, сахара и этилового спирта. Накопленные теоретические и практические данные позволяют использовать доноры и генетические источники хозяйственно ценных признаков для создания сортов целевого назначения, то есть для пищевых, кормовых и технических целей.

Учитывая тот факт, что озимая рожь продовольственного назначения занимает крупный сегмент современного рынка, цель наших исследований – выяснить перспективы селекции сортов с улучшенными технологическими и хлебопекарными достоинствами в условиях Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили с 2015 по 2017 г. на базе Самарского НИИСХ им. Н. М. Тулайкова. Объектом исследований послужили районированные и перспективные сорта озимой ржи. Закладку питомника конкурсного сортоиспытания проводили сеялкой Клен-1,5С; учетная площадь делянок – 20 м²; повторность – 4-кратная. Норму высева рассчитывали с учетом массы 1000 зерен. Уборку проводили селекционными комбайнами Сампо-130. Стандартом служил сорт Безенчукская 87.

Фенологические наблюдения, учеты и определение структуры урожая осуществляли в соответствии с Методикой государственного испытания полевых культур, Методикой УПОВ TG/16/4. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием пакета прикладных программ Agros-2.0.

Оценку качества зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов ИСО: содержание белка в зерне по ГОСТ 10846-91; «число падения» – на приборе ПЧП-3; амилолитическую активность зерна определяли на амилографе Брабендера; пробные лабораторные выпечки – с использованием беззарного метода лабораторной выпечки ржаного хлеба по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. В лабораторных условиях по выборке из 45 растений, взятых в трех повторениях, определяли массу 1000 зерен по ГОСТ 10842-76, натуру – по ГОСТ 54895-2012. Содержание пентозанов в зерне определяли орцинол-хлоридным методом в модификации HashimotoS. (Hashimoto, Shogren, Pomeranz, 1987).

Результаты и их обсуждение. Анализ метеорологических условий 2015–2017 гг. показал, что в 2015 г. к началу вегетации посевы были в хорошем состоянии. Большое количество осадков в апреле – мае (на 16,0–19,4 мм больше среднемноголетних величин) способствовали хорошему развитию растений. Однако недостаток влаги в фазу «цветение – полная спелость» в сочетании с повышенным температурным режимом (ГТК = 0,49) в значительной степени повлиял на крупность зерна (21,5–28,0 г). В 2016 г. обилие осадков в апреле и большие запасы продуктивной влаги в почве (140 мм), а также повышенный температурный режим способствовали интенсивному росту растений. Весенне-летний период вегетации характеризовался повышенным температурным режимом (температура воздуха была на 0,5–3,4 °С выше средних значений) и дефицитом осадков в мае – июле (23,2–41,0 мм). В 2017 г. обилие осадков в мае (57,0 мм) и июне (98,6 мм), а также температурный режим (на уровне средних многолетних значений) способствовали интенсивному росту и развитию растений озимой ржи.

Анализируя параметры адаптивности сортов по урожайности зерна за три года (2015–2017 гг.), установили, что реакция на изменение погодных условий у сортообразцов была различна. Так, сорт Безенчукская 87 имел коэффициент регрессии, близкий к 1 и равный 0,92 (табл. 1). Этот сорт характеризуется высокой экологической пластичностью, урожайность зерна у него на хорошем агрофоне высокая, на низком – незначительно снижается. Сорта Антарес и Безенчукская 110 имели коэффициент регрессии ниже 1 (0,86–0,88), это говорит о том, что они слабо реагируют на изменение факторов среды и по сравнению с другими сортами менее подвержены засушливым условиям Среднего Поволжья. У сорта Роксана коэффициент регрессии был значительно выше 1 ($b_i = 1,49$), то есть в благоприятные по климатическим условиям годы он формирует высокую урожайность зерна, резко ее снижая при ухудшении условий среды, что свидетельствует о том, что сорт с доминантным контролем высоты растений в наибольшей степени может проявить себя в лесостепной зоне Самарской области, меньше подверженной засухе.

1. Параметры адаптивности сортообразцов озимой ржи по урожайности зерна в конкурсном сортоиспытании (2015–2017 гг.)

1. Parameters of adaptability of winter rye variety samples according to grain productivity in competitive variety testings (2015–2017)

Сорт, популяция	x_i , ц/га	b_i	Ном	CV, %
Безенчукская 87	50,3	0,92	33,3	11,6
Антарес	51,6	0,86	25,9	12,7
Роксана	48,9	1,49	11,7	18,8
Безенчукская 110	52,4	0,88	32,6	11,2
HCP _{0,05}	2,0			

Урожайность зерна за годы исследований колебалась от 38,8 до 62,4 ц/га. В среднем за три года достоверно превысил стандарт (50,3 ц/га) по урожаю зерна на 2,1 ц/га сорт Безенчукская 110. Наибольшую массу 1000 зерен (30,8 г) сформировал сорт Безенчукская 87. По числу зерен в колосе (44,6–47,5 г) выделились сорта Роксана и Безенчукская 110. За счет сочетания высоких показателей массы 1000 зерен и числа зерен в колосе у сортов Безенчукская 87 и Безенчукская 110 отмечен самый высокий показатель массы зерна с колоса (1,60–1,61 г). По продуктивной кустистости выделился сорт Антарес (517 ст./м²).

В ходе проведенного корреляционного анализа установлено, что на урожайность зерна влияют три основных признака: масса 1000 зерен ($r = 0,65–0,63^*$), масса зерна с колоса ($r = 0,40–0,74^*$) и количество продуктивных стеблей на 1 м² ($r = 0,54–0,68^*$).

Для объективной оценки качества зерна необходимо проанализировать комплекс показателей: биохимических, технологических, хлебопекарных. Технологические и хлебопекарные качества зерна озимой ржи сильно зависят от генотипа сорта и условий года. Результаты исследований показывают, что такие показатели качества, как число падения и вязкость водно-мучной суспензии, тесно связанные со стабильностью углеводно-амилазного комплекса, сильно варьируют под влиянием фенотипических факторов $C_{vf} = 31,2$ и 29,8% (табл. 2). Содержание белка, водорастворимых пентозанов, объем хлеба и качество мякиша под влиянием генотипических и средовых факторов характеризуются слабой изменчивостью $C_{vf} = 4,7–8,9\%$. Сорта с высоковариабильными показателями качества являются менее экологически стабильными и пластичными к изменяющимся условиям

произрастания. В селекционной работе с озимой рожью для более объективного отбора на качество зерна к основным параметрам – высоте амилограммы, числу падения, которые сильно зависят от погодных условий и не коррелируют с содержанием амилозы, амилопектина и активностью α -амилазы ($r = -0,11 \dots 0,40$) (Бебякин и др., 2006), необходимо добавить новые оценочные параметры.

Основная роль в улучшении хлебопекарных свойств озимой ржи принадлежит хорошо растворимым и набухающим в воде компонентам: крахмалу, белкам и пентозанам. Качество крахмала и амилолитическая активность зерна оказывают большое влияние на состояние углеводно-амилазного комплекса. Ферменты активно действуют на мелкие и поврежденные зерна крахмала, а большое количество крупных и плотных зерен создает условия для низкой ферментативной активности (Беркутова, 1991). За годы исследований (2015–2017 гг.) изучаемые сорта озимой ржи показали высокий уровень устойчивости зерна к прорастанию (число падения – 128–368 с) и амилографической вязкости крахмальных зерен (400–1000 ед. а.), что свидетельствует о низкой активности α -амилазы. Наибольшие значения по данным параметрам сформировали сорта озимой ржи Антарес и Безенчукская 110. Такая закономерность по сортам наблюдается во все исследуемые годы. Выявлена тесная корреляционная связь признака «число падения» с вязкостью водно-мучной суспензии по амилографу ($r = 0,97^{**}$). Несколько слабее

данний показатель сопряжен с хлебопекарной оценкой: объем хлеба ($r = 0,60^*$) и качество мякиша ($r = 0,70^*$).

Большие запасы продуктивной влаги в почве и повышенный температурный режим в весенне-летний период в 2016 г. способствовали формированию зерна озимой ржи с крепким крахмалом и высокими биохимическими показателями: «число падения» (270–368 с), определяемое по методу Хагберга – Пертена, и максимальная вязкость водно-мучной суспензии по амилографу (780–1000 ед. а.). Проведение лабораторной выпечки хлеба подтвердило полученные результаты – мякиш хлеба очень сухой и растрескивающийся, а также выявлена положительная корреляционная зависимость данного признака с высотой амилограммы ($r = 0,62^*$). Ржаную муку с такими биохимическими показателями необходимо использовать как улучшитель в смеси с мукою низкого качества. Сорта озимой ржи Безенчукская 87 и Роксана в 2015 и 2016 гг. показали лучшую хлебопекарную оценку: максимальный объем хлеба – 515–575 см³, внешний вид хлеба, пористость, эластичность имели более высокую оценку по сравнению с другими сортами. Цвет мякиша ржаного хлеба в отдельные годы был чуть темнее стандарта вследствие ферментативной активности полифенолоксидазы, инициирующей окисление тирозина. Результаты корреляционного анализа показали положительную связь между объемным выходом хлеба и качеством мякиша ($r = 0,64^*$), что подтверждает пробная лабораторная выпечка.

2. Биохимические и технологические показатели качества зерна сортов озимой ржи (2015–2017 гг.) 2. Biochemical and technological indicators of the quality of winter rye grain (2015–2017)

Сорт	Содержание белка, %	Число падения, с	Высота амилограмм, ед. а.	Содержание водорасторв. пентозанов, %	Натура, г/л	V хлеба, см ³	Качество мякиша, балл
2015 г.							
Безенчукская 87	12,2	128	400	2,43	696	485	3,9
Антарес	11,6	207	550	2,34	694	425	3,9
Роксана	12,0	166	440	2,62	663	435	4,1
Безенчукская 110	12,2	152	450	2,48	695	420	3,9
2016 г.							
Безенчукская 87	11,2	270	780	2,46	756	515	4,4
Антарес	10,0	368	980	2,55	734	505	4,2
Роксана	10,3	331	820	2,74	705	575	4,4
Безенчукская 110	11,5	322	1000	2,60	729	470	4,1
2017 г.							
Безенчукская 87	10,5	241	660	2,51	742	495	4,1
Антарес	9,9	234	680	2,48	737	505	3,9
Роксана	10,3	200	580	2,90	724	490	3,9
Безенчукская 110	11,0	282	780	2,65	730	485	4,2
Коэф. вариации, С _{vt}	7,7	31,2	29,8	5,9	3,7	8,9	4,7

Белки являются наиболее важной составляющей зерна, хотя большую его часть занимают углеводы. Ржаные белки в основном растворимы в солевых и водных растворах и клейковины не образуют, но они более ценные по аминокислотному составу и богаче дефицитным лизином (Бушук, Кэмбелл, Древс, 1980) по сравнению с белками пшеницы. Свойство ржаных белков набухать в водном растворе и образовывать очень вязкие коллоидные образования при выпечке хлебных изделий служит каркасом для пористой структуры. Поэтому важным фактором является высокое содержание белка в сортах озимой ржи хлебопекарного назначения. За годы исследований максимальное количество белка в зерне (12,2%) сформировали сорта озимой ржи Безенчукская 87 и Безенчукская 110

в 2015 г.; минимальное (9,9%) – сорт Антарес в 2017 г. (табл. 2). Повышение урожайности в 2017 г. при благоприятных погодных условиях (достаточная обеспеченность растений влагой, невысокая температура) и без улучшения азотного питания отрицательно повлияло на накопление белка и явилось причиной снижения его ниже уровня средних значений за годы исследований. Установлена отрицательная корреляционная зависимость содержания белка в зерне с числом падения ($r = -0,64^*$), а также с объемным выходом хлеба ($r = -0,69^*$).

Особое положение занимают водорасторимые пентозаны, которые увеличивают вязкость за счет взаимодействия с белками во время образования теста. Исследования последних лет показывают по-

ложительное влияние растворимых некрахмальных полисахаридов на хлебопекарные достоинства ржи, а именно на структуру и физические и реологические свойства теста (Henry, 1985; Rakowska, 1996). Рядом авторов отмечено (Гончаренко, 2016; Исмагилов, 2012), что с уменьшением размера зерна повышаются масса водорастворимых пентозанов, вязкость водного экстракта и появляется возможность ведения селекционной работы для получения сортов целевого назначения. Проведенные нами исследования показали незначительные колебания содержания в зерне водорастворимых пентозанов в зависимости как от условий года, так и от генотипа сорта (2,34–2,90%). Наибольшие показатели данного параметра наблюдались у сортов озимой ржи Роксана (2,9%) и Безенчукская 110 (2,65%) в 2017 г. Такая закономерность по сортам наблюдалась во все годы исследований. Наименьшее значение водорастворимых пентозанов зафиксировано в 2015 г. у сорта озимой ржи Антарес. При оценке коэффициентов вариации было установлено, что содержание некрахмальных полисахаридов под влиянием фенотипических факторов характеризуется слабой изменчивостью $C_{vf} = 5,9\%$.

Как ранее было уже отмечено, ряд авторов указывает на тесную обратную связь массы 1000 зерен и водорастворимых пентозанов. Анализ наших данных указывает на незначительную связь между данными признаками за годы исследований, однако в условиях 2016 г. наблюдалась тесная корреляцион-

ная связь между массой зерна и содержанием водорастворимых пентозанов ($r = -0,99^*$). В 2015 и 2017 гг. связь отсутствовала. Таким образом, в нашем случае, учитывая коэффициенты корреляции, содержание водорастворимых пентозанов можно объяснить не только зависимостью от массы 1000 зерен, но и влиянием других факторов. Изучаемый признак при проведении корреляционного анализа не был достоверной связью ни с одним показателем качества, отвечающим за хлебопекарные достоинства озимой ржи.

Выводы. По результатам конкурсного испытания озимой ржи выделены сорта, различающиеся по урожайности, элементам продуктивности и качеству зерна, имеющие различную норму реакции на изменяющиеся условия среды. За годы исследований сорт озимой ржи Безенчукская 110 по реакции на условия среды отличался стабильностью и пластичностью (коэффициент регрессии – 0,88) и по урожайности зерна достоверно превысил стандарт (50,3 ц/га) на 2,1 ц/га. Лучшую хлебопекарную оценку в 2015–2016 гг. показали сорта Безенчукская 87 и Роксана – максимальный объем хлеба 515–575 см³. В 2016 г. более высокие биохимические показатели (число падения – 282 с; высота амилограммы – 780 ед. а.) и хлебопекарное качество (общая хлебопекарная оценка – 4,2 балла) продемонстрировал сорт Безенчукская 110. В условиях Среднего Поволжья необходимо вести селекцию сортов озимой ржи продовольственного назначения, используя оценки технологических и хлебопекарных свойств.

Библиографические ссылки

1. Hashimoto S., Shogren M. D., Pomeranz Y. Cereal pentosans Their ensimatin and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products. *Cereal Chem.* 1987. Vol. 64. P. 30.
2. Henry R. J. A comparison of the non-starch carbohydrates in cereal grains // *J. Sci. Food and Agric.* 1985. Vol. 36, no. 12. Pp. 1243–1253.
3. Rakowska M. The nutritive quality of rye // *Vortr. Pflanzenzucht.* 1996. Vol. 35. Pp. 85–95.
4. Бебякин В. М., Кулеватова Т. Б., Великанова Н. М. Оценка пластичности и стабильности сортов озимой ржи по показателям углеводно-амилазного комплекса зерна // Сельскохозяйственная биология. 2006. № 3. С. 43–47.
5. Беркутова Н. С. Методы оценки и формирования зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
6. Бушук В., Кэмпбелл У. П., Древс Э. М. Рожь: производство, химия, технология. М., 1980. 247 с.
7. Гончаренко А. А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. М., 2014. 369 с.
8. Гончаренко А. А. Новые направления в селекции озимой ржи на целевое использование // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 2(18). С. 25–31.
9. Гончаренко А. А., Исмагилов Р. Р., Беркутова Н. С., Ванюшина Т. Н., Аюпов Д. С. Оценка хлебопекарных качеств зерна озимой ржи по вязкости водного экстракта // Доклады РАСХН. 2005. № 1. С. 6–9.
10. Исмагилов Р. Р. Изменчивость содержания водорастворимых пентозанов в зерне озимой ржи // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 35–36.

References

1. Hashimoto S., Shogren M. D., Pomeranz Y. Cereal pentosans Their ensimatin and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products. *Cereal Chem.* 1987. Vol. 64. P. 30.
2. Henry R. J. A comparison of the non-starch carbohydrates in cereal grains // *J. Sci. Food and Agric.* 1985. Vol. 36, no. 12. Pp. 1243–1253.
3. Rakowska M. The nutritive quality of rye // *Vortr. Pflanzenzucht.* 1996. Vol. 35. Pp. 85–95.
4. Bebyakin V. M., Kulevatova T. B., Velikanova N. M. Ocena plastichnosti i stabilnosti sortov ozimoj rzhii po pokazatelyam uglevodno-amilaznogo kompleksa zerna [Evaluation of plasticity and stability of winter rye varieties in terms of the carbohydrate-amylase complex of grain] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2006. № 3. S. 43–47.
5. Berkutova N. S. Metody ocenki i formirovaniya zerna [Methods for assessing and forming grain]. M.: Rosagropromizdat, 1991. 206 s.
6. Bushuk V., Kehmpbell U. P., Dreves Eh. M. Rozh': proizvodstvo, himiya, tekhnologiya [Rye: production, chemistry, technology]. M., 1980. 247 s.
7. Goncharenko A. A. Aktual'nye voprosy selekcii ozimoj rzhii [Current issues of winter rye breeding]. M., 2014. 369 s.
8. Goncharenko A. A. Novye napravleniya v selekcii ozimoj rzhii na celevoe ispol'zovanie [New directions in the winter rye breeding for the intended use] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2016. № 2(18). S. 25–31.
9. Goncharenko A. A., Ismagilov R. R., Berkutova N. S., Vanyushina T. N., Ayupov D. S. Ocena hleboperekarnykh kachestv zerna ozimoj rzhii po vyazkosti vodnogo ekstrakta [Estimation of the baking qualities of winter rye grain by the viscosity of water extract] // Doklady RASKHN. 2005. № 1. S. 6–9.
10. Ismagilov R. R. Izmenchivost' soderzhanija vodorastvorimykh pentozanov v zerne ozimoj rzhii [Variability of the content of water-soluble pentosans in winter rye grain] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. № 6. S. 35–36.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ МОДЕЛЬНОГО СОРТА МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА ДЛЯ УСЛОВИЙ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

О. В. Скрипка, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

На основе результатов изучения коллекционного материала, представленного образцами различного эколого-географического происхождения, определены средний уровень и размах изменчивости основных элементов структуры урожая. Средняя урожайность в опыте составила 622,5 г/м². Максимальная вариабельность отмечена по признаку «продуктивный стеблестой». Изменчивость длины колоса, числа зерен в колосе и массы зерна с колоса оказалась средней. Слабая вариабельность в среднем за годы исследований отмечена по массе 1000 зерен ($V = 8,6\%$) и числу колосков в колосе ($V = 7,5\%$), что свидетельствует о высокой стабильности этих признаков. С использованием регрессионного анализа уточнены оптимальные параметры элементов продуктивности модельного сорта мягкой озимой пшеницы интенсивного типа для условий юга России. Для формирования урожайности 7,0–8,0 т/га густота продуктивного стеблестоя должна составлять 500–580 шт./м²; масса зерна с одного колоса – 1,7–1,9 г; масса 1000 зерен – 44–47 г; число колосков в колосе – 18–20 шт.; число зерен в колосе – 37–41 шт.; длина колоса – 8,5–9,5 см; высота растений – 85–95 см. По ряду признаков, таких как густота продуктивного стеблестоя, высота растений, число колосков в колосе, уточненные показатели в процессе селекции практически достигнуты. Установлено, что селекционная работа, направленная на увеличение урожайности создаваемых сортов интенсивного типа, должна быть направлена на повышение массы зерна с одного колоса путем увеличения числа зерен в колосе и его крупности, а также увеличения длины колоса с сохранением его плотности.

Ключевые слова: озимая пшеница, коллекция, модель, параметры, признак, продуктивность, структура урожая, изменчивость.



OPTIMAL PARAMETERS OF PRODUCTIVITY ELEMENTS OF THE MODEL VARIETY OF WINTER WHEAT OF INTENSIVE TYPE FOR THE SOUTHERN TERRITORIES OF THE ROSTOV REGION

A. P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of intensive type, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;
S. V. Podgorny, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of intensive type, podgorny128@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327;
O. V. Skripka, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312
FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

According to the study of the collection material represented by the samples of various ecological and geographical origin, there has been determined the average level and range of variability of the main elements of yield structure. The average yield in the trial was 622.5 g/m². The maximum variability has been identified in the trait “productive stand”. The variability of the traits “length of an ear”, “number of kernels per ear” and “kernels’ weight per ear” was average. Over the years of research, the average variability of the traits “1000-kernels weight” ($V = 8.6\%$) and “number of spikelets per ear” ($V = 7.5\%$) was weak that indicates the high stability of these characteristics. Due to the regressive analysis the optimal parameters of productive element of the model variety of winter wheat of intensive type has been specified for the southern conditions of Russia. To produce 7.0–8.0 t/ha, “density of productive stand” should be 500–580 pc/m², “kernels’ weight per ear” should be 1.7–1.9 g, “1000-kernels weight” should be 44–47 g, “number of spikelets per ear” should be 18–20 pc., “number of kernels per ear” should be 37–41 pc., “length of an ear” should be 8.5–9.5 cm, “plant height” should be 85–95 cm. The specified indexes of such traits as “density of productive stand”, “plant height”, “number of spikelets per ear” have been practically achieved. It has been determined that the breeding work to improve productivity of the varieties of intensive type should be directed on the rise of kernels’ weight per ear by the increase of number and size of kernels per ear as well as by the increase of length of an ear and its density.

Keywords: winter wheat, collection, model, parameters, trait, productivity, yield structure, variability.

Введение. Необходимость создания новых сортов, максимально приспособленных к конкретным условиям возделывания в каждой сельскохозяйственной зоне, обусловлена большим разнообразием почвенных и климатических условий Российской Федерации. Это определяет необходимость разработки и уточнения своих оптимальных моделей новых генотипов, особенно в условиях меняющегося климата, и, в соот-

ветствии с этим, необходимость разрабатывать новые или корректировать старые селекционные программы.

Вопрос разработки модели сорта стал актуальным уже давно, многие ученые в своих работах говорили о важности наличия такого ориентира в селекционной работе: Н. И. Вавилов, П. П. Лукьяненко, И. Г. Калиненко, Л. А. Беспалова, Н. А. Егорцев, В. И. Ковтун, А. И. Гравовец и др. Для каждой отдельной экологической (поч-

венно-климатической) зоны необходима разработка своих параметров модели сорта. По мнению В. А. Кумакова (1985) создание идеального сорта – несбыточная мечта. Однако каждый селекционер должен иметь для себя разработанный идиотип (модель) будущего сорта для определенных условий возделывания.

Совершенствование моделей сортов не потеряло своей значимости и в настоящее время. В 2000-е гг. для Ростовской области в разных почвенно-климатических и агрономических условиях проводились исследования по разработке и уточнению оптимальных значений признаков модельных сортов.

С использованием кластерного анализа на основании изучения гибридных популяций F_2 О. А. Некрасовой для предшественника черный пар были подобраны величины для отдельных количественных параметров модели сорта в Ростовской области. По ее мнению, при создании высокурожайных сортов нужно отбирать колосья длиной 10–11 см с числом зерен 50–55 шт. и массой зерна 2,0–2,5 г, масса 1000 зерен должна составлять 40–45 г, а высота растений находиться в интервале от 90 до 105 см (Некрасова, 2017).

Проведены исследования, позволившие скорректировать признаки модельного сорта для непаровых предшественников в условиях юга Ростовской области, значения которых составили: урожайность – 7,0–7,5 т/га; число зерен в колосе – 36–38 шт.; масса 1000 зерен – 38–39 г; число колосков в колосе – 18,0–18,5 шт.; масса зерна с колоса – 1,5–1,6 г; длина колоса – 9,0–9,5 см; высота растений – 80–90 см (Марченко и др., 2010).

С учетом нарастание засушливости климатических условий в степной зоне Ростовской области, уточнены параметры модельных сортотипов озимой мягкой пшеницы для разных уровней плодородия почвы – интенсивного и полуинтенсивного типа. В результате проведенных исследований было оценено значение признаков в формировании урожайности. Отмечено, что масса зерна с растения, масса зерна с колоса и его озерненность в большей степени влияли на уровень урожайности, чем масса 1000 зерен (Фоменко, 2012).

Противоречивые результаты, полученные различными исследователями, можно объяснить разными условиями проведения экспериментов, особенностями генотипов и агроценозов, усиливающимися в последние годы изменениями климатических условий. Поэтому с целью уточнения оптимальных значений отдельных элементов продуктивности в условиях юга Ростовской области, используя экспериментальные данные изучения коллекционного материала, был проведен регрессионный анализ основных элементов структуры урожая, позволивший скорректировать модельные значения признаков продуктивности для интенсивных сортов.

1. Изменчивость основных элементов структуры урожая озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области (2010–2012 гг.)

1. Variability of the main elements of the yield structure of winter soft wheat in the southern zone of the Rostov region (2010–2012)

Признак	Среднее значение (X_{cp})	Пределы варьирования (min – max)	Коэффициент вариации (V), %
Урожайность, г/м ²	622,5	314–793	15,1
Продуктивный стеблестой, шт./м ²	416	181–657	16,5
Высота растений, см	82,5	65,8–120,5	10,6
Длина колоса, см	9,2	7,1–12,6	10,4
Масса зерна с колоса, г	1,77	1,18–2,39	11,5
Число зерен в колосе, шт.	42,7	33,0–56,7	11,5
Число колосков в колосе, шт.	19,2	15,3–23,8	7,5
Масса 1000 зерен, г	42,0	30,1–52,2	8,6

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2010–2012 гг. в лаборатории селекции озимой пшеницы интенсивного типа ФГБНУ «АНЦ «Донской». Объектом исследований послужил коллекционный материал мягкой озимой пшеницы различного экологического происхождения: из России, Украины, Турции, США, Китая, Франции, Венгрии и других стран. Количество образцов составило 259 шт. Посев проводили в оптимальные сроки сеялкой ССФК-7 на глубину 5–6 см. Предшественник – черный пар. Норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м². Повторность – двукратная; учетная площадь делянок – 2,5 м²; размещение делянок – систематическое.

Погодные условия в годы проведения исследований были различны, что позволило более точно и разносторонне оценить коллекционный материал. Максимальное значение средней по опыту урожайности отмечено в 2011 с.-х. г. (713 г/м²), минимальное – в 2012 г. (526 г/м²).

Фенологические наблюдения, полевые учеты проводили согласно Методике государственного испытания (1989) и методике полевого опыта (Доспехов, 2011). Для проведения структурного анализа в каждой повторности брали по два спона с площадки 0,16 м². Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием компьютерных программ Excel и Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. Элементы структуры урожая находятся в большой зависимости от условий выращивания и метеорологических факторов, поэтому для селекции необходимо выявление более стабильных признаков, в меньшей степени подверженных влиянию внешней среды (Иличкина и др., 2005).

В результате фенотипической оценки структурных признаков определены средний уровень и амплитуда их изменчивости. Размах варьирования урожайности составил 314–793 г/м² при среднем за годы изучения значении 622,5 г/м² (табл. 1). Анализируя коэффициенты вариации основных количественных признаков, можно отметить, что наиболее сильно варьирует как по годам ($V = 20,1$ –26,7%), так и в среднем ($V = 16,5\%$) количество продуктивных стеблей на единице площади. Изменчивость длины колоса, числа зерен в колосе, массы зерна с колоса оказалась средней. Слабая вариабельность в среднем за годы исследований отмечена по массе 1000 зерен ($V = 8,6\%$) и числу колосков в колосе ($V = 7,5\%$), что свидетельствует о высокой стабильности этих признаков. Следовательно, на эти признаки большое влияние оказывает генотип сорта и в меньшей степени условия выращивания, что следует учитывать при проведении отборов и браковок в селекционной работе.

Используя результаты структурного анализа урожайности коллекционного материала, поступившего из ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н. И. Вавилова», СИММЫТ, образцов и сортов селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», а также созданных в других научных учреждениях РФ и стран ближнего и дальнего зарубежья, были уточнены оптимальные значения признаков продуктивности сорта озимой мягкой пшеницы интенсивного типа. Использование обширного экспериментального материала помогает более точно выявить оптимальные значения модельных параметров за счет изучения большего разнообразия их значений, большего размаха варьирования признаков у коллекционных образцов, имеющих различное эколого-географическое происхождение.

С помощью регрессионного анализа всего массива экспериментальных данных ($n = 259$) определены оптимальные значения основных элементов продуктивности в условиях юга Ростовской области: продуктивного стеблестоя, массы зерна с колоса, числа зерен с колоса, массы 1000 зерен, числа колосков в колосе, а также высоты растений и длины колоса

при максимально заданной (полученной в опыте) урожайности. Для получения урожайности на уровне 7,0–8,0 т/га густота продуктивного стеблестоя должна составлять 500–580 шт./м²; масса зерна с одного колоса – 1,7–1,9 г; масса 1000 зерен – 44–47 г; число колосков в колосе – 18–20 шт.; число зерен в колосе – 37–41 шт.; длина колоса – 8,5–9,5 см; высота растений – от 85 до 95 см (рис. 1). Уточненные параметры модели сорта применимы в практической селекционной работе при оценке исходного материала, подборе родительских пар для гибридизации и проведении браковок и отборов.

С целью сравнения и анализа в таблице 2 представлены параметры моделей сортов, разработанные для условий юга Ростовской области в предыдущие годы, а также значения этих признаков у сортов Ростовчанка 7 и Аксинья, созданных в лаборатории селекции озимой пшеницы интенсивного типа ФГБНУ «АНЦ «Донской» в последние годы. Эти сорта успешно прошли испытание, внесены в Государственный реестр РФ и допущены к использованию в производстве.

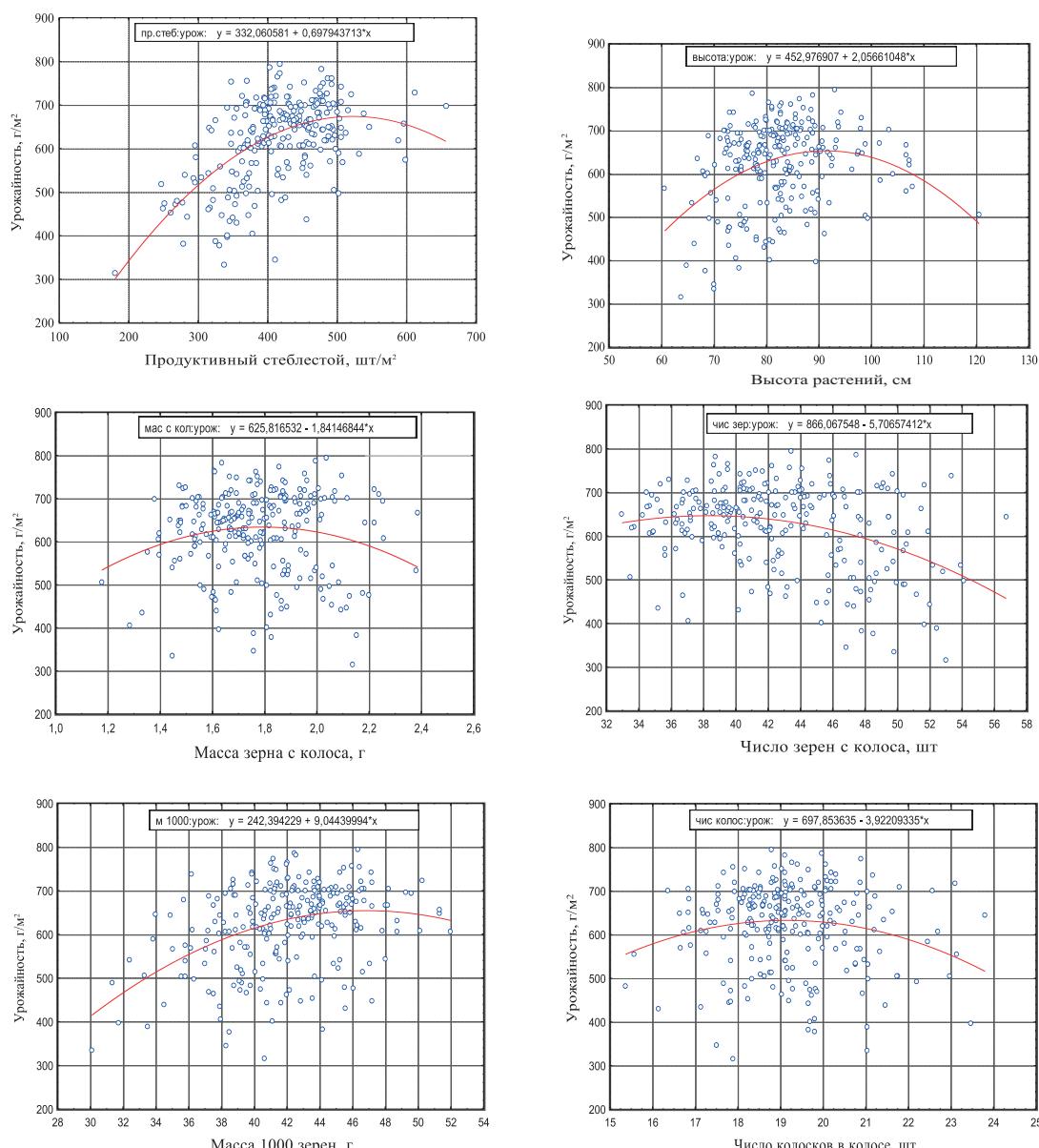


Рис. Зависимость урожайности от основных элементов структуры урожая (2010–2012 гг.)

Fig. Dependence of productivity on the main elements of the yield structure (2010–2012)

2. Модельные значения признаков основных элементов структуры урожая сорта интенсивного типа
2. Model values of the traits of the main elements of the yield structure produced by the variety of intensive type

Признак	Единица измерения	Состояние признака				сорт*	
		уточненные параметры	И. Г. Калиненко, 1995 г.	В. И. Ковтун, 2006 г.		Ростовчанка 7	Аксинья
Урожайность	т/га	7,0–8,0	7,5–8,0	7,5–8,0		6,9	7,3
Продуктивный стеблестой	шт./м ²	500–520	–	–		542	568
Высота растений	см	85–95	90–92	80–90		90	81
Масса зерна с колоса	г	1,7–1,8	0,9–1,0	1,3–1,4		1,3	1,4
Число зерен с колоса	шт.	37–40	25–28	35–38		33	31
Масса 1000 зерен	г	44–47	40–42	43–46		40	43
Длина колоса	см	8,5–9,5	8,0	8,6–9,5		8,1	7,9
Число колосков в колосе	шт.	18–20	17–18	19–20		20	18

* Конкурсное сортоиспытание (2010–2012 гг.).

Анализ таблицы показал, что значения признаков продуктивности у новых сортов превышают значения параметров модели, предложенной академиком И. Г. Калиненко в 1995 г. (Калиненко, 1995), и по ряду признаков соответствуют расчетным показателям. Сравнение модели В. И. Ковтуна (Ковтун и др., 2006), новых сортов и уточненных оптимальных параметров показывает, что по некоторым признакам, таким как число колосков в колосе, высота растений и продуктивный колосостой, расчетные показатели в процессе селекционной работы практически достигнуты. Дальнейшая селекционная работа, направленная на увеличение урожайности создаваемых сортов интенсивного типа, должна быть направлена на повышение массы зерна с одного колоса путем увеличения массы 1000 зерен и числа зерен в колосе. Также прослеживается необходимость увеличения длины колоса с сохранением его плотности. Эта работа должна вестись с использованием в гибридизации новых генетических источников с максимальным проявлением нуж-

ных признаков, что поможет более эффективно улучшить наиболее слабые элементы в структуре урожая.

Выводы. В результате регрессионного анализа большого массива ($n = 259$) экспериментальных данных уточнены оптимальные параметры элементов продуктивности модельного сорта мягкой озимой пшеницы интенсивного типа для почвенно-климатических условий юга России. Чтобы обеспечить урожайность 7,0–8,0 т/га густота продуктивного стеблестоя должна составлять 500–580 шт./м²; масса зерна с одного колоса – 1,7–1,9 г; масса 1000 зерен – 44–47 г; число колосков в колосе – 18–20 шт.; число зерен в колосе – 37–41 шт.; длина колоса – 8,5–9,5 см; высота растений – 85–95 см. Установлено, что дальнейшая селекционная работа, направленная на увеличение урожайности создаваемых сортов интенсивного типа, должна быть направлена на повышение массы зерна с одного колоса путем увеличения числа зерен в колосе и его крупности, а также увеличения длины колоса с сохранением его плотности.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., стереотип. М.: Альянс, 2011. 352 с.
2. Иличкина Н. П., Самофалова Н. Е. Урожайность и элементы ее структуры у современных сортов твердой и тургидной озимой пшеницы // Достижения, направления развития сельскохозяйственной науки России (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов н/Д., 2005. Т. 3. С. 28–34.
3. Калиненко И. Г. Селекция озимой пшеницы. М.: ИК «Родник», 1995. 220 с.
4. Ковтун В. И., Самофалова Н. Е. Селекция озимой пшеницы на юге России. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2006. 480 с.
5. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М.: Колос, 1985. 270 с.
6. Марченко Д. М., Костылев П. И. Изучение взаимосвязи морфобиологических признаков мягкой озимой пшеницы с зерновой продуктивностью // Вестник аграрной науки Дона. 2010. № 1. С. 76–79.
7. Некрасова О. А., Костылев П. И., Некрасов Е. И. Модель сорта в селекции озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 29–32.
8. Фоменко М. А., Грабовец А. И. Усиление аридности климата на Дону в динамике параметров модели сортов озимой мягкой пшеницы // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее: мат. Междунар. науч.-практ. конференции. Жодино, 2012. Т. 2. С. 210–215.

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results)]. 6-e izd., stereotip. M.: Al'yans, 2011. 352 s.
2. Illichkina N. P., Samofalova N. E. Urozhajnost' i ehlementy eyo struktury u sovremenennyh sortov tverdogo i turgidnoj ozimoj pshenicy [Productivity and elements of its structure of the modern varieties of durum and turgid winter wheat] // Dostizheniya, napravleniya razvitiya sel'skohozjajstvennoj nauki Rossii (selekcija, semenovodstvo, tekhnologija, ehkonomika). T. 3. Rostov n/D., 2005. S. 28–34.
3. Kalinenko I. G. Selekcija ozimoj pshenicy [Winter wheat breeding]. M.: IK "Rodnik", 1995. 220 s.
4. Kovtun V. I., Samofalova N. E. Selekcija ozimoj pshenicy na yuge Rossii [Winter wheat breeding in the south of Russia]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2006. 480 s.
5. Kumakov V. A. Fiziologicheskoe obosnovanie modelej sortov pshenicy [Physiological substantiation of the models of wheat varieties]. M.: Kolos, 1985. 270 s.
6. Marchenko D. M., Kostylev P. I. Izuchenie vzaimosvyazi morfobiologicheskikh priznakov myagkoj ozimoj pshenicy s zernovoj produktivnost'yu [The study of the interrelation of morphobiological traits of winter soft wheat with grain productivity] // Vestnik agrarnoj nauki Doma. 2010. № 1. S. 76–79.
7. Nekrasova O. A., Kostylev P. I., Nekrasov E. I. Model' sorta v selekcii ozimoj pshenicy [Model of variety in winter wheat breeding] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 29–32.

8. Fomenko M. A., Grabovec A. I. Usilenie aridnosti klimata na Donu v dinamike parametrov modeli sortov ozimoj myagkoj pshenicy [Climate aridity increase on the Don according to the dynamics of parameters of the model of winter wheat varieties] // Zemledelie, rastenievodstvo, selekcija: nastoyashchee i budushchee: mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Zhodino, 2012. T. 2. S. 210–215.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.11:632.938.1:(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-68-72

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К КОМПЛЕКСУ НАИБОЛЕЕ ВРЕДОНОСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ДОНА

Т. Г. Дерова, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

Н. В. Шишкин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

О. С. Павленко, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460

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

В полевых условиях на инфекционных фонах на устойчивость к шести болезням (буровой и желтой ржавчине, септориозу, мучнистой росе, пыльной и твердой головне) ежегодно оценивается более 1 тыс. сортов и образцов коллекционного и селекционного материала озимой пшеницы. Среди коллекционного материала (КМ) выявлены устойчивые образцы к изученным болезням, а также образцы с комплексной устойчивостью к 3–6 патогенам (Maris Kinsman, Tucan, Liwilla, KS93V76, PL 178383 и др.). Сорта межстанционного сортоиспытания (МС) из России, Украины, Германии, Франции не поражаются комплексом болезней при искусственном заражении (Этана, Курс, Ротакс, Солоха, Шестопаловка и др.). Среди современных сортов и коллекционных образцов выявлен небольшой процент устойчивых к следующим болезням: мучнистой росе, септориозу и твердой головне. Сорта озимой мягкой пшеницы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской», как широко возделываемые в производстве, так и переданные для изучения в ГСИ в последние годы, характеризуются высокой устойчивостью к 2–4 изученным болезням. Это сорта, которые рекомендуются для выращивания в производстве по паровым предшественникам (Танаис, Ростовчанка 7, Аксинья, Нахodka) и по непаровым предшественникам (Краса Дона, Ермак, Донской сюрприз, Дон 107, Изюминка, Аскет, Лидия). Выделенные устойчивые сорта рекомендуются для широкого возделывания в производстве, а источники устойчивости к комплексу основных наиболее вредоносных болезней на Нижнем Дону могут быть привлечены в селекционные программы на иммунитет.

Ключевые слова: пшеница, болезни, ржавчина, головня, септориоз, устойчивость, инфекционный фон, комплекс болезней.



TOLERANCE OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETIES AND COLLECTION SAMPLES TO A COMPLEX OF THE MOST HARMFUL DISEASES IN THE CONDITIONS OF NIZHNY DON

T. G. Derova, leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

N. V. Shishkin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

O. S. Pavlenko, agronomist of the laboratory of plant immunity and protection, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460

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

On the fields with infectious backgrounds more than one thousands of varieties and samples of collection and breeding material of winter wheat are annually estimated for resistance to six diseases (brown and yellow rust, leaf blotch, powdery mildew, loose and kernel smut). Among the collection material there have been identified the samples tolerant and resistant to all studied diseases as well as the samples with complex resistance to 3–6 pathogens (e. g. “Maris Kinsman”, “Tucan”, “Liwilla”, “KS93V76”, “PL 178383” and others). Such varieties of the Inter-Station Variety Testing (ISVT) from Russia, Ukraine, Germany, France as “Etana”, “Kurs”, “Rotaks”, “Solokha”, “Shestopalovka” cannot be artificially infected with the diseases. There has been identified a small percentage among the present varieties and collection samples tolerant to such diseases as powdery mildew, leaf blotch and kernel smut. The winter soft wheat varieties developed in the FSBSI “ARC “Donskoy” both widely cultivated in production, and introduced for study in the SVT in recent years, are characterized by a high resistance to 2–4 studied diseases. These are the varieties “Tanais”, “Rostovchanka 7”, “Aksinnya”, “Nakhodka” which are recommended to plant after fallow forecrops and the varieties “Krasa Dona”, “Ermak”, “Donskoy Syurpriz”, “Don 107”, “Izuminka”, “Asket”, “Lidiya” which are recommended to plant after non-fallow forecrops. The identified resistant varieties are recommended for wide cultivation, and the sources of resistance to a complex of the main harmful diseases on the Nizhny Don can be used in the breeding programs on immunity.

Keywords: wheat, diseases, rust, smut, leaf blotch, resistance, infectious background, a complex of diseases.

Введение. В Южном федеральном округе основной продовольственной культурой является озимая пшеница. В настоящее время усилиями селекционеров созданы сорта пшеницы, потенциал продуктивности которых в 1,5–2 раза превышает их фактическую урожайность в производстве (Самофалова и др., 2018). Одним из наиболее важных факторов, способных дестабилизировать валовые сборы зерна, снизить урожайность культуры, являются возбудители болезней, которые в годы, благоприятные для развития эпифитотий, могут полностью уничтожить урожай зерна (Кайдаш и др., 1976).

Современные методы защиты растений все еще далеко не полностью соответствуют требованиям охраны природы от химического загрязнения и, в частности, от загрязнения пестицидами. Эффективный путь ограничения количества и разнообразия используемых пестицидов – выведение и возделывание сортов растений, иммунных к нескольким вредным организмам (Захаренко, 2008).

Для обоснования селекции устойчивых сортов необходимо комплексное изучение сортов озимой пшеницы к наиболее распространенным и вредоносным болезням как в естественных условиях, так и на фонах искусственного инфицирования растений. Устойчивые сорта служат идеальным фактором, сдерживающим эпифитотии и улучшающим экологическую среду в целом.

По данным Койшибаева и Жанарбековой (2014), среди сортов озимой мягкой пшеницы, допущенных к использованию, очень мало сортов, обладающих групповой устойчивостью к основным болезням.

Цель исследований – провести оценку сортов межстанционного сортоиспытания и коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы к ряду доминирующих в зоне патогенов в условиях искусственных инфекционных фонов и рекомендовать лучшие по комплексной устойчивости сорта и образцы для включения в селекционный процесс.

Высокая концентрация посевов зерновых культур и относительно благоприятные погодные условия в Ростовской области приводят к частым и вредоносным вспышкам болезней. В последние годы наблюдается усиление проявления болезней пшеницы, что связано с возделыванием неустойчивых сортов, образованием более агрессивных рас патогенов, изменением климата в сторону потепления, внедрением на полях поверхностной обработки почвы и т. д.

В процессе многолетних наблюдений и изучения вредоносности определены основные виды болезней пшеницы, имеющие наибольшее распространение в Ростовской области и приносящие ощущимые потери (Дерова и др., 2015). На данном этапе они включены в перечень вредных объектов в программы по созданию комплексно устойчивых сортов озимой мягкой пшеницы. К ним отнесены: 2 вида ржавчины – бурая (*Puccinia recondita* Poberge) и желтая (*Puccinia striiformis* Westend); 2 вида головни – пыльная (*Ustilago tritici* (Pers.) Rostr) и твердая (*Tilletia tritici caries* (DC) Tull); мучнистая роса (*Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *Tritici* Marchal); септориоз (*Septoria tritici* Roberge ex Desm и *Septoria nodorum* berk).

Использование инфекционных фонов в фитопатологии позволяет получить достоверные оценки сортов и линий даже в годы депрессии болезней в естественных условиях, что ускоряет процесс в селекции устойчивых сортов за счет своевременной элиминации восприимчивых образцов.

Материалы и методы исследований. Полевые исследования проводили на инфекционном участке лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2015–2017 гг. Сорта и образцы высевали в отдельные питомники болезней 1 – и 2-рядковыми делянками, которые располагали ярусами длиной 15 м. Яруса сортов и питомники изучаемых болезней отделены и изолированы друг от друга восприимчивыми к каждому патогену сортами.

ФГБНУ «АНЦ «Донской» находится и проводит научную деятельность в зоне неустойчивого увлажнения, поэтому ряд методов создания инфекционных фонов болезней пшеницы, разработанных и используемых в других климатических зонах, в наших условиях не имел высокой эффективности.

Ежегодно в условиях искусственного заражения патогенами изучается более 1 тыс. сортов и образцов озимой пшеницы. Питомник межстанционного сортоиспытания и коллекционный материал по мере обновления высеваются в количестве 130–200 сортов и образцов.

Степень поражения мучнистой росой определяли по следующей шкале ВИР (Вавилов, 1986):

0 – поражение отсутствует;

1 – очень слабое поражение (единичные мелкие подушечки на листьях и междуузлиях нижнего яруса);

2 – слабое поражение (умеренное количество подушечек на листьях и междуузлиях нижнего яруса);

3 – среднее поражение (подушечки в массе развиваются на нижних листьях и междуузлиях, доходя до верхних ярусов отдельными рассеянными пятнами);

4 – сильное поражение (подушечки в изобилии развиваются на всех листьях и междуузлиях, в том числе на верхних, поражение может захватить и колос).

Учитывая засушливые условия Ростовской области, в АНЦ «Донской» разработан и применяется метод создания инфекционного фона по видам ржавчины и мучнистой росы (Дерова, 1987). Искусственное заражение пшеницы пыльной головней осуществляли по методике Кривченко (1984), заспорение семян твердой головней проводили по методу Борггард (1961). Заражение спорами и учет поражения сортов септориозом проводили по методике Васецкой и др. (1987).

Учет степени поражения пшеницы видами ржавчины проводили по шкале Peterson et al. (1948), септориозом – по шкале James (1971).

Восприимчивые тест-сорты: к бурой ржавчине – Тарасовская 29; к мучнистой росе – Морозко; желтой ржавчине – Донская лира; септориозу – Континент; к пыльной головне – Иришка, Волгоградская 23; к твердой головне – Безостая 1, Есаул.

Метеорологические условия. Период: осень 2014 г. – лето 2015 г. Погодные условия осени и зимы не способствовали накоплению болезней на всходах пшеницы. В начале марта на посевах наблюдались единичные пятна мучнистой росы и септориоза. В весенний период теплая и дождливая погода в марте, а также равномерные по декадам осадки и температура воздуха выше средней многолетней в апреле благоприятно сказались на развитии слабого запаса инфекции листовых пятнистостей. Обильные и равномерные осадки в мае и июне создавали повышенную влажность воздуха и частые росы, которые при оптимальном температурном режиме способствовали усилению развития листовых болезней как в естественных условиях, так и на делянках инфекционных фонов.

Период: осень 2015 г. – лето 2016 г. Почвенная и воздушная засуха осени 2015 г. и высокие температуры в сентябре, а затем резкое похолодание с 8 октября, но без осадков задержали появление всходов на 25 дней. Растения ушли в зиму неразвитые и с отсутствием запаса инфекции листовых болезней. Зимний период был малоснежный, с частыми оттепелями в январе и феврале. К началу весенней вегетации растения пшеницы находились в фазе начала кущения (1–2 стебля) с единичными пятнами септориоза на нижних листьях. Проявление других пятнистостей не отмечалось. Теплая погода в апреле и обильные осадки в мае были благоприятными для проявления и медленного нарастания болезней на посевах. Кроме септориоза и мучнистой росы, в естественных условиях наблюдалось развитие пиренофороза, достигавшего развития на отдельных сортах и полях до 40%.

Период: осень 2016 г. – лето 2017 г. Высокие температуры и отсутствие осадков в сентябре 2016 г. задерживали высев озимой пшеницы в оптимальные

сроки. Последовавшее похолодание во II и III декадах октября явилось причиной неравномерных всходов и сдерживания дальнейшего развития растений пшеницы. Зимой, в оттепели, растения вегетировали незначительно, на листьях озимой пшеницы в январе не отмечалось осеннего запаса возбудителей болезней, кроме единичных пятен септориоза. Резкое потепление в III декаде февраля и в течение всего марта вызвало раннее возобновление весенней вегетации озимой пшеницы. Теплая и дождливая погода в апреле, мае и июне благоприятно сказалась на развитие слабого запаса осенней и начального проявления весенней инфекции листовых болезней пшеницы.

Искусственное заражение растений инфекцией возбудителей в питомниках проводили соответственно методикам и фазам развития растений. Восприимчивые тест-сорта по каждому возбудителю имели максимальные показатели, достаточные для получения достоверной характеристики по устойчивости к болезням изучаемых сортов (табл. 1–3).

Результаты и их обсуждение. Поиск новых источников и доноров устойчивости к комплексу патогенов в последние годы проводили среди 137 коллекционных образцов, полученных в 2013 и 2014 гг. из ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н. И. Вавилова». В результате иммунологического скрининга образцов при

искусственном заражении в полевых условиях популяциями основных возбудителей проведена классификация их по устойчивости к основным болезням. Так, 13,2% из них проявили устойчивость к бурой ржавчине; 75,5% – к желтой ржавчине; 8,2% – к мучнистой росе; 15,1% – к септориозу; 57,2% – к пыльной головне и 3,8% – к твердой головне (рис. 1).

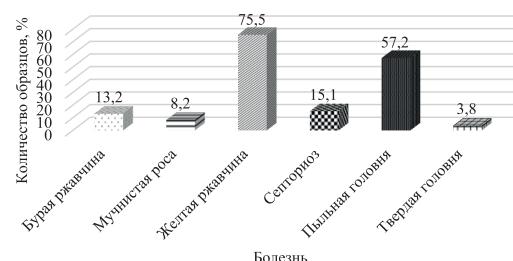


Рис. 1. Сравнительное количество (%) образцов коллекции по устойчивости к основным болезням (АНЦ «Донской», инфекционные фонды, 2015–2017 гг.)

Fig. 1. Comparative number (%) of the collection samples on resistance to major diseases (ARC "Donskoy", infectious backgrounds of 2015–2017)

1. Лучшие по устойчивости к комплексу болезней образцы коллекции ВИР (АНЦ «Донской», инфекционные фонды, 2015–2017 гг.)

1. The best collection samples of IPI resistant to the complex of diseases (ARC "Donskoy", infectious backgrounds of 2015–2017)

№ каталога	Наименование	Происхождение	Мучнистая роса, балл	Бурая ржавчина, %	Желтая ржавчина, %	Септориоз, %	Пыльная головня, %	Твердая головня, %
	Восприимчивый тест-сорт	Россия	3	100	60–80	50–60	40–50	80–90
49916	Заря	Россия	1*	100	5–10	15–20	1,2	3,2
54705	Maris Kinsman	Англия	1–1,5	10–15	0–5	5–10	0	62,3
57332	PL 178383	США	1–1,5	5–10	15–20	15–20	0	0
57579	Tucan	Германия	1	100	следы	0–5	0	90,4
57580	Liwillia	Польша	01	100	следы	5–10	0	53,9
57662	Эритроспермум 585/8	Россия	1	следы**	следы	5–10	1,2	7,1
57684	Буревестник	Украина	1	100	следы	15–20	0	73,0
63926	Лавина	Россия	1	следы	0	5–10	0	–
63934	KS 93 V 76	США	1–1,5	следы	20–30	15–20	0,4	7,7
614934	Bena Dea	Словакия	01	следы	10–15	30–40	6,3	–

* Здесь и далее – все оценки максимального поражения сортов болезнями в годы изучения.

** Следы – единичные пустулы.

2. Реакция сортов МС озимой мягкой пшеницы на поражение основными болезнями (АНЦ «Донской», инфекционные фонды, 2015–2017 гг.)

2. Response of the winter soft wheat varieties of the ISVT to the main diseases (ARC "Donskoy", infectious backgrounds of 2015–2017)

Сорт	Происхождение	Мучнистая роса, балл	Бурая ржавчина, %	Желтая ржавчина, %	Септориоз, %	Пыльная головня, %	Твердая головня, %
Восприимчивый тест-сорт	Россия	3	100	100	100	50–60	70–80
Этана	Германия	01–1	0–5	0	10–15	0	31,4
Altugo	Франция	1	5–10	0	20–30	0	54,1
Курс	Россия	1,5	следы	0	15–20	0	0
Ротакс	Германия	01	следы	0	0–5	–	43,9
Шестопаливка	Украина	1	следы	0–5	20–30	0,6	22,7
Алексеич	Россия	01	0–5	0	10–15	–	75,0
Солоха	Украина	01–1	5–10	5–10	10–15	–	7,4
БД-53	Россия	01–1	5–10	0	10–15	0	51,0
Гиляя	Украина	01–1	5–10	0–5	30–40	0	0
Журавка одесская	Украина	01	40–50	5–10	30–40	31,4	2,1
СИ 501-14	Франция	1–1,5	следы	5–10	30–40	0	52,0
Немчиновская 17	Россия	01	следы	0	20–30	0	5,4
Slavna	Украина	01	10–15	–	20–30	–	1,8

Часть образцов коллекционного материала проявила комплексную устойчивость к 2–5 патогенам: к-49916, к-54705, к-57332, к-57579, к-57580, к-57662, к-57684, к-63926, к-63934, к-614934 (табл. 1). Образцы PL 178383 и Эритроспермум 585/8, Лавина, KS 93V76, Вена Dea в условиях искусственного заражения практически не поражаются шестью возбудителями (табл. 1).

Коллекционные образцы являются богатейшими источниками устойчивости к болезням, и созданные с их участием гибриды представляют несомненный интерес в создании новых экологически защищенных сортов озимой пшеницы.

Одним из резервов для поиска источников устойчивости могут быть современные сорта озимой пшеницы, созданные в других регионах.

Среди 159 сортов МС озимой мягкой пшеницы 51% проявляет устойчивость к бурой ржавчине (поражение – не выше 15%); до 18% сортов устойчивы к мучнистой росе (поражение – не выше 1 балла); 61% – к желтой ржавчине и 32% имели слабое поражение (не выше 30%) септориозом (рис. 2).



Рис. 2. Сравнительное количество (%) образцов МС по устойчивости к основным болезням (АНЦ «Донской», инфекционные фонды, 2015–2017 гг.)

Fig. 2. Comparative number (%) of the ISVT-samples according to their resistance to the main diseases (ARC "Donskoy", infectious backgrounds of 2015–2017)

Не имели поражения бурой ржавчиной сорта из МС: Свярого, Веха, Вид, Велена, КИВ-6, Немчиновская 17, Немчиновская 24, Маркиз, Граф, Ставка, Степь, Ваня, Соловей (Россия), СИ-501-14 (Франция) и др.

К твердой головне устойчивость проявили следующие сорта: Трио, Бирюза, БИС, Удачная, Богданка, КИВ-6, Слава, Корона, Синтетик (Россия), Анисимовка, Солоха (Украина).

3. Поражаемость болезнями сортов озимой мягкой пшеницы в условиях искусственного заражения патогенами (АНЦ «Донской», 2014, 2016–2017 гг.)

3. Lethality of the winter soft wheat varieties being artificially infected with the pathogens (ARC "Donskoy", infectious backgrounds of 2014, 2016–2017)

Сорт	Мучнистая роса, балл		Бурая ржавчина, %		Желтая ржавчина, %	Пыльная головня, %	Твердая головня, %	Септориоз, %
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.				
Восприимчивый тест-сорт	2,5	3	100	100	100	30–40	50–60	70–80
Аксинья	1,0	2	0–5	5–10	20–30	7,8	3,6	23,8
Находка	1,0	1,0	0–5	0–5	10–15	0	0	64,5
Лидия	1,5	1–1,5	5–10	5–10	10–15	0	0	43,9
Аскет	1–1,5	1,5–2	следы	0–5	20–30	0	0	59,0
Изюминка	1,5	2,0	0–5	10–15	10–15	0	0	68,6
Казачка	1,0	1,0	0–5	следы	10–15	0	0	73,6
Лучезар	1,5	1,5–2	0–5	следы	0–5	0	0	31,6
Этюд	1,0	1,5	следы	следы	следы	5,1	8,4	60–80
Краса Дона	1,5	1,5	следы	0–5	5–10	18,1	21,5	68,3

* Желтая ржавчина максимальное развитие имела в 2014 г.

Не поражались пыльной головней в условиях искусственного заражения более 100 сортов МС, из них иммунных (поражение – 0%) – 75 сортов. По данным за ряд лет, к ним относятся следующие сорта: Лига 1, Гром, БИС, Донстар, Курс, КН-192, Веха, Симпатия, БД-53, Иридас (Россия), Дагмар (Франция) и др.

Из питомника МС при искусственном заражении выделены сорта, проявляющие комплексную устойчивость к 3–4 возбудителям болезней: Курс, Поэма, Алексеич (Россия), Этана (Германия), Altugo (Франция), Солоха, Гилея (Украина) и др. (табл. 2). Это сорта из эколого-географически отдаленных регионов соответствуют одному из современных направлений селекции: привлечение разнообразных источников с комплексной устойчивостью к болезням для создания сортов с длительной защитой от патогенов. Такие сорта рекомендуются для использования в селекционных программах на иммунитет.

В МС также изучали сорта, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Характеристики некоторых из них по устойчивости к основным болезням представлены в таблице 3. Сорта Аксинья, Аскет, Изюминка, Лидия, Краса Дона внесены в Госреестр и в настоящее время возделываются в производстве, пользующаяся большим спросом у сельхозтоваропроизводителей. Они на протяжении многих лет изучения на инфекционных фонах и в условиях естественного заражения сохраняют высокую комплексную устойчивость к местным популяциям основных болезней в Южном регионе России. Новые сорта Казачка, Лучезар, Этюд и другие проявляют устойчивость к комплексу основных болезней в регионе. Такие сорта способствуют стабилизации фитосанитарной обстановки в агроценозах, улучшению экологической среды и рекомендуются для технологий производства экологически чистой продукции, а также в селекционном процессе как источники устойчивости к комплексу патогенов.

Полученные результаты, свидетельствуют о том, что среди изученного коллекционного материала и МС процент устойчивых сортов и образцов озимой пшеницы к бурой, желтой ржавчинам и пыльной головне значительно выше, чем процент устойчивых к септориозу, мучнистой росе и особенно к твердой головне (рис. 1, 2). Необходимы дальнейший поиск источников устойчивости к этим болезням и включение их в селекционные программы с целью создания сортов, устойчивых к максимально возможному количеству вредных организмов.

Высокие показатели поражения сортов болезнями на инфекционных фонах позволили оценить устойчивость сортов МС и образцов коллекционного материала озимой пшеницы к возбудителям листовых пятнистостей и головневых болезней. Результаты иммунологической оценки сортов могут быть использованы в определении оптимальных сортовых структур посевов пшеницы для Нижнего Дона. Приведенные данные по комплексной устойчивости образцов свидетельствуют о возможности вести систематическую и целенаправленную селекцию на комплексную устойчивость к болезням.

Выводы. Среди образцов коллекционного материала и сортов МС выделены устойчивые

к 3–6 патогенам. Устойчивость к бурой, желтой ржавчинам и пыльной головне является наиболее распространенным иммунологическим признаком в современных сортах озимой пшеницы. Лимитирующим фактором при создании и выращивании сортов озимой пшеницы к комплексу патогенов является устойчивость к возбудителям септориоза, мучнистой росы и особенно твердой головни. Среди изученных сортов МС и коллекционного материала выявлены сорта с комплексной устойчивостью к 3–6 патогенам в различных сочетаниях, которые рекомендуются как для селекционных программ, так и для внедрения в производство.

Библиографические ссылки

1. Борггард А. И. Избранные труды по фитопатологии. М., 1961. С. 207–215.
2. Вавилов Н. И. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. М.: Наука, 1986. 520 с.
3. Дерова Т. Г., Шишкин Н. В., Гричаникова Т. А., Войцукская Н. П. Устойчивость коллекционных образцов озимой пшеницы к листовым болезням в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1. С. 62–65.
4. Захарченко В. А. Изучение иммунитета растений к вредным организмам в программе фундаментальных и прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2006–2010 гг. // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: мат. II Всерос. конференции. СПб., 2008. С. 3–7.
5. Кайдаш А. С., Бессмелтьев В. И., Добрянская М. В. Возможные потери урожая зерна озимой пшеницы от желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* West.) // Микология и фитопатология. 1976. Т. 10. Вып. 6. С. 509–510.
6. Койшибаев М., Жанарбекова А. Б. Источники устойчивости пшеницы к основным болезням // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: мат. докладов Междунар. науч.-практ. конференции (г. Краснодар, 16–18 сентября 2014 г.). Краснодар, 2014. Вып. 8. С. 359–362.
7. Кривченко В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. М.: Колос, 1984. С. 224–242.
8. Марченко Д. М., Скрипка О. В., Самофалова Н. Е., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричаникова Т. А., Подгорный С. В., Рыбас И. А., Романюкина И. В., Дубинина О. А., Некрасов Е. И., Некрасова О. А., Иванисов М. М., Дерова Т. Г., Ионова Е. В., Кравченко Н. С., Попов А. С. Сорта озимой мягкой и твердой пшеницы: каталог. Ростов н/Д., 2018. 56 с.
9. James W. O. An illustrated series of assessment for plant disease preparation and soge // Can. Plant Dis. Surv. 1971. P. 51.
10. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500.

References

1. Borggard A. I. Izbrannye trudy po fitopatologii [Selected Works on Phytopathology]. M., 1961. S. 207–215.
2. Vavilov N. I. Immunitet rastenij k infekcionnym zabolевaniyam [Plant Immunity to Infectious Diseases]. M.: Nauka, 1986. 520 s.
3. Derova T. G., Shishkin N. V., Grichanikova T. A., Vojcuckaya N. P. Ustojchivost' kollekcionnyh obrazcov ozimoj pshenicy k listovym boleznyam v usloviyah Rostovskoj oblasti [Resistance of winter wheat collection samples to leaf diseases in the conditions of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 1. S. 62–65.
4. Zaharchenko V. A. Izuchenie immuniteta rastenij k vrednym organizmam v programme fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij po nauchnomu obespecheniju razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na 2006–2010 gody [Study of plant immunity to harmful organisms in the program of fundamental and applied research on the scientific support of the agro-industrial complex development in the Russian Federation during 2006–2010] // Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam: mat. II Vseros. konferencii. SPb., 2008. S. 3–7.
5. Kajdash A. S., Bessmel'cev V. I., Dobryanskaya M. V. Vozmozhnye poteri urozhaya zerna ozimoj pshenicy ot zheltoj rzhavchiny (*Puccinia striiformis* West.) [Possible yield loss of winter wheat grain because of yellow rust (*Puccinia striiformis* West.)] // Mikologiya i fitopatologiya. 1976. T. 10. Vyp. 6. S. 509–510.
6. Kojshibaev M., Zhanarbekova A. B. Istochniki ustojchivosti pshenicy k osnovnym boleznyam [Sources of wheat resistance to major diseases] // Biologicheskaya zashchita rastenij – osnova stabilizacii agroekosistem: mat. dokladov Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii (g. Krasnodar, 16–18 sentyabrya 2014 g.). Krasnodar, 2014. Vyp. 8. S. 359–362.
7. Krivchenko V.I. Ustojchivost' zernovyh kolosovyh k vozbuditelyam golovnevyh boleznej [Resistance of grain crops to smut pathogens]. M.: Kolos, 1984. S. 224–242.
8. Marchenko D. M., Skripka O. V., Samofalova N. E., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichanikova T. A., Podgornij S. V., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., Dubinina O. A., Nekrasov E. I., Nekrasova O. A., Ivanisov M. M., Derova T. G., Ionova E. V., Kravchenko N. S., Popov A. S. Sorta ozimoj myagkoj i tverdoj pshenicy [Varieties of winter soft and durum wheat]: katalog. Rostov n/D., 2018. 56 s.
9. James W. O. An illustrated series of assessment for plant disease preparation and soge // Can. Plant Dis. Surv. 1971. P. 51.
10. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.