

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 5(59)2018

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

*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.

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 «Агро-лига» – 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., Казахский НИИ рисоводства – д-р 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.

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. Lukiyantenko";
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 "Nemtchinovka";
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 ООО "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. Lukiyantenko";
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., Kazakhsky RI of rice-growing

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 – 0,403

Перевод на английский язык – Скуйбеда О.Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 19.10.2018. Дата выхода: 25.10.2018.

Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 10/17108.

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

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ

Содержание

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Мельник А. Ф., Кондрашин Б. С. Биологизированные технологии – фактор повышения продуктивности озимой пшеницы **3**
Кравченко Н. С., Ионова Е. В., Вожжова Н. Н., Олдырева И. М. Качественные показатели зерна и муки сортов и линий озимой мягкой пшеницы **6**
Игнатьев С. А., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г., Регидин А. А. Изучение динамики продуктивности и качества корма разных сортов люцерны и эспарцета **10**
Алабушев А. В., Попов А. С., Марченко Д. М., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А. Технология возделывания мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья в южной зоне Ростовской области **14**
Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В., Безгодов А. В. Хлебопекарные качества зерна яровой пшеницы в условиях Среднего Урала **21**
Ашиев А. Р., Скулова М. В., Хабибуллин К. Н. Урожайность и элементы ее структуры новых линий гороха **26**
Лиховидова В. А., Ионова Е. В., Газе В. Л., Марченко Д. М. Засухоустойчивость образцов озимой мягкой пшеницы в начальную фазу органогенеза, и изменение площади листьев и содержания хлорофилла растений в условиях водного стресса **29**
Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г. Формирование урожая ярового ячменя в аридной зоне юга России **31**

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Оптимизация параметров количественных признаков гибридов кукурузы зернового использования **35**
Дьячук Т. И., Кибкало И. А., Поминов А. В., Хомякова О. В., Акинина В. Н. Перспективные линии в селекции тритикале для условий Поволжья **39**
Костылев П. И., Краснова Е. В. Генетика некоторых количественных признаков у гибрида риса CR-1009 (SUB-1) × Новатор **44**
Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго **49**
Фирсова Т. И., Филенко Г. А., Донцова А. А. Анализ динамики посевных площадей и урожайности озимого ячменя в РФ **53**
Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Паршикова Т. М., Щукин С. А. 25 лет сорту Саратовская золотистая **57**
Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Дорошенко Э. С., Шаповалова И. М. Новый, адаптированный к условиям Северного Кавказа сорт ячменя двуручки Виват **60**

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Гульяева Е. И., Шайдаюк Е. Л. Определение генов устойчивости к бурой ржавчине у сортов озимой мягкой пшеницы с использованием традиционных и современных методов исследований **63**
Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Бердюгин В. А. Роль исходного материала в селекции ржавчиноустойчивых сортов мягкой яровой пшеницы в условиях Зауралья **67**

GRAIN ECONOMY OF RUSSIA

Contents

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

Melnik A. F., Kondrashin B. S. Biological technologies are the factors of winter wheat productivity improvement **3**
Kravchenko N. S., Ionova E. V., Vozzhova N. N., Oldyreva I. M. Qualitative traits of grain and flour of the winter soft wheat lines **7**
Ignatiev S. A., Gryazeva T. V., Ignatieva N. G., Regidin A. A. The study of the productivity dynamics and quality of forage made from different varieties of alfalfa and sainfoin **11**
Alabushev A. V., Popov A. S., Marchenko D. M., Ovsyannikova G. V., Sukharev A. A. Cultivation technology of the winter soft wheat variety "Aksiniya" in the southern part of the Rostov region **15**
Zezin N. N., Vorobiev V. A., Vorobiev A. V., Bezgodov A. V. Baking properties of spring wheat grain in the Middle Urals conditions **22**
Ashiev A. R., Skulova M. V., Khabibullin K. N. Productivity and elements of its structure of the new pea lines **26**
Likhovidova V. A., Ionova E. V., Gaze V. L., Machenko D. M. Drought resistance of winter soft wheat samples in the primary phase of organogenesis and change of leaf area and chlorophyll content in leaves under the conditions of water stress **29**
Goldvarg B. A., Boktaev M. V., Filippov E. G. Formation of spring barley yields in the arid part of the South of Russia **32**

PLANT-BREEDING AND SEED-GROWING OF AGRICULTURAL CROPS

Krivosheev G. Ya., Ignatiev A. S. Optimization of the parameters of quantitative traits of maize hybrids used for grain **35**
Diyachuk T. I., Kibkalo I. A., Pominov A. V., Khomyakova O. V., Akinina V. N. The promising lines in the breeding work with triticale for the Povolzhie conditions **39**
Kostylev P. I., Krasnova E. V. Genetics of some quantitative traits of the rice hybrid CR-1009 (SUB-1) × Novator **44**
Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Biodiversity of sorghum **49**
Firsova T. I., Filenko G. A., Dontsova A. A. The analysis of dynamics of winter barley sown area and productivity in the Russian Federation **53**
Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I., Tsetva N. M., Parshikova T. M., Shchukin S. A. The variety "Saratovskaya zolotistaya" is 25 **57**
Filippov E. G., Dontsova A. A., Dontsov D. P., Doroshenko E. S., Shapovalova I. M. The new facultative barley variety "Vivat" adapted to the conditions of the North Caucasus **60**

PLANT PROTECTION

Shishkin N. V., Derova T. G., Gulyaeva E. I., Shaydayuk E. L. Identification of the genes resistant to brown rust in winter soft wheat varieties with the use of conventional and modern research methods **63**
Maltseva L. T., Filippova E. A., Bannikova N. Yu., Berdyugin V. A. The role of the initial material in breeding of the spring soft wheat varieties resistant to rust in Zauralye **68**

БИОЛОГИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А. Ф. Мельник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, melnik.anat202@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8781-1660;

Б. С. Кондрашин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, ORCID ID: 0000-0002-8612-7912

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»
302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69

Исследования проведены в 2012–2014 гг. в условиях ООО «Знаменское» Знаменского района Орловской области с целью установления влияния предшественников на продуктивность озимой пшеницы. Полевые опыты показали, что предшественники оказывают большое влияние на влажность почвы. Использование черного пара и редьки масличной на сидерат обеспечивает увеличение влажности почвы в слое 0–10 см перед посевом озимой пшеницы на 1,3–3% в сравнении с однолетними травами. После черного пара засоренность озимой пшеницы в фазе кущения была меньше на 17,6–18,8% в сравнении с вариантами использования редьки масличной на сидерат и однолетних трав на зеленую массу. Выявлено, что предшественники оказали влияние на высоту растений озимой пшеницы. После черного пара она была максимальной (122,7–127,1 см) в зависимости от нормы удобрений, что больше на 8,0–10,3 см, чем в других вариантах опыта. Установлено, что озимая пшеница после черного пара превышала другие варианты по количеству продуктивных стеблей, зерен в колосе, массе 1000 зерен на 2,1–7,2; 1,7–4,4; 13,9–19,5% соответственно. Это обеспечило более высокую урожайность озимой пшеницы. Выявлено, что использование редьки масличной в качестве сидеральной культуры улучшает качество озимой пшеницы: содержание белка, клейковины и натура зерна увеличились на 2,0–2,2, 1,4–2,2; 11–12,5 г/л соответственно. Норма минеральных удобрений $N_{98}P_{64}K_{64}$ в сравнении с $N_{66}P_{32}K_{32}$ по всем предшественникам обеспечила увеличение содержания белка и клейковины на 0,4–0,7% и 0,7–2,6% соответственно. Таким образом, биологизированные технологии обеспечивают повышение продуктивности озимой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, качество, предшественник.



BIOLOGICAL TECHNOLOGIES ARE THE FACTORS OF WINTER WHEAT PRODUCTIVITY IMPROVEMENT

A. F. Melnik, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department of plant-breeding and seed-growing, melnik.anat202@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8781-1660;

B. S. Kondrashin, Candidate of Agricultural Sciences, professor associate of the department of agriculture, ORCID ID: 0000-0002-8612-7912

FSBEI HE "Orlovsky State Agricultural University named after N. V. Parakhin"
302019, Orel, Str. General Rodin, 69

The studies were conducted in 2012–2014 in ООО "Znamenskoe" in the Znamensky district of the Orlon region in order to determine the influence of forecrops on winter wheat productivity. Field trials have shown that the forecrops have a great effect on soil moisture. The use of weedfree fallow and oil radish as green manure crop provides 1.3–3% soil moisture increase in the 0–10 cm layer before winter wheat sowing compared with annual grasses. Sown in bare fallow, winter wheat infestation was on 17.6–18.8% less in the tillering phase compared with the use of oil radish oil as green manure crop and annual grasses for green mass. It was determined that the forecrops had an effect on the height of winter wheat plants. In weedfree fallow it was the maximum (122.7–127.1 cm), depending on the fertilizing ratio, which was on 8.0–10.3 cm more than in other variants of the trial. It was established that winter wheat sown in bare fallow exceeded other variants by the number of productive stems, kernels per ear, 1000-kernel weight on 2.1–7.2; 1.7–4.4; 13.9–19.5% respectively. This ensured a higher productivity of winter wheat. It has been identified that the use of oil radish improves the winter wheat quality, namely protein and gluten content, grain unit on 2.0–2.2, 1.4–2.2; 11–12.5 g/l respectively. The norm of mineral fertilizers $N_{98}P_{64}K_{64}$ in comparison with $N_{66}P_{32}K_{32}$ in all forecrops provided an increase in protein and gluten content on 0.4–0.7% and 0.7–2.6% respectively. Thus, biological technologies provide productivity improvement of winter wheat.

Keywords: winter wheat, productivity, quality, forecrop.

Введение. В современных экономических условиях успешное ведение растениеводства должно строиться на основе ресурсосберегающих технологий, разработанных на принципах биологизации земледелия. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, в условиях кризиса при недостатке традиционных органических удобрений важным источником пополнения почвы органическим веществом являются экологически безопасные зеленые удобрения. При этом решающее значение отводится плодосменным севооборотам, в которых возделывают бобовые и сидеральные культуры (Авдеенко, 2005; Возняковская, 1988; Зезюков, 1992; Лыков, 2001).

Размещение озимой пшеницы по предшественникам решается в каждой природно-климатической зоне по-разному. В районах с неустойчивым увлажнением черный пар считается самым надежным предшественником (Алабушев, 2011; Мельник, 2009).

Однако его использование предполагает ряд агротехнических или химических обработок, которые увеличивают себестоимость продукции. При этом урожаи получают один раз в два года, что ведет к нерациональному использованию почвы. Поэтому затраты должны окупаться устойчивым повышением урожайности как первой, так и последующих культур в севообороте. Кроме того, чистый пар сопряжен с эрози-

онными процессами и минерализацией гумуса до 2,5 т/га в год, что особенно характерно для территории Среднерусской возвышенности, где находится Орловская область (Косолапов, 2014; Лобков, 2014).

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях ООО «Знаменское» Знаменского района Орловской области. Почва серая лесная среднесуглинистая; pH = 5,7; содержание гумуса – 4,1%; подвижного фосфора и обменного калия – 8,5 и 11,9 мг/100 г почвы соответственно. Объект исследований – озимая пшеница сорта Московская 39.

Опыт заложен в трехкратной повторности с систематическим расположением вариантов по следующей схеме: предшественники – чистый пар, однолетние травы на зеленую массу, редька масличная на сидерат; норма удобрений – $N_{32}P_{32}K_{32}$ (2 ц/га азотоски под вспашку) + N_{34} (1 ц/га аммиачной селитры – весенняя подкормка); $N_{64}P_{64}K_{64}$ (4 ц/га азотоски под вспашку) + N_{34} (1 ц/га аммиачной селитры – весенняя подкормка).

Технология возделывания озимой пшеницы – общепринятая для зоны.

Исследования проводили в соответствии с методами, принятыми в научно-исследовательских учреждениях. Изучение особенностей роста и развития пшеницы проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию зерновых культур (1985). Засоренность посевов в фазе всходов учитывали количественным, а перед уборкой – количественно-весовым методом (Доспехов, 1985).

Качественные показатели зерна определяли с помощью инфракрасного анализатора зерна марки Infratek 1241 по оригинальной методике швейцарской

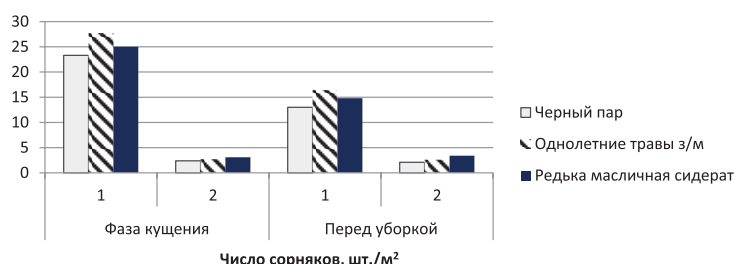
фирмы FOSS, натуру зерна – по ГОСТ Р 54895-2012. Результаты экспериментальных исследований обработаны на ПЭВМ с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Office 2007, Statistica 6.0, Excel 2010.

Годы исследований в гидротермическом отношении были неоднозначны. За вегетационный период 2013 г. осадков выпало меньше среднемноголетней нормы на 18%, а температура превысила среднемноголетние значения на 18%. В период налива и созревания зерна (июль) количество выпавших осадков составило 44,3% от нормы (при повышенной дневной температуре воздуха).

Метеоусловия 2014 г. были более благоприятными для вегетации озимой пшеницы. Вследствие этого продуктивность озимой пшеницы была выше по всем вариантам в сравнении с 2013 г.

Результаты и их обсуждение. Предшественники оказали различное влияние на влажность почвы. Так, после черного пара и редьки масличной на сидерат в сравнении с однолетними травами установлено увеличение влажности почвы перед посевом в слое почвы 0–10 см на 1,3–3%, что обеспечило увеличение полевой всхожести семян озимой пшеницы на 3,5–8,5%.

Предшественники также оказали влияние на засоренность посевов озимой пшеницы. По-видимому, это связано с неодинаковым запасом семян сорняков в пахотном слое почвы после различных предшественников. Так, установлено, что засоренность озимой пшеницы после черного пара была меньше на 17,6–18,8% в сравнении с вариантами использования редьки масличной на сидерат и однолетних трав на зеленую массу соответственно (рис. 1).



Примечание: 1 – всего; 2 – в том числе многолетних сорняков.

Рис. 1. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников, шт./м² (2013–2014 гг.)

Fig. 1. Weediness of winter wheat, depending on the forecrop, pcs/m² (2013–2014)

Развитие сорной растительности в посевах пшеницы по черному пару слабее из-за лучшего очищения почвы от семян сорняков, чем после сидерального пара. К тому же пшеница по чистому пару развивается лучше, сильнее конкурирует с ними, чем после других предшественников. В то же время более высокие запасы влаги в почве провоцируют сорняки на прорастание. В наших исследованиях более отчетливо сороочистительная роль черного пара проявилась в отношении малолетних сорняков. Перед уборкой в посевах пшеницы по черному пару их установлено меньше на 11,7–13,3%, чем по редьке масличной и однолетним травам соответственно.

В сидеральном паре пополняется запас семян сорняков в почве, так как запахивается вся надземная часть культурных и сорных растений.

В то же время в занятом пару увеличение количества сорных растений в посевах пшеницы объясняется частичным вызреванием и осыпанием семян сорняков к моменту уборки парозанимающей культуры.

Выявлено, что предшественники и нормы удобрений оказали влияние на высоту растений и структуру урожая озимой пшеницы (табл. 1).

Так, по чистому пару высота озимой пшеницы была максимальной (122,7–127,1 см) в зависимости от нормы удобрений, что превышает на 8,0–10,3 см высоту растений в других вариантах. Это оказало влияние на полегание посевов в этом варианте, и к уборке озимая пшеница полегла более чем на 50%, что затруднило проведение уборочных работ. Поэтому в технологиях при размещении ее по черному пару следует предусматривать обработку посевов ретардантами.

В наших исследованиях установлено, что черный пар обеспечил более высокие показатели, от которых зависит урожайность озимой пшеницы. Этот вариант в сравнении с вариантами использования биомассы редьки масличной и однолетних трав на зеленую массу обеспечил увеличение числа зерен в колосе, массы 1000 зерен, количества продуктивных стеблей озимой пшеницы на 2,1–7,2; 1,7–4,4; 13,9–19,5% соответственно.

Норма удобрений $N_{98}P_{64}K_{64}$ в сравнении с вариантом $N_{66}P_{32}K_{32}$ обеспечила увеличение массы 1000 зерен, числа зерен в колосе и количество продуктивных стеблей на 18–23% в зависимости от предшественника.

1. Структура урожая озимой пшеницы в зависимости от предшественников и норм удобрений (2013–2014 гг.)

1. The structure of the winter wheat crop depending on the predecessors and fertilizer rates (2013–2014)

Показатель	Предшественник								
	Черный пар			Редька масличная			Однолетние травы		
	1	2	среднее	1	2	среднее	1	2	среднее
Высота растений, см	122,7	127,1	125	116	123,4	120,1	112	119	116
Число зерен в колосе, шт.	23,5	24,2	23,9	23,7	23,1	23,4	22,1	22,4	22,3
Масса 1000 зерен, г	41,8	42,7	42,3	40,6	42,6	41,6	40,1	40,8	40,5
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	422	461	442	372	405	388,5	351	388	369,5

Примечание: 1 – $N_{66}P_{32}K_{32}$; 2 – $N_{98}P_{64}K_{64}$.

Использование редьки масличной на сидерат и однолетних трав на зеленую массу в качестве предшественника обеспечивает меньшую урожайность озимой пшеницы, чем черный пар на двух фонах питания (табл. 2).

В наших исследованиях установлено, чем лучше предшественник, тем выше эффективность использования удобрений. Так, норма $N_{98}P_{64}K_{64}$ обеспечила в среднем по годам прибавку урожайности озимой пшеницы в сравнении с вариантом $N_{66}P_{32}K_{32}$ по черно-

му пару 0,39 т/га; по редьке масличной – 0,36 т/га; по однолетним травам – 0,22 т/га.

Особую роль в развитии зернопродуктового рынка играет качество пшеницы. Результаты наших исследований показали различное влияние предшественников на качество зерна озимой пшеницы. Так, после редьки масличной на фоне $N_{98}P_{64}K_{64}$ в зерне озимой пшеницы установлено максимальное содержание белка (14,7%), что на 2,0–2,2% больше в сравнении с однолетними травами и черным паром (табл. 3).

2. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников и норм удобрений, т/га

2. Winter wheat productivity depending on the forecrops and amount of fertilizers, t/ha

Предшественник	Норма удобрений	Урожайность, т/га		
		2013 г.	2014 г.	среднее
Черный пар	1	3,72	3,93	3,83
	2	4,03	4,45	4,24
Однолетние травы на з/м	1	3,44	3,67	3,56
	2	3,65	3,91	3,78
Редька масличная	1	3,58	3,86	3,72
	2	3,81	4,35	4,08
НСП ₀₅ , ц/га	По фактору А (предшественник)	0,11	0,12	
	По фактору В (удобрения)	0,13	0,17	
	АВ	0,24	0,28	

Примечание: 1 – $N_{66}P_{32}K_{32}$; 2 – $N_{98}P_{64}K_{64}$.

3. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от вариантов (2013–2014 гг.)

3. Quality of winter wheat grain depending on the variants (2013–2014)

Предшественник	Норма удобрений	Натура, г/л	Содержание, %	
			белка	клейковины
Черный пар	1	744	11,8	24,7
	2	752	12,5	26,1
	среднее	748	12,2	25,4
Редька масличная	1	753	13,2	26,8
	2	765	14,7	27,5
	среднее	759	14,0	27,2
Однолетние травы	1	741	12,3	25
	2	752	12,7	26,6
	среднее	746,5	12,5	25,8

Примечание: 1 – $N_{66}P_{32}K_{32}$; 2 – $N_{98}P_{64}K_{64}$.

В то же время установлено, что натура зерна пшеницы в этом варианте возросла на 11,0–12,5 г/л, а количество клейковины – на 0,9–1,4%.

Норма минеральных удобрений $N_{98}P_{64}K_{64}$ в сравнении с $N_{66}P_{32}K_{32}$ обеспечила увеличение содержания белка и клейковины на 0,4–0,7 и 0,7–2,6% соответственно по всем предшественникам.

Выводы. Выявлено, что биологизированные технологии обеспечивают повышение продуктивности озимой пшеницы. Урожайность озимой пшеницы по черно-

му пару выше, чем по редьке масличной и однолетним травам.

Запашка редьки масличной на сидерат обеспечивает более высокое качество зерна озимой пшеницы в сравнении с другими предшественниками.

Размещение озимой пшеницы по черному пару обеспечивает увеличение влажности почвы и меньшую засоренность многолетними и малолетними сорняками в сравнении с занятым и сидеральным паром.

Библиографические ссылки

1. Авдеенко А. П., Зеленский Н. А. Биоэнергетическая эффективность чистого, занятых и сидерального паров в условиях Ростовской области // Образование, наука, медицина: эколого-экономический аспект: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2005. С. 91–92.
2. Алабушев А. В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата // Зерновое хозяйство России. 2011. № 4. С. 8–13.
3. Возняковская Ю. М. Сидеральные удобрения – регулятор почвенно-микробиологических процессов в условиях почвоутомления // Доклады ВАСХНИЛ. 1988. № 2. С. 22–27.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Зезюков Н. И. Роль лабильных форм органического вещества в плодородии черноземов // Тезисы докладов научной конференции, посвященной 100-летию плана В. В. Докучаева по борьбе с засухой и преобразованием степей России, Абакан 4–6 авг., 1992. Кн. 2. Новосибирск. 1992. С. 13–15.
6. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Приоритет сельского хозяйства – сбалансированное, устойчивое производство и рациональное природопользование // Образование, наука и производство. 2014. № 2–3. С. 33–38.
7. Лобков В. Т., Плыгун С. А. Теоретические и практические аспекты биологизации земледелия в современных тенденциях развития мирового сельского хозяйства // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 4(16). С. 150–155.
8. Лыков А. М. От плодородия почвы к плодородию биогеоценозов // Экологические основы повышения устойчивости и продуктивности агроландшафтных систем. Орел: Орел ГАУ. 2001. С. 23–32.
9. Мельник А. Ф., Кондрашин Б. С., Митюшкин Н. В. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Вестник Орел ГАУ. 2009. № 4. С. 27–29.

References

1. Avdeenko A. P., Zelenskij N. A. Bioenergeticheskaya ehffektivnost' chistogo, zanyatyh i sideral'nogo parov v usloviyah Rostovskoy oblasti [Bioenergetic efficiency of weedfree, cropped and green fallows in the Rostov Region] // Obrazovanie, nauka, medicina: ehkologo-ehkonomicheskij aspekt: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Penza: RIO PGSKHA, 2005. S. 91–92.
2. Alabushev A. V. Stabilizatsiya proizvodstva zerna v usloviyah izmeneniya klimata [Stabilization of grain production in the context of climate change] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 4. S. 8–13.
3. Voznyakovskaya Yu. M. Sideral'nye udobreniya – regulyator pochvenno-mikrobiologicheskikh processov v usloviyah pochvoutomleniya [Manure is a regulator of soil-microbiological processes during soil fatigue] // Doklady VASKHNIL. 1988. № 2. S. 22–27.
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
5. Zezyukov N. I. Rol' labil'nyh form organicheskogo veshchestva v plodorodii chernozyomov [The role of labile forms of organic matter in the blackearth fertility] // Tezisy dokladov nauchnoj konferencii, posvyashchyonnoj 100-letiyu plana V. V. Dokuchaeva po bor'be s zasuhoj i preobrazovaniem stepej Rossii, Abakan 4–6 avg., 1992. Kn. 2. Novosibirsk. 1992. S. 13–15.
6. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. Prioritet sel'skogo hozyajstva – sbalansirovannoe, ustojchivoe proizvodstvo i racional'noe prirodoopol'zovanie [The priority of agriculture is balanced, sustainable production and environmental management] // Obrazovanie, nauka i proizvodstvo. 2014. № 2–3. S. 33–38.
7. Lobkov V. T., Plygun S. A. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty biologizatsii zemledeliya v sovremennyh tendenciyah razvitiya mirovogo sel'skogo hozyajstva [Theoretical and practical aspects of the agricultural biology in the current trends in the world agriculture development] // Vestnik APK Stavropol'ya. 2014. № 4(16). S. 150–155.
8. Lykov A. M. Ot plodorodiya pochvy k plodorodiyu biogeocенозов [From the soil fertility to the bio geocenosis fertility] // Ekologicheskie osnovy povysheniya ustojchivosti i produktivnosti agrolandshaftnyh sistem. Orel: Orel GAU. 2001. S. 23–32.
9. Mel'nik A. F., Kondrashin B. S., Mityushkin N. V. Vliyanie pedshestvennikov na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy [The effect of the forecrops on productivity and quality of winter wheat grain] // Vestnik Orel GAU. 2009. № 4. S. 27–29.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:321:631.524.7

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-6-10

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНА И МУКИ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

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;

Е. В. ИONOва, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

Н. Н. Вождова, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

И. М. Олдырева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0001-6845-0874

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

Изучены физические, мукомольные, технологические признаки качества зерна новых сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Цель исследования – выявить образцы с высоким качеством зерна, муки, реологическими свойствами теста и хлебопекарными достоинствами. Выявлены высокие значения натур

и общей стекловидности зерна. Содержание белка на уровне сильной пшеницы 1-го класса (не менее 14,5%) сформировали образцы 1237/13 (14,6%), 1261/13 (14,5%) и Находка (14,5%). Высоким содержанием клейковины в зерне на уровне 2-го класса качества характеризовались сорта Танаис (30,9%), Аксинья (30,2%), Находка (29,5%), Донская степь (28,6%) и линия 1261/13 (28,4%). Изучаемые сорта и линии озимой пшеницы характеризовались высоким выходом муки – более 70%. Максимальный выход муки получен у сортов Танаис (74,5%), Ермак (74,1%) и линии 1261/13 (74,2%). По белизне высшему сорту (54,0–80,0 усл. ед.) соответствовала мука образцов Аксинья (55,64 усл. ед.), Находка (55,18 усл. ед.), Кипчак (54,01 усл. ед.), Бонус (54,90 усл. ед.), Казачка (54,40 усл. ед.) и линии 1261/13 (54,30 усл. ед.). Выявлены сортовые различия по белизне и зольности муки, от которых во многом зависит качество готовой продукции. Высокие реологические свойства теста на уровне сильной пшеницы отмечены у 6 изучаемых сортов: Юбилей Дона (342 ед. а.), Находка (311 ед. а.), Шеф (292 ед. а.), Кипчак (290 ед. а.), Танаис (289 ед. а.) и Аксинья (289 ед. а.). Выделены образцы с высоким объемным выходом хлеба: Находка (705 мл), Аксинья (695 мл) и Донская степь (685 мл), которые соответствовали классу сильных пшениц. Выделившиеся сорта и линии могут быть использованы в селекционном процессе как источники высокого качества зерна и хлебопекарных свойств.

Ключевые слова: сорт, озимая пшеница, зольность, белизна муки, технологический потенциал, хлебопекарные свойства, общий выход муки.



QUALITATIVE TRAITS OF GRAIN AND FLOUR OF THE WINTER SOFT WHEAT LINES

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

E. V. Ionova, Doctor of Agricultural Sciences, deputy director on Science, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219;

N. N. Vozhzhova, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0002-2046-4000;

I. M. Oldyreva, technician-researcher of the laboratory of biochemical estimation of seeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0001-6845-0874

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

There have been studied physical, flour-milling, technological features of the grain of the new varieties and lines of winter soft wheat developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy". The purpose of the study is to identify samples with high quality of grain, flour, rheological properties of dough and baking profits. High values of grain unit and general vitreousness of grain are revealed. The samples "1237/13" (14.6%), "1261/13" (14.5%) and "Nakhodka" (14.5%) formed protein content at the level of strong wheat of the 1st class (not less than 14.5%). The varieties "Tanais" (30.9%), "Aksiniya" (30.2%), "Nakhodka" (29.5%), "Donskaya step" (28.6%) and the line "1261/13" (28.4%) showed high content of gluten in the grain of the 2nd class of quality. The studied varieties and lines of winter wheat were characterized by a high yield of flour, more than 70%. The maximum yield of flour was obtained in the varieties "Tanais" (74.5%), "Ermak" (74.1%) and the line "1261/13" (74.2%). According to the color, the flour of the samples (54.0–80.0 conventional units) "Aksiniya" (55.64 conv. units), "Nakhodka" (55.18 conv. units), "Kipchak" (54.01 conv. units), "Bonus" (54.90 conv. units), "Kazachka" (54.40 conv. units) and the line "1261/13" (54.30 conv. units) corresponded to the highest grade. There were identified variety differences in flour color and ash content, which the quality of the end product largely depends on. The 6 studied varieties "Yubiley Dona" (342 u. a.), "Nakhodka" (311 u. a.), "Shef" (292 u. a.), "Kipchak" (290 u. a.), "Tanais" (289 u. a.) and "Aksiniya" (289 u. a.) showed high rheological properties of the dough at the level of strong wheat. There were identified the samples with high yield of bread "Nakhodka" (705 ml), "Aksiniya" (695 ml) and "Donskaya Step" (685 ml), which corresponded to the class of strong wheat. The identified varieties and lines can be used in the breeding process as the sources with high grain quality and baking properties.

Keywords: variety, winter wheat, ash content, flour color, technological potential, baking properties, total flour extraction.

Введение. Обеспечение населения страны высококачественными продуктами – хлебом, мукой, крупами, кондитерскими и хлебобулочными изделиями – важная задача производителей и переработчиков зерна. Качество зерна как сырья для переработки зависит от многих факторов, важнейшим из которых является сорт (Толобова, 2015).

В настоящее время на российском рынке преобладает мука с низкими показателями качества. Подбирая зерно различных сортов пшеницы, можно обеспечить выработку муки с заданными характеристиками, необходимыми для производства высококачественного хлеба и хлебобулочных изделий. Это делает актуальной задачу по выявлению новых сортов озимой пшеницы и научному обоснованию их использования для производства муки, специально предназначенной для производства хлеба.

Показатели качества зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы, входящие в стандарт, а также установленные государственной комиссией по сортоиспытанию, изучаются на всех этапах селекционного процесса. Мукомольные свойства, белизна и зольность муки изучены недостаточно, так как не принимаются во внимание в селекционном процессе. Однако, по нашему мнению, оценка изучаемого материала озимой мягкой пшеницы по вышеперечисленным показателям является важной дополнительной характеристикой

и позволяет выделить образцы, которые могут обеспечить производство муки хлебопекарного назначения без использования химических улучшителей.

Цель исследования – выявить образцы с высоким качеством зерна, муки, реологическими свойствами теста и хлебопекарными достоинствами.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований использовали 16 образцов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». Сорта ежегодно высевали по предшественнику черный пар на селекционных полях лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, качественные показатели определяли в лаборатории биохимической оценки и качества селекционного материала. Оценку показателей проводили в соответствии с методиками (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур, 1988) и Международным стандартом (ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия).

Ежегодно оценивали качество по следующим критериям: натурная масса – по ГОСТ Р 54895-2012; общая стекловидность зерна – по ГОСТ 10987-76; количество сырой клейковины в зерне – по ГОСТ 54478-2011 (ручной метод); содержание белка в зерне – по ГОСТ 108460-91; реологические свойства теста – по ГОСТ Р 51415-99; определение золы – по ГОСТ 10847-74; определение

белизны муки – по ГОСТ 26361-2013. Хлебопекарные свойства муки озимой пшеницы оценивали с помощью лабораторной выпечки. Экспериментальные данные подвергли статистической обработке с помощью программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Натурная масса и общая стекловидность зерна имеют большое технологическое значение. По этим показателям технолог может судить о возможном выходе продукции. Так, в выполненном зерне (с высокой натурой и стекловидностью) содержится больше эндосперма и меньше оболочек, а значит, больше выход муки и крупы при переработке. Таким образом, эти признаки характеризуют мукомольные и крупяные качества зерна.

Установлено, что изучаемые сорта и линии характеризовались высокой натурой зерна. Варьирование значений изучаемого признака отмечено от 797 г/л (Этюд) до 849 г/л (Юбилей Дона). Все изучаемые образцы соответствовали по натурной массе зерна требованиям, предъявляемым к 1-му классу качества.

Значения общей стекловидности зерна варьировали от 57% (Этюд, Бонус) до 75% (Шеф). Согласно ГОСТ 9353-2016 13 сортов соответствовали 1-му классу качества, то есть стекловидность зерна установлена более 60%.

Одним из наиболее важных показателей качества зерна является содержание белковых веществ. Благодаря ему определяют биологическую полноценность зерна и пищевое достоинство конечных продуктов.

Выявлено варьирование показателя «массовая доля белка» от 13,2% (Бонус) до 14,6% (линия 1237/13).

Содержание белка на уровне сильной пшеницы 1-го класса (не менее 14,5%) сформировали образцы 1237/13 (14,6%), 1261/13 (14,5%) и Находка (14,5%).

Большинство образцов соответствовали 2-му классу качества по признаку «массовая доля белка», то есть не менее 13,5%. Сорт Бонус с содержанием белка 13,2% отнесен к 3-му классу.

С помощью корреляционного анализа определены достоверные средние положительные взаимосвязи массовой доли белка с количеством клейковины ($r = 0,65$) и с силой муки ($r = 0,60$).

Изучаемые сорта и линии озимой пшеницы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников высокого содержания белка стекловидности и натурной массы зерна.

Еще одним важным признаком качества для определения класса зерна пшеницы является количество клейковины. Наиболее часто класс зерна в России лимитируется показателем «количество клейковины», в связи с этим важной задачей селекционной науки является создание и внедрение в производство сортов, обладающих комплексом полезных признаков и свойств, ежегодно формирующих высокое качество зерна.

Согласно проведенным исследованиям варьирование количества клейковины изучаемых сортов и линий отмечено от 25,2% (Бонус, Этюд и 1377/07) до 30,9% (Танаис).

Высоким содержанием клейковины в зерне на уровне 2-го класса качества характеризовались сорта Танаис (30,9%), Аксинья (30,2%), Находка (29,5%), Донская степь (28,6%) и линия 1261/13 (28,4%). Остальные образцы были на уровне 3-го класса качества.

Проведенный корреляционный анализ показал, что между признаками «количество клейковины» и «общая хлебопекарная оценка» установлена средняя положительная значимая взаимосвязь $r = 0,62$. Эти данные согласуются с результатами, полученными в ранее проведенном исследовании (Вожжова и Кравченко, 2013).

Основным назначением зерна является получение муки, которая в свою очередь входит в качестве ингредиента в большое количество продуктов питания. Поэтому считаем, что изучение мукомольных свойств сортов и качества муки, полученной из их зерна, является актуальной задачей.

Лабораторный помол является сложным технологическим процессом, состоящим из большого количества операций, каждая из которых оказывает влияние на пищевую ценность и качество конечных продуктов (Беркутова и др., 2010).

Изучение сортовых помолов показало, что сорта и линии озимой пшеницы характеризовались высоким выходом муки – более 70% (рис. 1).

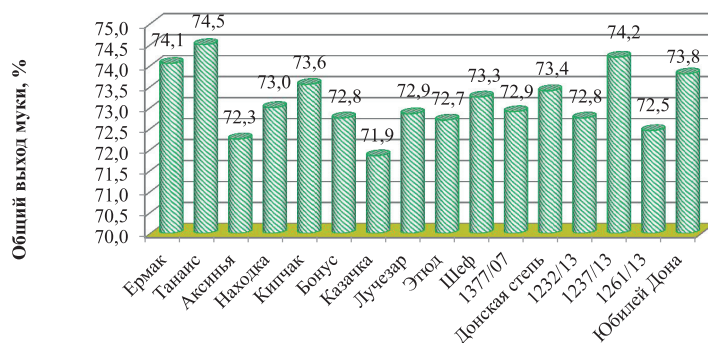


Рис. 1. Общий выход муки сортов и линий озимой мягкой пшеницы (среднее за 2016–2017 гг.), %

Fig. 1. Total flour extraction of the winter soft wheat varieties and lines (on average during the years 2016–2017), %

Установлено, что коэффициент корреляции между значениями общего выхода муки и натурной массы зерна составил $r = 0,46$, между выходом муки и общей стекловидностью – $r = 0,32$, что свидетельствует о положительной зависимости выхода муки с физическими признаками качества зерна. Наиболее высокий выход муки получен у сортов Танаис (74,5%), Ермак (74,1%) и линии 1261/13 (74,2%).

Белизна и зольность – важные качественные показатели муки. Эти признаки включены в перечень основных показателей качества муки, причем оба свидетельствуют о соотношении содержания частиц

эндосперма и отрубчатых оболочек – анатомических составляющих зерновки.

Установлено, что за изучаемый период выделялись сорта, мука из зерна которых по ГОСТ 26361-2013 соответствовала высшему сорту по белизне (54,0–80,0 усл. ед.): Аксинья (55,64 усл. ед.), Находка (55,18 усл. ед.), Кипчак (54,01 усл. ед.), Бонус (54,90 усл. ед.), Казачка (54,40 усл. ед.) и линия 1261/13 (54,30 усл. ед.) (табл. 1).

Мука остальных образцов соответствовала первому сорту (36,0–53,0 усл. ед.).

1. Показатели качества муки сортов и линий озимой пшеницы (среднее за 2016–2017 гг.)

1. Indexes of flour quality of the winter soft wheat varieties and lines (on average during the years 2016–2017)

Сорт/линия	Зольность муки, %	Белизна муки, усл. ед.
Ермак	0,54	49,16
Танаис	0,52	49,41
Аксинья	0,42	55,64
Находка	0,59	55,18
Кипчак	0,75	54,01
Бонус	0,60	54,90
Казачка	0,66	54,40
Лучезар	0,57	49,36
Этюд	0,63	49,86
Шеф	0,57	47,27
1377/07	0,81	51,87
Донская степь	0,46	44,92
1232/13	0,51	52,70
1237/13	0,57	51,41
1261/13	0,46	54,30
Юбилей Дона	0,40	49,56
НСР _{0,5}	0,15	0,91

2. Реологические свойства сортов и линий озимой пшеницы (среднее за 2016–2017 гг.)

2. Rheological properties of the winter soft wheat varieties and lines (on average during the years 2016–2017)

Сорт/линия	«Сила муки», ед. а.	Коэффициент Р/І
Ермак	266	1,6
Танаис	289	1,7
Аксинья	289	1,0
Находка	311	2,1
Кипчак	290	1,5
Бонус	215	1,8
Казачка	247	1,8
Лучезар	266	2,4
Этюд	254	0,9
Шеф	292	1,9
1377/07	275	1,7
Донская степь	271	2,2
1232/13	256	2,1
1237/13	254	1,9
1261/13	274	1,2
Юбилей Дона	342	2,1
НСР _{0,5}	9,1	0,2

По зольности высшему сорту соответствовала мука из зерна образцов Аксинья (0,42%), Донская степь (0,40%), Юбилей Дона (0,40%) и линии 1261/13 (0,46%).

Высокие реологические свойства теста (не менее 280 ед. а.) отмечены у 6 изучаемых сортов: Юбилей Дона (342 ед. а.), Находка (311 ед. а.), Шеф (292 ед. а.), Кипчак (290 ед. а.), Танаис (289 ед. а.) и Аксинья (289 ед. а.). Перечисленные сорта относятся к классу сильных пшениц (табл. 2).

Коэффициент отношения упругости теста к его растяжимости (Р/І) у образцов озимой мягкой пшеницы был в пределах от 0,9 (Этюд) до 2,4 (Лучезар). Все анализируемые образцы пшеницы имели хорошую эластичность теста, за исключением сортов Донская степь (2,2) и Лучезар (2,4).

Основным методом оценки качества пшеничной муки является пробная выпечка хлеба (Ионова и др., 2017).

Выявлено, что по объемному выходу хлеба в среднем за изучаемый период выделились сорта

Находка (705 мл), Аксинья (695 мл) и Донская степь (685 мл), которые соответствовали классу сильных пшениц (рис. 2).

Хлебопекарная оценка выделенных образцов составила у сортов: Находка – 4,3; Аксинья – 4,4; Донская степь – 4,2 балла.

Ценными по объемному выходу хлеба были сорта Бонус (650 мл), Кипчак (650 мл), Казачка (640 мл) и Лучезар (630 мл). Хлебопекарная оценка этих сортов составила 4,0; 3,9; 3,8 и 3,7 балла соответственно.

Выводы. В результате проведенных исследований выделены образцы озимой пшеницы Аксинья, Находка, Донская степь и линия 1261/13, обладающие высокими качественными показателями зерна, муки и хорошими технологическими характеристиками. Выделенные сорта и линию рекомендуется использовать в селекционном процессе в качестве источников высокого качества зерна и для получения муки хлебопекарного назначения.

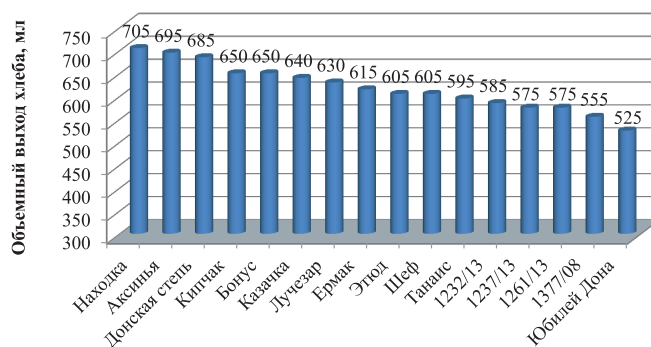


Рис. 2. Объемный выход хлеба сортов и линий озимой пшеницы (среднее за 2016–2017 гг.)

Fig. 2. Total yield of bread made of the winter soft wheat varieties and lines (on average during the years 2016–2017)

Библиографические ссылки

1. Вожжова Н. Н., Кравченко Н. С. Изучение взаимосвязей основных признаков, влияющих на качество зерна линий озимой мягкой пшеницы интенсивного типа // Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика: материалы научно-практической конференции, приуроченной к 80-летию юбилею В. М. Пенчукова. 2013. С. 36–39.

2. Беркутова Н., Сандухадзе Б., Кондратьева О., Беркутова Д. Мукомольные свойства зерна перспективных сортов озимой пшеницы // Хлебопродукты. 2010. № 11. С. 51–53.
3. Ионова Е. В., Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Васюшкина Н. Е., Олдырева И. М. Технологическая оценка зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6(54). С. 16–21.
4. Толобова Г. В., Лetyаго Ю. Г., Белкина Р. И. Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по технологическим свойствам и биохимическим признакам // Агропродовольственная политика России. 2015. № 5(41). С. 64–67.

References

1. Vozhzhova N. N., Kravchenko N. S. Izucheniye vzaimosvyazey osnovnykh priznakov, vliyayushchikh na kachestvo zerna liniy ozimoy myagkoj pshenicy intensivnogo tipa [The study of the interrelationship of the main features affecting the grain quality of winter wheat lines of intensive type] // Nauchno-obosnovannyye sistemy zemledeliya: teoriya i praktika: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, priurochennoj k 80-letnemu yubileyu V. M. Penchukova. 2013. S. 36–39.
2. Berkutova N., Sanduhadze B., Kondrat'eva O., Berkutova D. Mukomol'nye svoystva zerna perspektivnykh sortov ozimoy pshenicy [Flour milling properties of the grain of promising winter wheat varieties] // Hleboprodukty. 2010. № 11. S. 51–53.
3. Ionova E. V., Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G., Vasyushkina N. E., Oldyreva I. M. Tekhnologicheskaya ocenka zerna sortov i liniy ozimoy myagkoj pshenicy selekcii FGBNU "ANC "Donskoy" [Technological grain estimation of the winter soft wheat varieties and lines developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"] // Zernovoe hozaystvo Rossii. 2017. № 6(54). S. 16–21.
4. Tolobova G. V., Letyago Yu. G., Belkina R. I. Ocenka sortov myagkoj yarovoj pshenicy po tekhnologicheskim svoystvam i biokhimicheskim priznakam [Assessment of spring soft wheat varieties on their technological properties and biochemical characteristics] // Agroproduktov'stvennaya politika Rossii. 2015. № 5(41). S. 64–67.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.31:633.361.631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-10-14

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА КОРМА РАЗНЫХ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ И ЭСПАРЦЕТА

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

Т. В. Грязева, кандидат сельскохозяйственных наук, агроном лаборатории многолетних трав, mnogoletnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6846-1108;

Н. Г. Игнатьева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

Основными многолетними кормовыми бобовыми культурами на юге России являются люцерна и эспарцет. В силу хозяйственно-биологических свойств на их возделывание опирались и в будущем будут строиться растениеводство и кормопроизводство. Недостаточные посевные площади этих бобовых трав не дают возможности обеспечивать животноводство полноценными кормами, рационально использовать климатические, почвенные и растительные ресурсы. Изучение созданного в ФГБНУ «АНЦ «Донской» и включенного в Госреестр сортового состава люцерны и эспарцета показало, что потенциал продуктивности этих сортов дает возможность стабильно получать достаточно высокую урожайность кормовой массы при различных складывающихся погодно-климатических условиях. В среднем за 6 лет урожайность зеленой массы у стандарта Ростовская 90 составляла 27,0 т/га в первом укосе и 18,1 т/га во втором, а в сумме за два укоса – 45,1 т/га. В первом укосе 5 лет из 6 урожайность зеленой массы сортов люцерны Люция и Селянка достоверно превышала стандарт. В среднем за два укоса у сортов Люция (47,8 т/га) и Селянка (48,9 т/га) урожайность зеленой массы была выше, чем у стандарта. Урожайность абсолютно сухого вещества стандарта Ростовская 90 варьировала от 6,7 до 7,7 т/га в первом укосе и от 4,3 до 5,2 т/га во втором. Сорта Люция и Селянка по урожайности абсолютно сухого вещества достоверно превосходили стандарт в первом укосе, но во втором укосе их урожайность была равна урожайности стандарта. По урожайности зеленой массы одного укоса изучаемые сорта эспарцета не уступали урожайности первого укоса люцерны. У стандарта Зерноградский 2 урожайность зеленой массы была в пределах от 24,4 до 31,1 т/га; у эспарцета сорта Велес – от 26,8 до 39,4 т/га; сорта Сударь – от 28,8 до 33,3 т/га. Подобным же образом складывалась у эспарцетов и урожайность сухого вещества. У стандарта Зерноградский 2 минимальной она была 6,1 т/га, максимальной – 7,8 т/га; у сорта Велес она была соответственно 6,7 и 9,8 т/га; у сорта Сударь – 7,2 и 8,8 т/га. В сумме за 2 укоса сорта люцерны обеспечивали сбор с 1 га 7,45–8,12 тыс. кормовых единиц, 2,29–2,57 т/га сырого и 1,59–1,78 т/га переваримого протеина. Более высокий сбор питательных веществ, в сравнении со стандартом, был у сортов Люция и Селянка. По продуктивности питательных веществ изучаемые сорта эспарцета незначительно, но уступали сортам люцерны в первом укосе. В среднем они обеспечивали сбор 3,89–4,55 тыс./га кормовых единиц, 1,34–1,55 т/га сырого протеина и 0,93–1,11 т/га переваримого протеина. В сравнении со стандартом Зерноградский 2 большая продуктивность питательных веществ была у сортов эспарцета Велес и Сударь.

Ключевые слова: сорт, люцерна, эспарцет, урожайность, зеленая масса, сухое вещество, кормовая единица, протеин.



THE STUDY OF THE PRODUCTIVITY DYNAMICS AND QUALITY OF FORAGE MADE FROM DIFFERENT VARIETIES OF ALFALFA AND SAINFOIN

S. A. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of perennial grasses, mnogoletnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

T. V. Gryazeva, Candidate of Agricultural Sciences, agronomist of the laboratory of perennial grasses, mnogoletnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6846-1108;

N. G. Ignatieva, technician-researcher of the laboratory of biochemical evaluation of breeding material and grain quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

A. A. Regidin, junior researcher the laboratory of perennial grasses, mnogoletnie.travy@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501

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

Alfalfa and sainfoin have always been the main perennial fodder legumes in the south of Russia. Because of their economic and biological properties, crop and fodder production have always relied on their cultivation and will rely on it in the future. Insufficient cultivated areas of these legumes make it impossible to provide livestock with balanced feed, to use climatic, soil and plant resources rationally. The study of the varietal composition of alfalfa and sainfoin developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" showed that the productivity potential of these varieties makes it possible to obtain a fairly high yields of forage under various weather-climatic conditions. For 6 years the average yield of green mass of the standard variety "Rostovskaya 90" was 27.0 t/ha in the first cutting and 18.1 t/ha in the second cutting, and in the total for two cuttings it is 45.1 t/ha. In the first cutting for 5 years out of 6, the green mass productivity of the alfalfa varieties "Lyutsiya" and "Selyanka" significantly exceeded the standard variety. On average for two cuttings, green mass productivity of the varieties "Lyutsiya" (47.8 t/ha) and "Selyanka" (48.9 t/ha) was higher than that of the standard variety. The yield of absolutely dry matter of the standard variety "Rostovskaya 90" varied from 6.7 t/ha to 7.7 t/ha in the first cutting and from 4.3 t/ha to 5.2 t/ha in the second cutting. The yield of absolutely dry matter of the alfalfa varieties "Lyutsiya" and "Selyanka" reliably exceeded the standard variety in the first cutting, but in the second cutting their yield was equal to the yield of the standard variety. According to the green mass yield of one cutting, the studied varieties of sainfoin were as good as the alfalfa productivity in the first cutting. The green mass productivity of the standard variety "Zernogradsky 2" ranged from 24.4 to 31.1 t/ha, the green mass productivity of the sainfoin variety "Veles" ranged from 26.8 t/ha to 39.4 t/ha, and the green mass productivity of the variety "Sudar" ranged from 28.8 t/ha to 33.3 t/ha. The dry matter productivity of the sainfoin varieties developed in a similar way. The minimum dry matter productivity of the standard variety "Zernogradsky 2" was 6.1 t/ha, the maximum was 7.8 t/ha. The minimum dry matter productivity of the variety "Veles" was 6.7 t/ha and the maximum was 9.8 t/ha. The minimum dry matter productivity of the variety "Sudar" was 7.2 t/ha and the maximum was 8.8 t/ha. In total for 2 cuttings, the alfalfa varieties produced 7.45–8.12 thousand of fodder units, 2.29–2.57 t/ha of raw protein and 1.59–1.78 t/ha of digestible protein. The varieties "Lyutsiya" and "Selyanka" showed a higher yield of nutrients, compared with the standard variety. The nutrient productivity of the studied sainfoin varieties slightly yielded to the alfalfa varieties in the first cutting. On average they produced 3.89–4.55 thousand of fodder units per hectare, 1.34–1.55 t/ha of raw protein and 0.93–1.11 t/ha of digestible protein. In comparison with the standard variety "Zernogradsky 2", the sainfoin varieties "Veles" and "Sudar" had a greater productivity of nutrients.

Keywords: variety, sainfoin, alfalfa, productivity, green mass, dry matter, fodder unit, protein.

Введение. Одним из резервов повышения производства кормов, высокого их качества, который не требует многих затрат, является возделывание более урожайных новых сортов многолетних трав.

Из-за сложных почвенно-климатических условий Ростовской области и засушливости климата необходимо подбирать такие кормовые культуры, которые наиболее полно использовали бы периоды вегетации с лучшей обеспеченностью влагой и благоприятный температурный режим. Наиболее полно биоклиматический потенциал области используют многолетние травы и бобовые в частности.

Основными многолетними кормовыми бобовыми культурами на юге России являются люцерна и эспарцет. В силу хозяйственно-биологических свойств на их возделывание опирались и в будущем будут строиться растениеводство и кормопроизводство (Жученко, 2004; Косолапов и др., 2015). Эти многолетние бобовые травы дают полноценные корма, рациональные севообороты и повышение урожайности последующих культур, сохранение и повышение плодородия почв, устойчивость производства растениеводческой и животноводческой продукции.

Недостаточные посевные площади бобовых многолетних трав не дают возможности обеспечивать животноводство полноценными кормами (Горлов и др., 2014; Лобачева, 2017), рационально использовать климатические, почвенные и растительные ресурсы (Уваров и Демидова, 2014; Володин и др., 2015).

Созданные в последнее время сорта люцерны и эспарцета еще не достаточно широко используются в производстве. Причины этого разные: слабое развитие животноводства, дороговизна семян многолетних трав высоких репродукций, недостаток знаний нового сортового состава многолетних трав и его рекламы.

Целью исследований являлось изучение продуктивности и кормовой ценности созданных в разное время сортов люцерны и эспарцета в различных почвенно-климатических условиях.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в рамках конкурсных сортоиспытаний люцерны и эспарцета посевов 2011, 2013 и 2015 гг. на землях ФГБНУ «АНЦ «Донской» согласно «Методическим рекомендациям по селекции многолетних трав» (1985).

Почвенный покров участка – чернозем обыкновенный мощный карбонатный тяжелосуглинистый. В слое почвы 0–20 см содержание гумуса составляет 3,6%, подвижного фосфора – 18, обменного калия – 320 мг/кг почвы.

Посев проводили весной, люцерну и эспарцет высевали нормой 5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянок – 25 м², повторность – шестикратная.

Статистическую обработку результатов выполняли с использованием компьютерных программ Excel, Statistica 10.0.

В период активной вегетации за время проведения опыта четыре года недобор осадков от средней многолетней нормы (268,2 мм) составлял от 9,7 до

19,1%. За два года сумма осадков в вегетацию на 7,5 и 17,0% превышала среднее многолетнее их количество. По сезонам осадки распределялись крайне неравномерно. Их большая часть выпадала в конце весны – начале лета и носила ливневый характер. Для всех лет исследований характерен острый недостаток осадков второй половины вегетации на фоне высоких среднесуточных температур воздуха – на 1,5–2,3 °C выше средних многолетних.

Такие погодно-климатические условия позволили объективно оценить изучаемые сорта люцерны и эспарцета на продуктивность кормовой массы.

Качество и питательность кормовой массы определяли согласно «Методическим указаниям по оценке качества и питательности кормов» (Сычев и Лепешкин, 2002).

Результаты и их обсуждение. Изучение сортового состава включенных в Госреестр сортов люцерны и эспарцета показало, что потенциал продуктивности этих сортов дает возможность стабильно получать достаточно высокую урожайность кормовой массы (табл. 1, 2) при различных складывающихся погодно-климатических условиях.

1. Урожайность кормовой массы разных сортов люцерны, т/га 1. Productivity of forage of different alfalfa varieties, t/ha

Годы	Ростовская 90, ст.		Люция		Селянка		HCP ₀₅	
	зеленая масса	АСВ	зеленая масса	АСВ	зеленая масса	АСВ	зеленая масса	АСВ
2012	27,6/17,9	7,4/4,3	31,8/17,4	8,6/4,4	33,9/17,9	9,2/4,4	1,32/0,41	0,21/0,11
2013	28,3/18,6	7,7/5,0	32,7/19,3	8,7/5,1	36,1/18,8	9,6/5,2	1,21/0,39	0,29/0,17
2014	27,4/19,3	7,4/5,1	26,4/17,1	7,2/4,6	26,0/17,9	7,2/4,7	1,13/0,37	0,19/0,13
2015	26,2/18,8	7,2/5,2	29,3/18,4	8,0/4,9	30,2/19,1	8,3/5,2	1,31/0,35	0,33/0,15
2016	27,5/16,7	7,4/4,5	29,8/17,4	8,1/4,7	29,5/19,0	8,2/5,0	1,41/0,49	0,27/0,16
2017	24,7/17,5	6,7/4,3	26,2/17,4	7,2/4,6	27,1/17,7	7,3/4,5	1,26/0,42	0,24/0,17
V, %	4,8/5,2	4,5/8,8	9,2/4,8	8,1/5,5	12,8/3,4	11,7/7,3		
Средняя	27,0/18,1	7,3/4,8	30,0/17,8	8,0/4,7	30,5/18,4	8,3/4,8		

Примечание: в числителе – 1-й укос; в знаменателе – 2-й укос.

Урожайность зеленой массы принятого за стандарт сорта люцерны Ростовская 90 по годам колебалась от 24,7 до 28,3 т/га в первом укосе и от 16,7 до 19,3 т/га во втором укосе. Коэффициент вариации этого признака у сорта составлял 4,8% в первом и 5,2% во втором укосах. В среднем же за эти годы урожайность зеленой массы Ростовской 90 составила 27,0 т/га в первом и 18,1 т/га во втором укосах, а в сумме за два укоса – 45,1 т/га.

Урожайность зеленой массы сортов люцерны Люция и Селянка в первом укосе 5 лет из 6 достоверно превышала стандарт. Во втором укосе урожайность сорта Люция 2 года достоверно была выше, чем у стандарта, один год была на уровне и 3 года уступала ему. В среднем за все годы урожайность зеленой массы сорта Люция в первом укосе была выше, чем у стандарта, и составила 30,0 т/га, во втором укосе была ниже (17,8 т/га), чем у Ростовской 90.

У сорта Селянка урожайность зеленой массы во втором укосе 3 года была выше, чем у стандарта Ростовская 90, один год была равна урожайности стандарта и два года была недостоверно, но выше, чем у стандарта. Коэффициент вариации урожайности сорта был средним (12,8%) в первом укосе и незначительным (3,4%) во втором укосе.

В сумме за два укоса урожайность зеленой массы сортов Люция (47,8 т/га) и Селянка (48,9 т/га) была выше, чем у стандарта Ростовская 90.

Урожайность сухого вещества стандарта Ростовская 90 за годы исследований изменялась от 6,7 до 7,7 т/га в первом и от 4,3 до 5,2 т/га во втором укосах. Коэффициент вариации у него при этом был соответственно 8,7 и 4,5%.

Сорта Люция и Селянка по урожайности сухого вещества в первом укосе достоверно превосходили стандарт Ростовская 90, но во втором укосе их урожайность была равна стандарту. На наш взгляд, эти новые сорта люцерны не смогли реализовать свой урожайный потенциал во втором укосе из-за остро-

го недостатка влаги второй половины вегетации. Это подтверждают данные динамики запасов продуктивной влаги под люцерной, проведенные на протяжении многих лет наблюдениями Гриценко (2002). Его установлено, что в июле-августе на богаре люцерны испытывает острый дефицит влаги. А самое низкое количество усвояемой влаги в метровом слое почвы (35 мм) отмечается даже в октябре. Этим, очевидно, и объясняется отсутствие достоверных различий в урожайности сухого вещества между сортами люцерны во втором укосе.

Усиление засушливости вегетационного периода на фоне увеличения суммы годовых осадков в этом районе отмечено и в более поздних исследованиях (Кривошеев и др., 2014).

По урожайности зеленой массы одного укоса изучаемые сорта эспарцета не уступают урожайности первого укоса люцерны. Так, урожайность зеленой массы сорта эспарцета Зерноградский 2, принятого за стандарт, составляла 24,4–31,1 т/га. Коэффициент вариации признака у него был незначительным (8,4%). Урожайность сорта Велес варьировала от 26,8 до 39,4 т/га, а у сорта Сударь – от 28,8 до 33,3 т/га. Коэффициенты вариации урожайности этих сортов соответственно были средним (14,6%) и незначительным (8,7%) (табл. 2).

Подобным же образом складывалась у эспарцетов и урожайность сухого вещества. У стандарта Зерноградский 2 минимальной она была 6,1 т/га, максимальной – 7,8 т/га; у сорта Велес – соответственно 6,7 и 9,8 т/га; у сорта Сударь – 7,2 и 8,8 т/га.

Урожайность абсолютно сухого вещества сортов эспарцета Велес и Сударь 5 лет из 6 учетных достоверно превышала стандарт. В среднем за эти годы превышение составляло соответственно по зеленой массе 13,2 и 12,1%, по сухому веществу – 12,8 и 11,4%.

Коэффициенты вариации этого признака были незначительными у стандарта Зерноградский 2 (9,3%) и сорта Сударь (8,8%) и средним (14,1%) у сорта Велес.

2. Урожайность кормовой массы разных сортов эспарцета, т/га

2. Productivity of forage of different sainfoin varieties, t/ha

Годы	Зерноградский 2, ст.		Велес		Сударь		НСП ₀₅	
	зеленая масса	АСВ	зеленая масса	АСВ	зеленая масса	АСВ	зеленая масса	АСВ
2012	30,2	7,6	26,8	6,7	29,2	7,3	1,24	0,23
2013	26,3	6,6	29,0	7,2	28,8	7,2	1,32	0,30
2014	24,4	6,1	30,0	7,5	29,4	7,2	1,08	0,29
2015	27,1	6,8	31,2	7,8	32,9	8,2	1,34	0,25
2016	29,7	7,4	39,4	9,8	33,3	8,3	1,43	0,33
2017	31,1	7,8	34,2	8,6	35,4	8,8	1,38	0,27
V, %	8,4	9,3	14,6	14,1	8,7	8,8		
Средняя	28,1	7,0	31,8	7,9	31,5	7,8		

Изучаемые сорта люцерны в первом укосе обеспечивали 4,35–5,15 тыс./га кормовых единиц, 1,29–1,65 т/га сырого и 0,88–1,25 т/га переваримого протеина. Стандарт Ростовская 90 уступала по этим показателям сортам Люция и Селянка. Во втором укосе по сортам люцерны сбор кормовых единиц достигал 2,79–3,28 тыс./га, сырого протеина – 0,83–1,65 т/га и переваримого протеина – 0,58–0,73 т/га, что составило 61–73% от их сбора в первом укосе (табл. 3).

В сумме за два укоса сбор кормовых единиц колебался от 7,4 до 8,12 тыс./га; сырого протеина – от 2,29 до 2,57 т/га; переваримого протеина – от 1,59 до 1,78 т/га.

Более высокий сбор питательных веществ, в сравнении со стандартом, был у сортов Люция и Селянка.

По продуктивности питательных веществ изучаемые сорта эспарцета незначительно, но уступали сортам люцерны в первом укосе (табл. 4).

3. Кормовая продуктивность сортов люцерны (2015–2017 гг.)

3. Forage productivity of alfalfa varieties (2015–2017)

Сорт	Годы	Сбор с 1 га			Содержание обменной энергии, МДж в 1 кг сухого вещества	Переваримого протеина на 1 к. ед., г
		кормовых единиц, тыс./га	сырого протеина, т/га	переваримого протеина, т/га		
Ростовская 90, ст.	2015	4,46/3,27	1,45/1,03	1,00/0,72	11,0/11,0	224/220
	2016	4,66/2,83	1,41/0,88	0,97/0,61	11,0/11,0	211/218
	2017	4,35/2,79	1,29/0,83	0,89/0,58	11,0/11,0	205/207
	Средняя	4,49/2,96	1,38/0,91	0,95/0,64	11,0/11,0	210/215
Люция	2015	5,04/3,09	1,64/1,04	1,13/0,73	11,1/11,0	224/237
	2016	5,02/3,01	1,62/0,94	1,12/0,66	11,0/11,0	222/218
	2017	4,46/2,99	1,49/0,95	1,03/0,67	10,9/11,0	230/222
	Средняя	4,84/3,03	1,58/0,98	1,09/0,68	11,0/11,0	225/225
Селянка	2015	5,15/3,28	1,65/1,03	1,14/0,72	11,1/11,0	221/220
	2016	5,08/3,15	1,63/0,99	1,25/0,70	11,1/11,0	221/220
	2017	4,74/2,97	1,50/0,92	1,03/0,64	11,0/11,0	217/217
	Средняя	4,99/3,13	1,59/0,98	1,09/0,69	11,1/11,0	220/219

Примечание: в числителе – 1-й укос; в знаменателе – 2-й укос.

4. Кормовая продуктивность сортов эспарцета (2015–2017 гг.)

4. Forage productivity of sainfoin varieties (2015–2017)

Сорт	Годы	Сбор с 1 га			Содержание обменной энергии, МДж в 1 кг сухого вещества	Переваримого протеина на 1 к. ед., г
		кормовых единиц, тыс./га	сырого протеина, т/га	переваримого протеина, т/га		
Зерноградский 2, ст.	2015	3,60	1,24	0,87	10,0	241
	2016	3,92	1,35	0,93	10,5	238
	2017	4,13	1,42	0,97	10,6	236
	Средняя	3,89	1,34	0,93	10,3	238
Велес	2015	4,13	1,45	1,00	10,0	242
	2016	5,19	1,79	1,24	10,7	238
	2017	4,56	1,60	1,10	10,8	241
	Средняя	4,63	1,61	1,11	10,5	240
Сударь	2015	4,42	1,51	1,04	10,0	235
	2016	4,48	1,54	1,07	10,5	239
	2017	4,75	1,62	1,13	10,6	238
	Средняя	4,55	1,55	1,08	10,3	237

В среднем они обеспечивали сбор 3,89–4,63 тыс./га кормовых единиц; 1,34–1,61 т/га сырого протеина; 0,93–1,11 т/га переваримого протеина. В сравнении со стандартом Зерноградский 2 большая продуктивность питательных веществ была у сортов Велес и Сударь.

Содержание энергии в 1 кг сухого вещества у сортов люцерны в первом и втором укосах (11 МДж/кг) было выше, чем у сортов эспарцета (10,3–10,5 МДж/кг), обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была лучше у эспарцетов.

Выводы. Потенциал продуктивности сортов люцерны и эспарцета селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», включенных в Госреестр селекционных достижений, дает возможность стабильно получать высокую урожайность кормовой массы при разных складывающихся погодно-климатических условиях.

В сумме за два укоса урожайность зеленой массы и абсолютно сухого вещества сортов Люция (соответственно 47,8 и 12,7 т/га) и Селянка (48,9 и 13,1 т/га) была выше, чем у стандарта Ростовская 90 (45,1 и 12,1 т/га).

По урожайности зеленой массы и сухого вещества одного укоса сорта эспарцета не уступали уро-

жайности первого укоса люцерны. В среднем за годы изучения урожайность зеленой массы и абсолютно сухого вещества стандарта Зерноградский 2 были 28,1 и 7,0 т/га; сорта Велес – 31,8 и 7,9 т/га; сорта Сударь – 31,5 и 7,8 т/га соответственно.

Более высокий сбор питательных веществ, в сравнении со стандартом Ростовская 90, был у сортов Люция и Селянка.

По продуктивности питательных веществ изучаемые сорта эспарцета незначительно, но уступали сортам люцерны в первом их укосе.

Библиографические ссылки

1. Володин А. Б., Капустин С. И., Саворцов М. А. Пути интенсификации полевого кормопроизводства в Ставропольском крае // Кормопроизводство. 2015. № 8. С. 3–6.
2. Горлов И. Ф., Шахбазова О. П., Губарева В. В. Оптимизация кормопроизводства для обеспечения молочного скотоводства кормами собственного производства // Кормопроизводство. 2014. № 4. С. 3–7.
3. Гриценко А. А. Агрометеорологические условия в Зерноградском районе Ростовской области (1930–2002 гг.). Ростов н/Д., 2005. 80 с.
4. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1109 с.
5. Косолапов В. М., Пилипко С. В., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 4. С. 35–37.
6. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Буин Н. П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 44–50.
7. Лобачева Т. И. Состояние и направления развития кормовой базы животноводства // Кормопроизводство. 2017. № 8. С. 3–9.
8. Уваров Г. И., Демидова А. Г. Полевое кормопроизводство в Белгородской области // Кормопроизводство. 2014. № 1. С. 3–6.

References

1. Volodin A. B., Kapustin S. I., Savorcov M. A. Puti intensifikacii polevogo kormoproizvodstva v Stavropol'skom krae [The ways to intensify field forage production in the Stavropol Area] // Kormoproizvodstvo. 2015. № 8. S. 3–6.
2. Gorlov I. F., SHahbazova O. P., Gubareva V. V. Optimizaciya kormoproizvodstva dlya obespecheniya molochnogo skotovodstva kormami sobstvennogo proizvodstva [Optimization of fodder production for dairy cattle breeding with own production] // Kormoproizvodstvo. 2014. № 4. S. 3–7.
3. Gricenko A. A. Agrometeorologicheskie usloviya v Zernogradskom rajone Rostovskoj oblasti (1930–2002 gg.) [Agrometeorological conditions in the Zernograd district of the Rostov region (1930–2002)]. Rostov n/D., 2005. 80 s.
4. Zhuchenko A. A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii. [Resource potential of grain production in Russia]. M.: Agrorus, 2004. 1109 s.
5. Kosolapov V. M., Pilipko S. V., Kostenko S. I. Novye sorta kormovykh kul'tur – zalog uspešnogo razvitiya kormoproizvodstva [New varieties of forage crops are the keys for successful development of fodder production] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29, № 4. S. 35–37.
6. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Buin N. P. Izmenenie klimaticheskikh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti v period vegetacii kukuruzy [Climate change in the southern zone of the Rostov region during maize growing season] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 44–50.
7. Lobacheva T. I. Sostoyanie i napravleniya razvitiya kormovoj bazy zhivotnovodstva [The state and directions of livestock fodder base development] // Kormoproizvodstvo. 2017. № 8. S. 3–9.
8. Uvarov G. I., Demidova A. G. Polevoe kormoproizvodstvo v Belgorodskoj oblasti [Field forage production in the Belgorod region] // Kormoproizvodstvo. 2014. № 1. S. 3–6.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:631.5:631.559.2:631.8:631.8.022.3(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-14-21

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА АКСИНЯ 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;

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

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

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

В статье представлены результаты трехлетних исследований (2015–2017 гг.) по воздействию различных элементов технологии возделывания на урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья. Исследования проводили на черноземных почвах южной зоны Ростовской области на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». Изучено влияние сроков посева по различ-

ным предшественникам на устойчивость сорта к полеганию. Отмечена высокая устойчивость сорта к полеганию по всем вариантам опыта. Описано изменение динамики урожайности сорта Аксинья в зависимости от срока посева по различным предшественникам. Отмечена положительная реакция сорта на ранний срок посева – 10 сентября. При посеве 10 сентября урожайность составили 5,26–6,81 т/га в зависимости от предшествующей культуры. При посеве в более поздние сроки наблюдается тенденция к снижению урожайности. В среднем за 2015–2017 гг. по паровым предшественникам и по лучшему непаровому предшественнику – гороху – мягкая озимая пшеница сорта Аксинья формировала продукцию 2-го класса, а по предшественнику подсолнечник – 3-го класса. Расчет производственной рентабельности показал, что наиболее эффективным предшественником под мягкую озимую пшеницу сорта Аксинья является горох. Низкие затраты на производство по предшественнику горох обеспечили рентабельность производства в 165,6–204,5% в зависимости от срока посева. Минимальная рентабельность производства отмечена по предшественнику подсолнечник – 83,9–111,4% в зависимости от срока посева. Выявлено, что сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья формирует урожайность благодаря числу колосьев на единицу площади и за счет продуктивности колоса. Поэтому при возделывании необходимо особое внимание уделять ранним азотным подкормкам или вносить сульфат аммония в дозе N_{30} перед посевом, что обеспечит условный чистый доход до 58 363 руб./га, а рентабельность увеличит до 233%.

Ключевые слова: мягкая озимая пшеница, сорт Аксинья, место в севообороте, срок посева, система удобрений, продуктивность.



CULTIVATION TECHNOLOGY OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETY “AKSINIYA” IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

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

A. S. Popov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of cultivation methods of grain crops, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

G. V. Ovsyannikova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

A. A. Sukharev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878

FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”
347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3

The article presents the results of three-year study (2015–2017) of the effect of various cultivation technologies on the productivity of winter soft wheat variety “Aksiniya”. The study was carried out on blackearth (chernozem) soils of the southern part of the Rostov region, in the fields of the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”. There was studied an effect of the sowing time after different forecrops on the variety resistance to lodging. There was identified high variety resistance to lodging in all variants of the experiment. There was described a change in the dynamics of the “Aksiniya” productivity depending on the sowing period after different forecrops. There was a positive reaction of the variety for an early planting on 10th September. During sowing on 10th September, the yield was 5.26–6.81 t/ha, depending on the forecrops. At sowing in later terms there is a tendency to yield decrease. In 2015–2017 the winter soft wheat variety “Aksiniya” sown in fallow land or after peas formed the products of the 2nd class, when sown after sunflower the variety formed the product of the 3^d class on average. The calculation of production profitability has shown that the most effective forecrop for the winter soft wheat variety “Aksiniya” is pea. Low production costs for the forecrop peas ensured the production profitability of 165.6–204.5%, depending on the sowing period. The minimum production profitability of the variety sown after sunflower was 83.9–111.4% depending on the sowing period. It has been established that the winter soft wheat variety “Aksiniya” forms the yield due to the number of ears per area unit and due to the ear productivity. Therefore, when cultivating it is necessary to pay special attention to early nitrogen fertilizing, or to apply ammonium sulfate in a dose of N_{30} before sowing, which will provide a conditional net income of up to 58 363 rubles per hectare, and will increase profitability up to 233%.

Keywords: winter soft wheat, the variety “Aksiniya”, crop rotation, sowing time (term), fertilizing system, productivity.

Введение. Пшеница является важнейшей продовольственной культурой в Российской Федерации, где ее площадь достигает 27 891 тыс. га, что составляет 34,6% от всех посевных площадей страны. Одним из крупнейших регионов возделывания пшеницы является Ростовская область, в которой в 2017 г. высеяно около 2500 тыс. га преимущественно озимой пшеницы (Официальный портал правительства Ростовской области).

В 2017 г. в Ростовской области валовый сбор зерновых достиг рекордных 12 млн т (Российская газета), однако получение стабильных урожаев из года в год затруднено как погодными условиями, так и недостаточным соблюдением требований технологии возделывания озимой пшеницы. Сотрудниками лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» выполняется научная деятельность по созданию и уточнению сортовых технологий возделывания новых сортов озимой пшеницы, что позволит не только повысить, но и стабилизировать по годам урожайность культуры.

Целью научной работы было выявить лучшие предшественники для возделывания мягкой озимой

пшеницы сорта Аксинья, описать реакцию на срок посева в зависимости от предшествующей культуры, определить оптимальные дозы минеральных удобрений, которые способствуют получению максимальной урожайности культуры с высоким качеством продукции.

Материалы и методы исследований. Опыты проводили с 2014 по 2017 г. на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской». Мягкую озимую пшеницу сорта Аксинья высевали по предшественникам черный пар, сидеральный пар (горчица), горох на зерно, подсолнечник. Сроки посева – 10 сентября (ранний), 20 сентября (начало оптимальных сроков), 30 сентября (конец оптимальных), 10 октября (поздний).

Влияние удобрений на урожайность мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья изучали по предшественнику черный пар. В опыте исследовали влияние следующих вариантов: Контроль (без внесения удобрений), N_{30} – осенью, N_{30} – весной, $P_{30}K_{20}$, $P_{60}K_{40}$, $P_{30}K_{20} + N_{30}$, $P_{60}K_{40} + N_{30}$, $P_{30}K_{20} + 2N_{30}$, $P_{60}K_{40} + 2N_{30}$, N_{30} (сульфат аммония перед посевом), N_{30} (аммиачная селитра перед посевом).

Исследования осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками (Доспехов, 1985; Мо-

исейченко, 1996; Звягинцев, 1978). Общая площадь делянки в опытах – 55 м², учетная – 41,25 м², повторность – четырехкратная. Норма высева – 500 шт. всхожих семян на 1 м². Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Содержание в пахотном слое почвы: гумус – 3,2%; рН – 7,0; P₂O₅ – 18,5–20,0; K₂O – 342–360 мг/кг почвы. Рельеф ровный. Климатические условия в годы проведения опытов были различными, что позволило наиболее полно раскрыть свойства мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья. Осень 2014 г. была засушливой, что привело к сильному иссушению почвы по непаровым предшественникам, 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. Зимний период характеризовался частыми оттепелями, что позволило растениям озимой пшеницы возобновлять вегетацию и активно куститься в ранневесенний период, в результате растения сформировали 2–5 стеблей. 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 острозасушливой. Всходы озимой пшеницы были получены лишь в первой декаде ноября, в связи с выпадением 38,6 мм осадков в третьей декаде октября. Вегетация была прекращена 16 ноября. Растения ушли в зиму слаборазвитыми. В первой декаде января 2016 г. температура на поверхности почвы опускалась до –21,5 °С, но при высоте снежного покрова 5 см на глубине узла кущения температура почвы установилась –0,1 °С. Минимальная температура почвы на глубине узла кущения в зимние месяцы составляла –3,2 °С, 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 °С 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), а за месяц их выпало 156,8 мм, что в 3,1 раза выше нормы. Обилие осадков, высокая влажность воздуха способствовали развитию сорной растительности, стеблевых и листовых болезней.

В осенний период 2016 г. среднесуточная температура воздуха составила 9,0 °С (норма – 9,7 °С), а количество выпавших осадков – 106,9 мм (норма – 131,5 мм). Среднесуточная температура октября была на 2 °С ниже среднесуточной (7,2 °С), что сдерживало появление всходов и развитие растений озимой пшеницы. Среднесуточная температура декабря (–4,7 °С) была ниже среднесуточной (–1,2 °С), а января и февраля соответствовала средним значениям. В зимний период, когда температура воздуха имела положительные значения, растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию.

Возобновление весенней вегетации отмечено 1 марта 2017 г. Невысокие температуры весны способствовали продолжительному кущению озимых культур, что позволило получить высокую урожайность за счет весеннего кущения.

Посев сельскохозяйственных культур, нормы посева, уходные мероприятия, защиту от вредителей и болезней осуществляли в соответствии с современ-

ными рекомендациями (Алабушев и др., 2011; Бондаренко и др., 2013).

Результаты и их обсуждение. В среднем за три года сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья показал высокую устойчивость к полеганию. Устойчивость растений по таким предшественникам, как сидеральный пар, горох, подсолнечник, находилась вне зависимости от срока посева и погодных условий года и составляла 5 баллов.

Незначительное полегание по предшественнику черный пар наблюдалось лишь во влажном 2017 г., причем лишь в тех вариантах, где применяли две азотные подкормки (2N₃₀), где устойчивость к полеганию составила 4 балла.

В среднем за 2015–2017 гг. сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья формировал стабильную урожайность как по паровым, так и по непаровым предшественникам. По предшественнику черный пар сорт Аксинья формировал максимальную урожайность при посеве 10, 20 и 30 сентября (табл. 1).

В среднем за годы исследований урожайность сорта при посеве в ранний срок (10 сентября) составила 6,81 т/га; при посеве в начале оптимальных сроков (20 сентября) – 6,82 т/га; при посеве в конце оптимальных сроков (30 сентября) – 6,70 т/га. При посеве по предшественнику черный пар в поздний срок (10 октября) урожайность в среднем за годы исследований составила 6,40 т/га, что на 0,30–0,42 т/га ниже, чем в более ранние сроки посева.

По предшественнику сидеральный пар и непаровым предшественникам наблюдалась тенденция к формированию максимальной урожайности при раннем сроке посева – 10 сентября. При посеве 10 сентября по сидеральному пару урожайность в среднем за три года составила 6,81 т/га; при посеве 20 сентября – 6,65 т/га; при посеве 30 сентября – 6,48 т/га и при посеве 10 октября – 6,20 т/га. Таким образом, урожайность от раннего (10 сентября) к позднему сроку (10 октября) посева постепенно снижалась на 0,16; 0,33 и 0,61 т/га.

По предшественнику горох на зерно урожайность при раннем сроке посева (10 сентября) составила 6,81 т/га; при посеве в начале оптимальных сроков посева (20 сентября) – 6,53 т/га; при посеве в конце оптимальных сроков (30 сентября) – 6,36 т/га и при посеве в поздний срок (10 октября) – 5,94 т/га, что ниже, чем при раннем сроке посева (10 сентября) на 0,28; 0,45 и 0,87 т/га соответственно.

По предшественнику подсолнечник урожайность сорта была самой низкой и составила 4,58–5,26 т/га, что на 14,4–29,6% ниже, чем по другим предшественникам. При посеве 10 сентября урожайность составила 5,26 т/га; при посеве 20 сентября – 5,07 т/га; при посеве 30 сентября – 4,99 т/га, а при посеве в поздний срок 10 октября – 4,58 т/га. При более поздних сроках посева урожайность снижалась в сравнении с ранним сроком на 0,19; 0,27 и 0,68 т/га соответственно.

Структурный анализ урожайности показал, что в среднем за годы исследований сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья формировал высокую продуктивность за счет числа продуктивных стеблей и массы зерна с колоса.

По предшественнику черный пар число продуктивных колосьев составило 514–564 шт./м², а число зерен в колосе – 30,9–36,7 шт. Масса зерна с колоса составила 1,27–1,33 г в зависимости от срока посева. Высота растений достигала 80–90, а длина колоса – 6,7–7,2 см.

По предшественнику сидеральный пар число продуктивных колосьев составило 485–531 шт./м², число зерен в колосе – 32,3–35,5 шт., а масса зерна с колоса – 1,32–1,35 г (табл. 2).

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

1. Productivity of the winter soft wheat variety "Aksiniya" according to various forecrops and sowing time, t/ha

Срок посева (В)	Урожайность по годам			Среднее
	2015	2016	2017	
Предшественник – черный пар (А)				
10 сентября	6,40	6,11	7,92	6,81
20 сентября	6,68	6,12	7,66	6,82
30 сентября	6,52	6,14	7,43	6,70
10 октября	6,22	6,03	6,95	6,40
Предшественник – сидеральный пар				
10 сентября	6,61	6,08	7,73	6,81
20 сентября	6,56	5,74	7,65	6,65
30 сентября	6,30	5,72	7,41	6,48
10 октября	5,96	5,70	6,93	6,20
Предшественник – горох				
10 сентября	6,71	6,31	7,42	6,81
20 сентября	6,56	5,71	7,32	6,53
30 сентября	6,30	5,64	7,14	6,36
10 октября	6,04	5,38	6,41	5,94
Предшественник – подсолнечник				
10 сентября	5,17	5,09	5,52	5,26
20 сентября	5,14	4,59	5,48	5,07
30 сентября	5,13	4,61	5,24	4,99
10 октября	4,72	4,14	4,87	4,58
НСР _{0,05}	0,20	0,22	0,21	0,48
Доли влияния факторов	А – 82,0% В – 9,9%	А – 66,1% В – 13,3%	А – 79,7% В – 10,6%	А – 54,7% В – 6,8%

**2. Структура урожая мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья в зависимости от сроков посева
и предшественников (в среднем за 2015–2017 гг. исследований)**

2. The yield structure of the winter soft wheat variety "Aksiniya" according to various forecrops and sowing time (on average during the years 2015–2017)

Срок посева	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Высота растений, см	Длина колоса, см
Предшественник – черный пар					
10 сентября	564	36,7	1,30	90	7,0
20 сентября	555	34,9	1,31	89	7,1
30 сентября	529	30,9	1,33	87	7,2
10 октября	514	31,1	1,27	80	6,7
Предшественник – сидеральный пар					
10 сентября	531	35,5	1,35	82	7,0
20 сентября	520	34,9	1,32	82	7,1
30 сентября	505	32,3	1,32	80	7,0
10 октября	485	33,3	1,33	76	6,8
Предшественник – горох					
10 сентября	512	33,7	1,37	83	6,1
20 сентября	496	32,8	1,37	82	5,8
30 сентября	477	31,5	1,40	81	5,6
10 октября	421	31,8	1,43	80	5,4
Предшественник – подсолнечник					
10 сентября	421	29,9	1,30	77	7,1
20 сентября	405	27,0	1,30	78	6,5
30 сентября	393	32,6	1,31	76	6,3
10 октября	368	33,7	1,34	75	7,0

По предшественнику горох число продуктивных колосьев находилось на уровне 421–512 шт./м², а число зерен в колосе составляло 31,5–33,7 шт. при массе зерна с колоса 1,37–1,43 г в зависимости от срока посева.

По предшественнику подсолнечник число продуктивных колосьев было минимальным и составило 368–421 шт./м². Число зерен в колосе составило 27,0–33,7 шт., а масса зерна с колоса – 1,30–1,34 г в

зависимости от срока посева. Растения озимой пшеницы сорта Аксинья по предшественнику подсолнечник имели наименьшую высоту – 75–78 см в зависимости от срока посева. Длина колоса составила 63–71 см.

Сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья стабильно формировал зерно высокого качества как по паровым предшественникам, так и по непаровому предшественнику – гороху на зерно (табл. 3).

3. Качественные показатели мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья при посеве по различным предшественникам в разные сроки (в среднем за 2015–2017 гг.)
3. Qualitative indexes of the winter soft wheat variety "Aksiniya" sown after various forecrops and in different sowing time (on average during the years 2015–2017)

Срок посева	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Клейковина, %	SDS, мл
Предшественник – черный пар					
10 сентября	785	41,6	14,9	30,1	53
20 сентября	793	43,9	15,0	30,1	50
30 сентября	792	42,9	15,3	30,7	50
10 октября	792	42,4	14,9	30,7	50
Предшественник – сидеральный пар					
10 сентября	780	43,1	14,4	30,0	49
20 сентября	785	45,0	14,9	30,3	49
30 сентября	783	43,9	14,6	30,0	48
10 октября	787	44,2	14,8	30,5	49
Предшественник – горох					
10 сентября	790	44,9	14,3	29,5	48
20 сентября	783	43,0	14,3	29,6	49
30 сентября	786	43,7	14,2	29,4	48
10 октября	789	44,2	14,6	30,5	49
Предшественник – подсолнечник					
10 сентября	792	43,6	12,5	23,4	44
20 сентября	786	45,9	12,6	25,5	44
30 сентября	788	45,6	12,6	25,2	45
10 октября	798	45,6	12,9	25,9	48

По этим предшественникам сорт формировал товарное зерно, соответствующее второму классу, однако максимальное содержание белка и клейковины отмечено по предшественнику черный пар – 14,9–15,3 и 30,1–30,7% соответственно в зависимости от срока посева. Зерно данного сорта имело натуру зерна 785–793 г/л, а массу 1000 зерен – 41,6–43,9 г. Показатель SDS-седиментации по предшественнику черный пар в среднем соответствовал сильной пшенице, тогда как по другим предшественникам – ценной.

По предшественнику сидеральный пар содержание белка в зерне было 14,4–14,9, а клейковины – 30,0–30,5%. Масса 1000 зерен составила 43,1–45,0 г, а натуру зерна – 780–787 г/л в зависимости от срока посева.

Содержание белка и клейковины в зерне мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья, выращенной по предшественнику горох, имело тенденцию к снижению по сравнению с зерном, выращенным по предшественнику сидеральный пар, и составило 14,2–14,6% белка и 29,6–30,5% клейковины в зависимости от срока посева. Масса 1000 зерен по предшественнику горох находилась на уровне 43,0–44,9 г, а натура зерна достигала 783–790 г/л.

По предшественнику подсолнечник качественные показатели были самыми низкими и в среднем за три года исследований соответствовали зерну третьего класса. Содержание белка в зерне составило 12,6–12,9, а клейковины – 25,2–25,9%.

Так как сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья по различным предшественникам формировал урожай, неравнозначный по качеству, это повлияло на экономическую эффективность возделывания культуры (табл. 4).

Так как по паровым предшественникам и по предшественнику горох в среднем за годы исследований было получено зерно второго класса, практически равное по качеству, а урожайность по этим предшественникам была близка, то основное влияние на рентабельность оказала сумма затрат на гектар. Поскольку затраты на производство по предшественнику горох были меньше, чем по паровым предшественникам, а урожайность и качество зерна практически равны,

рентабельность в этом варианте достигала максимума – 165,6–204,5% в зависимости от срока посева. По предшественнику сидеральный пар рентабельность находилась на уровне 144,0–168,0, а по предшественнику черный пар – 139,8–155,5% в зависимости от срока посева. Минимальная рентабельность производства отмечена по предшественнику подсолнечник – 83,9–111,4% в зависимости от срока посева.

Важным элементом интенсификации сельскохозяйственного производства является внесение минеральных удобрений. При изучении различных доз удобрений по предшественнику черный пар наибольшая урожайность зерна у сорта мягкой озимой пшеницы интенсивного типа Аксинья была получена в 2017 году – 10,42–10,68 т/га. В среднем за три года изучения (2015–2017 гг.) наименьшая урожайность зерна на контроле составила 7,53 т/га (табл. 5).

Внесение аммиачной селитры перед посевом способствовало формированию прибавки к контролю 0,25 т/га, что близко к осенней подкормке (0,27 т/га). Прибавки урожайности от внесения под предпосевную культивацию сульфата аммония и удобрений в дозе $P_{30}K_{20}$, а также от применения азотной подкормки (N_{30}) весной по таломерзлой почве были на одном уровне (0,33–0,36 т/га). При внесении минеральных удобрений в дозах $P_{60}K_{40}$ и $P_{30}K_{20} + N_{30}$ прибавки составили 0,40 и 0,44 т/га соответственно. Наибольшую урожайность (8,10 т/га) и, следовательно, прибавку к контролю (0,57 т/га) сорт Аксинья сформировал при внесении под предпосевную культивацию фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{40}$ и при применении двух азотных подкормок (N_{30} весной по таломерзлой почве и N_{30} в фазу «колошение»). В вариантах применения минеральных удобрений в дозах $P_{60}K_{40} + N_{30}$ и $P_{30}K_{20} + 2N_{30}$ дополнительная урожайность у сорта была на уровне 0,49–0,51 т/га. Между вариантами опыта выявлены существенные различия.

Анализ структуры урожайности изучаемого сорта Аксинья показал, что применение минеральных удобрений способствовало улучшению пищевого режима почвы, увеличению показателей продуктивности и формированию дополнительной урожайности зерна (табл. 6).

4. Расчет производственной эффективности возделывания мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья по различным предшественникам и срокам посева (в среднем за 2015–2017 гг.)

4. Calculation of cultivation efficiency of the winter soft wheat variety "Aksiniya" according to various forecrops and sowing time (on average during the years 2015–2017)

Срок посева	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовой доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Предшественник – черный пар						
10 сентября	6,81	29 700	75 785	46 085	4361	155,2
20 сентября	6,82	29 700	75 898	46 198	4354	155,5
30 сентября	6,70	29 700	74 522	44 822	4435	150,9
10 октября	6,40	29 700	71 214	41 514	4640	139,8
Предшественник – сидеральный пар						
10 сентября	6,81	28 260	75 729	47 469	4152	168,0
20 сентября	6,65	28 260	73 970	45 709	4251	161,7
30 сентября	6,48	28 260	72 068	43 808	4363	155,0
10 октября	6,20	28 260	68 956	40 696	4560	144,0
Предшественник – горох						
10 сентября	6,81	24 894	75 804	50 910	3654	204,5
20 сентября	6,53	24 894	72 659	47 765	3812	191,9
30 сентября	6,36	24 894	70 770	45 876	3914	184,3
10 октября	5,94	24 894	66 124	41 230	4189	165,6
Предшественник – подсолнечник						
10 сентября	5,26	22 650	47 874	25 223	4305	111,4
20 сентября	5,07	22 650	46 155	23 505	4465	103,8
30 сентября	4,99	22 650	45 430	22 779	4537	100,6
10 октября	4,58	22 650	41 644	18 994	4949	83,9

5. Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы сорта Аксинья по предшественнику черный пар, т/га

5. The effect of fertilizers on productivity of the winter soft wheat variety "Aksiniya" sown in weedfree fallow land, t/ha

Доза удобрений	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее	+/- к контролю
Контроль	6,97	5,21	10,42	7,53	
N ₃₀ – осенью	7,24	5,72	10,43	7,80	0,27
N ₃₀ – весной	7,31	5,80	10,51	7,87	0,34
P ₃₀ K ₂₀	7,25	5,82	10,51	7,86	0,33
P ₆₀ K ₄₀	7,31	5,92	10,55	7,93	0,40
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	7,32	5,99	10,59	7,97	0,44
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	7,32	6,09	10,64	8,02	0,49
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	7,41	6,05	10,65	8,04	0,51
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	7,40	6,22	10,68	8,10	0,57
N ₃₀ (сульфат аммония перед посевом)	7,35	5,76	10,55	7,89	0,36
N ₃₀ (аммиачная селитра перед посевом)	7,27	5,61	10,47	7,78	0,25
НСР ₀₅ – 0,19	0,35	0,39	0,19		

6. Структура урожая озимой пшеницы сорта Аксинья по предшественнику черный пар (среднее за 2015–2017 гг.)

6. The yield structure of the winter soft wheat variety "Aksiniya" sown in weedfree fallow land (on average during the years 2015–2017)

Доза удобрений	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число колосьев, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Контроль	78	6,6	624	27,9	1,23
N ₃₀ – осенью	80	6,7	631	28,0	1,26
N ₃₀ – весной	81	6,8	633	28,2	1,27
P ₃₀ K ₂₀	82	6,9	637	28,2	1,28
P ₆₀ K ₄₀	83	6,9	641	28,3	1,30
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	85	7,0	640	28,3	1,31
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	86	7,0	643	28,3	1,32
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	86	7,0	640	28,4	1,33
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	86	7,0	641	28,5	1,34
N ₃₀ (сульфат аммония перед посевом)	82	6,8	632	28,2	1,28
N ₃₀ (аммиачная селитра перед посевом)	81	6,7	627	28,1	1,26

В вариантах применения только азотных удобрений наблюдалось увеличение высоты растений до 80–82 см (на контроле – 78 см), а при применении РК и NPK удобрений высота растений достигала 82–86 см. Отмечено увеличение длины колоса на удобренных вариантах на 0,1–0,4 см (на контроле – 6,6 см). При внесении минеральных удобрений у сорта Аксинья увеличивались число колосьев на единицу площади, озерненность колоса и масса зерна с колоса – до 643 шт./м², 28,5 шт. и 1,34 г соответ-

ственно (на контроле – 624 шт./м², 27,9 шт. и 1,23 г соответственно).

Применение удобрений под озимую пшеницу после черного пара способствовало улучшению также качественных показателей зерна у изучаемого сорта, таких как масса 1000 зерен – до 44,9 г (на контроле – 43,1 г); содержание белка в зерне – до 15,2% (на контроле – 14,8%); количество клейковины – до 32,4% (на контроле – 29,7%) и натуре зерна – до 802 г/л (на контроле – 780 г/л) (табл. 7).

7. Влияние удобрений на качество зерна озимой пшеницы сорта Аксинья по предшественнику черный пар (среднее за 2015–2017 гг.)

7. The effect of fertilizers on grain quality of the winter soft wheat variety "Aksiniya" sown in weedfree fallow land (on average during the years 2015–2017)

Доза удобрений	Содержание в зерне, %		Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
	белок	клейковина		
Контроль	14,5	29,7	43,1	780
N ₃₀ – осенью	14,8	30,9	43,3	783
N ₃₀ – весной	14,7	30,6	43,7	784
P ₃₀ K ₂₀	15,1	31,3	43,8	791
P ₆₀ K ₄₀	14,8	30,3	43,9	794
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	15,1	30,9	44,2	792
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	15,0	30,2	44,3	801
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	15,1	30,6	44,6	795
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	15,2	31,5	44,9	802
N ₃₀ (сульфат аммония перед посевом)	15,1	32,4	43,7	791
N ₃₀ (аммиачная селитра перед посевом)	15,0	30,7	43,4	789

Так как черный пар является предшественником, на котором водный и пищевой режимы имеют высокий показатель, сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья формировал урожайность, близкую к потенциальной (более 10 т/га в 2017 г.), даже на контрольном варианте без внесения удобрений. Поэтому полученная дополнительная урожайность при увеличении доз удобрений не всегда оправдывает увеличивающиеся при этом затраты, соответственно увеличивается себесто-

имость зерна и уменьшается рентабельность его производства. Так, например, в вариантах внесения под предпосевную культивацию P₆₀K₄₀ и применения одной или двух азотных подкормок (N₃₀) себестоимость зерна увеличилась до 3585–3696 руб./т (на контроле – 3229 руб./т), а рентабельность его производства уменьшилась до 195–186% (на контроле – 227%), при этом валовой доход в данных вариантах был максимальным – 84 200–85 626 руб./га (табл. 8).

8. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений под озимую пшеницу сорта Аксинья по предшественнику черный пар (2015–2017 гг.)

8. Economic efficiency of fertilizers for the winter soft wheat variety "Aksiniya" sown in weedfree fallow land (2015–2017)

Доза удобрений	Урожайность, т/га	Затраты, руб./га	Валовый доход, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Контроль	6,97	24 326	79 626	55 300	3229	227
N ₃₀ – осенью	7,24	25 552	82 400	56 848	3277	222
N ₃₀ – весной	7,31	25 552	83 210	57 658	3246	226
P ₃₀ K ₂₀	7,25	25 949	83 080	57 131	3301	220
P ₆₀ K ₄₀	7,31	27 548	83 777	56 229	3475	204
P ₃₀ K ₂₀ + N ₃₀	7,32	27 148	84 200	57 052	3408	210
P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀	7,32	28 742	84 746	56 004	3585	195
P ₃₀ K ₂₀ + 2N ₃₀	7,41	28 346	84 931	56 584	3527	200
P ₆₀ K ₄₀ + 2N ₃₀	7,40	29 944	85 626	55 682	3696	186
N ₃₀ (сульфат аммония перед посевом)	7,35	24 997	83 360	58 364	3169	233
N ₃₀ (аммиачная селитра перед посевом)	7,27	25 552	82 262	56 710	3283	222

Наибольшая производственная рентабельность была отмечена при внесении сульфата аммония в дозе N₃₀ по действующему веществу – 233%, а сумма условного чистого дохода составила 58 364 руб./га.

Выводы

1. Мягкая озимая пшеница сорта Аксинья отличается высокой устойчивостью к полеганию (на уровне 5 баллов) при выращивании ее по любым предшествен-

никам и срокам посева. Лишь во влажные годы по предшественнику черный пар на высоком агрофоне возможен незначительное снижение устойчивости до 4 баллов.

2. Для сорта Аксинья предпочтителен ранний срок посева (10 сентября для южной зоны Ростовской области) как по паровым, так и непаровым предшественникам. При раннем сроке посева сорт Аксинья способен полнее реализовать свой потенциал продуктивности.

3. Сорт мягкой озимой пшеницы Аксинья формирует урожайность благодаря числу колосьев на единицу площади и за счет продуктивности колоса. Поэтому при возделывании необходимо особое вни-

мание уделять ранним азотным подкормкам или вносить сульфат аммония в дозе N_{30} перед посевом, что обеспечит условный чистый доход до 58 363 руб./га, а рентабельность увеличит до 233%.

4. Наиболее эффективным предшественником для мягкой озимой пшеницы сорта Аксинья является горох на зерно. Благодаря тому, что по этому предшественнику в среднем за 3 года получена продукция 2-го класса, а затраты на производство ниже в сравнении с паровыми предшественниками, рентабельность достигала 165,6–204,5%, а условный чистый доход – 41 230–50 910 руб./га в зависимости от срока посева.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В., Скрипка О. В., Кравченко М. Е., Сухарев А. А., Гричанова Т. А., Дерова Т. Г. Возделывание мягкой озимой пшеницы в Ростовской области. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2011. 64 с.
2. Бондаренко С. Г., Горбаченко Ф. И., Горячев В. П., Гринько А. В., Егорова О. В., Каптулев С. И., Костылев П. И., Кравченко А. Н., Лабунцев А. В., Пасько С. В., Пахомов В. И., Рыков В. Б., Фетюхин И. В., Целуйко О. А., Шурупов В. Г. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. II. Ростов н/Д., 2013. 272 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. С. 48–55.
5. Моисейченко В. Ф., Трифонова В. Ф., Заверюха А. Х., Ещенко В. Е. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.
6. Официальный портал правительства Ростовской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.donland.ru/Donland/Pages/View.aspx?pageid=124053&mid=128713&itemId=126902> (дата обращения: 17.07.2018)
7. Российская газета [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2017/08/14/reg-ufo/v-rostovskoj-oblasti-sobrali-rekordnyj-urozhaj-zerna.html> (дата обращения: 17.07.2018).

References

1. Alabushev A. V., Yankovskij N. G., Ovsyannikova G. V., Skripka O. V., Kravchenko M. E., Suharev A. A., Grichanikova T. A., Dyorova T. G. Vozdelyvanie myagkoj ozimoy pshenicy v Rostovskoj oblasti [Cultivation of winter soft wheat in the Rostov region]. Rostov n/D.: ZAO «Kniga», 2011. 64 s.
2. Bondarenko S. G., Gorbachenko F. I., Goryachev V. P., Grin'ko A. V., Egorova O. V., Kaptulev S. I., Kostylev P. I., Kravchenko A. N., Labynceva A. V., Pas'ko S. V., Pahomov V. I., Rykov V. B., Fetyuhin I. V., Celujko O. A., Shurupov V. G. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Regional systems of agriculture of the Rostov region planned on 2013–2020]. Ch. II. Rostov n/D., 2013. 272 s.
3. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Zvyaginцев D. G. Biologicheskaya aktivnost' pochv i shkaly dlya ocenki nekotoryh eyo pokazatelej [Biological activity of soil and estimation scales of some traits] // Pochvovedenie. 1978. S. 48–55.
5. Moisejchenko V. F., Trifonova V. F., Zaveryuha A. H., Eshchenko V. E. Osnovy nauchnyh issledovaniy v agronomii [Fundamentals of research in agronomy]. M.: Kolos, 1996. 336 s.
6. Oficial'nyj portal pravitel'stva Rostovskoj oblasti [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.donland.ru/Donland/Pages/View.aspx?pageid=124053&mid=128713&itemId=126902> (accessed: 17.07.2018).
7. Rossijskaya gazeta [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://rg.ru/2017/08/14/reg-ufo/v-rostovskoj-oblasti-sobrali-rekordnyj-urozhaj-zerna.html> (accessed: 17.07.2018).

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:631.52(470.51/54)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-21-26

ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Н. Н. Зезин, доктор сельскохозяйственных наук, uralniishoz@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-7208-3904;
В. А. Воробьев, кандидат сельскохозяйственных наук, seleksiya@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-3256-7522;
А. В. Воробьев, кандидат сельскохозяйственных наук, seleksiya@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-0377-8419;
А. В. Безгодов, кандидат сельскохозяйственных наук, spagro@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-9621-6601
 ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН)
 620061, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Главная, 21

На Среднем Урале яровая мягкая пшеница с содержанием клейковины у среднеспелых сортов 22–24%, у среднеранних и раннеспелых – 26–34% способна формировать зерно, пригодное для хлебопечения первого, второго и третьего классов. Сравнительная характеристика качества зерна основных сортов селекции Уральского НИИСХ, включенных в Госреестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону, и способность их формировать продовольственное зерно, пригодное для хлебопечения, в настоящее время представляют практический интерес. В Красноуфимском селекционном центре изучали 11 сортов яровой пшеницы, включенных в Госреестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону, в условиях

засух 2013, 2016 гг. (осадки – 90–100 мм, среднесуточная температура воздуха – 17,0–17,5 °C) и избыточного увлажнения 2014 и 2015 гг. (осадки – 294–423 мм, среднесуточная температура воздуха – 15–16 °C). Раннеспелые сорта Иргина и Ирень (вегетационный период – 71–94 суток) сформировали среднюю урожайность 2,94 т/га; среднеранние Екатерина, Горноуральская, Свеча, Баженка, Злата (вегетационный период – 75–98 суток) – 3,32 т/га; среднеспелые Красноуфимская 100, Экада 70, Симбирцит, Омская 36 (вегетационный период – 90–94 суток) – 3,55 т/га. Наиболее урожайные – Ирень (3,05 т/га), Екатерина (3,64 т/га), Экада 70 и Симбирцит (3,70–3,78 т/га). Продовольственное зерно первого класса (клейковина – более 32%) сформировали Иргина, Ирень, Баженка, остальные – второго класса (клейковина – более 28%). Метод ранжирования по семи показателям качества зерна позволил определить средний ранг и выявить сорта Иргину и Ирень с самыми высокими хлебопекарными свойствами (средний ранг – 1,0–1,7). Они наиболее перспективны для производства продовольственного зерна в условиях Среднего Урала. Нецелесообразно использовать для этой цели среднеспелые сорта Экада 70 и Симбирцит, у которых средний ранг качественных показателей составляет 7,0–7,1.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, хлебопекарные свойства, качество, белок, клейковина.



BAKING PROPERTIES OF SPRING WHEAT GRAIN IN THE MIDDLE URALS CONDITIONS

N. N. Zezin, Doctor of Agricultural Sciences, uralniishoz@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-7208-3904;

V. A. Vorobiev, Candidate of Agricultural Sciences, seleksiya@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-3256-7522;

A. V. Vorobiev, Candidate of Agricultural Sciences, seleksiya@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-0377-8419;

A. V. Bezgodov, Candidate of Agricultural Sciences, spagro@list.ru, ORCID ID: 0000-0002-9621-6601

FSBSI "Uralsky Federal Agricultural Research center of the Ural Department of the Russian Academy of Sciences" (Ural RIA, the affiliated branch of the FSBSI UrFARC UrD RAS)

620061, Sverdlov region, Ekaterinburg, Glavnaya Str., 21

In the Middle Urals the middle-ripening varieties of spring soft wheat with gluten content of 22–24% and the middle-early and early ripening varieties of spring soft wheat with gluten content of 26–34% are able to form kernels suitable for bread baking of the first, second and third classes. Nowadays a comparative characteristic of the grain quality of the main varieties developed by the of the selection of the Ural RIA included in the State List of the Breeding Achievements in the Volga-Vyatka Region and their ability to form food grain suitable for bread baking is of great practical interest. In the Krasnoufimsky breeding center there were studied 11 spring wheat varieties included in the State List of the Breeding Achievements in the Volga-Vyatka region in the 2013 and 2016 years of arid conditions (90–100 mm of precipitation, 17.0–17.5 °C of average daily air temperature) and in the years 2014 and 2015 of excessive moisture (294–423 mm of precipitation and 15–16 °C of average daily air temperature). The early ripening varieties "Irgina" and "Iren" (71–94 days of vegetation period) formed an average yield of 2.94 t/ha. The middle-early ripening varieties "Ekaterina", "Gornouralskaya", "Svecha", "Bazhenka", "Zlata" (75–98 days of vegetation period) produced 3.32 t/ha. The middle-ripening varieties "Krasnoufimskaya 100", "Ekada 70", "Simbirsit", "Omskaya 36" (90–94 days of vegetation period) produced 3.55 t/ha. The most productive ones are "Iren" (3.05 t/ha), "Ekaterina" (3.64 t/ha), "Ekada 70" and "Simbirsit" (3.70–3.78 t/ha). Food grain of the first class (with gluten content of more than 32%) was formed by the varieties "Irgina", "Iren", "Bazhenka"; the rest varieties formed the second class grain (with gluten content of more than 28%). The ranking method by seven indicators of grain quality allowed us to determine the average rank and to identify the varieties "Irgina" and "Iren" with the highest baking properties (average rank of 1.0–1.7). They are the most promising varieties for the production of food grains in the conditions of the Middle Urals. It is not advisable to use the middle-ripening varieties "Ekada 70" and "Simbirsit" for this purpose as the average rank of their quality indicators is 7.0–7.1.

Keywords: spring wheat, variety, bread baking properties, quality, protein, gluten.

Введение. Зерно в силу своих свойств имеет определяющее значение в формировании продовольственных ресурсов, является экономически, социально и политически значимым продуктом, обеспечивающим продовольственную безопасность России. Его качество выступает как главный фактор конкурентности товара (Бубликов, 2008).

В Российской Федерации в структуре валового сбора зерновых культур вслед за рисом и кукурузой третье место занимает яровая мягкая пшеница (28%), которая составляет в пищевом рационе 20% от произведенного зерна (Жученко, 2011). При этом на первое место выдвигается качество зерна, его характерные свойства, которые важны для внутреннего и внешнего потребителя (Прянишников и др., 2010). Качество определяет классность продукции, которая лимитируется содержанием белка и клейковины (Мелешкина, 2016). Белок определяет не только питательную ценность зерна и продуктов его переработки, но и технологические свойства муки. Этот показатель в Свердловской области и в Пермском крае у реестровых сортов яровой пшеницы составляет 12,2–17,0% и достигает у раннеспелых сортов 19% (Воробьев, 2008; Воробьев В. А. и Воробьев А. В., 2014). В этих регионах содержание белка выше, чем в продовольственном зерне, выращенном в Волгоградской, Ростовской,

Воронежской, Тамбовской областях, Краснодарском, Ставропольском краях, Казахстане, США, Канаде, Западной Сибири, в Австралии, Индии, и находится на уровне с содержанием белка в пшенице из Средневолжского региона (Зезин и Воробьев, 2010; Вьюшков и др., 2012). Придавая особую значимость содержанию клейковины, от которой зависит хлебопекарная способность пшеницы, следует помнить, что последняя определяется не только количеством, но и качеством клейковины белков (Самофалова, 2017). На Среднем Урале содержание клейковины составляет у среднеспелых сортов 22–24%, у среднеранних и раннеспелых – 26–34% и такое же, как у пшеницы из Самарской области, Западной Сибири, Венгрии (Мелешкина, 2016; Воробьев В. А. и Воробьев А. В., 2016).

Следовательно, исходя из существующей классификации, яровая мягкая пшеница на Среднем Урале способна формировать зерно, пригодное для хлебопечения первого, второго, третьего классов.

Трудоемкость получения высококачественного зерна обусловлена во многих случаях отрицательной корреляцией величины белка и клейковины с урожайностью, осадками и запасами влаги в почве второй половины вегетации. Подтверждением снижения качества зерна от повышения урожайности свиде-

тельствует тот факт, что в Российской Федерации в 2017 г. производство зерна высокого, первого, второго и третьего классов сократилось по сравнению с прошлыми годами с 50 до 24,5% и повысилась доля четвертого класса до 43,6% и пятого – до 28,6% из общего урожая 73,3 млн т пшеницы (Самофалова, 2017; Воробьев, 2015).

Характеристика качества зерна сортов селекции Уральского НИИСХ приведена в ряде публикаций (Воробьев В. А. и Воробьев А. В., 2014; Воробьев, 2015; Воробьев В. А. и Воробьев А. В., 2016). Практический интерес представляет сравнительная характеристика качества зерна основных сортов, включенных в Госреестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону, и их способность формировать продовольственное зерно, пригодное для хлебопечения, что отражено в данных исследованиях.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в Красноуфимском селекционном центре в засушливые 2013, 2016 гг. (осадки – до 90–100 мм, среднесуточная температура воздуха – 17,0–17,5 °С) и в избыточно увлажненные 2014, 2015 гг. (осадки – 294–423 мм, среднесуточная температура воздуха – 15–16 °С). Изучали включенные в Государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону раннеспелые сорта яровой мягкой пшеницы Иргина и Ирень; среднеранние – Екатерина, Горноуральская,

Свеча, Баженка, Злата; среднеспелые – Красноуфимская 100, Симбирцит, Омская 36, Экада 70. Предшественник – горох на зерно. Площадь делянки – 9 м², норма высева – 7 млн всхожих зерен на 1 га, повторность – трехкратная. Почвы – серые лесные и темно-серые лесные, типичные для Свердловской области и Пермского края.

Качественные показатели зерна определяли по следующему методикам: белок – ГОСТ 10846-74; стекловидность – ГОСТ 10987-76; количество и качество клейковины – ГОСТ 13586-68; физические характеристики теста – ГОСТ Р 51415-99 (ИСО 5530-4-91); пробная выпечка хлеба – ГОСТ 9404-60. Для обобщения оценки сортов по качественным показателям применили предложенный нами метод ранжирования. Наблюдения и оценку в полевых условиях проводили согласно существующим методикам.

Результаты и их обсуждение. Изучение показало, что в раннеспелой группе наиболее урожайной является Ирень (+0,23 т/га к Иргине); в среднеранней – Екатерина (+0,32–0,46 т/га к Горноуральской, Свече, Баженке, Злате); в среднеспелой – Экада 70 и Симбирцит, у которых превышение над Красноуфимской 100 составило 0,19–0,27 т/га и над Омской 36 – 0,50–0,58 т/га. В среднем раннеспелые сорта при урожайности 2,94 т/га уступили среднеранним на 0,38 т/га и среднеспелым – на 0,61 т/га (табл. 1).

1. Урожайность, содержание белка и клейковины в зерне яровой пшеницы (2013–2016 гг.) 1. Productivity, protein and gluten content in spring wheat kernels (2013–2016)

Сорт	Урожайность зерна, т/га	Содержание белка, %		Содержание клейковины, %	
		2013, 2016 гг.	2014, 2015 гг.	2013, 2016 гг.	2014, 2015 гг.
Раннеспелые сорта (71–94 суток)					
Иргина	2,82	15,1	13,5	34,6	33,8
Ирень	3,05	15,2	13,4	33,9	33,7
Среднее по сортам	2,94	15,2	13,5	34,2	33,8
Среднеранние сорта (75–98 суток)					
Горноуральская	3,22	14,3	13,0	31,1	30,7
Екатерина	3,64	14,4	12,8	30,5	28,4
Свеча	3,18	15,2	13,4	34,2	30,6
Баженка	3,22	14,5	13,1	33,6	33,2
Злата	3,32	15,0	13,4	31,5	30,8
Среднее по сортам	3,32	14,7	13,1	32,2	30,7
Среднеспелые сорта (78–105 суток)					
Красноуфимская 100	3,51	14,6	13,6	30,6	30,0
Экада 70	3,70	14,4	12,4	32,2	27,6
Симбирцит	3,78	14,4	12,5	30,2	30,1
Омская 36	3,20	13,6	12,8	29,5	28,9
Среднее по сортам	3,54	14,2	12,8	30,6	29,2
НСР ₀₅	0,24				

В ходе исследований выяснено, что в условиях засухи у всех сортов, за исключением Омской 36, содержание белка в зерне соответствует ГОСТу для сильной пшеницы (более 14%). В условиях избыточного увлажнения количество белка значительно ниже, что позволяет отнести Иргину, Ирень, Горноуральскую, Свечу, Баженку, Злату, Красноуфимскую 100 к ценным пшеницам (содержание 13,1–13,6%) и Экаду 70, Симбирцит, Омскую 36 – к филлерам (содержание белка – 12,0–12,8%). При этом снижение у раннеспелых сортов составило в относительном выражении 11,8–13,4%; у среднеранних – 10,0–13,4%; у среднеспелых – 6,2–16,1%.

Если белок – это показатель пищевой ценности, то количество и качество клейковины – это основной классообразующий показатель, учитываемый при заготовках. Анализ показал, что по содержанию

клейковины ни один сорт не соответствует высшему классу (ниже 36%). В годы изучения к первому классу (содержание белка – выше 32%) можно отнести зерно Иргины, Ирени, Баженки, в засушливые годы – Свечи и Экады 70. Все другие сорта независимо от климатических условий сформировали зерно второго класса (содержание белка – более 28%).

Анализ показателей качества, отражающих хлебопекарные свойства, и занимаемого места от первого (самая высокая величина) до 11 (самая низкая величина) показал (табл. 2), что наивысшими значениями содержания белка и клейковины, стекловидности, набухаемости, валориметрической оценки, объема хлеба, общей хлебопекарной оценки обладают сорта Иргина (высший ранг – 1,0) и Ирень (средний ранг – 1,7).

2. Хлебопекарные качества зерна сортов яровой пшеницы (2013–2016 гг.)
2. Bread baking properties of spring wheat varieties (2013–2016)

Сорт	Содержание белка, %	Клейковина, %	Стекловидность, %	Набухаемость, мл	Валориметрическая оценка, е. в.	Объемный выход хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл	Сумма рангов	Средний ранг
Иргина	14,3 ^①	34,2 ^①	68 ^①	72 ^①	60 ^①	1015 ^①	4,8 ^①	7	1,0
Ирень	14,3 ^①	33,8 ^②	65 ^②	67 ^②	58 ^②	990 ^②	4,8 ^①	12	1,7
Горноуральская	13,6 ^⑤	30,9 ^⑥	62 ^③	58 ^⑥	53 ^⑤	895 ^③	4,7 ^②	30	4,3
Екатерина	13,6 ^⑤	29,4 ^⑩	65 ^②	58 ^⑥	60 ^①	800 ^⑧	4,5 ^④	36	5,1
Свеча	14,3 ^①	32,4 ^④	65 ^②	63 ^③	57 ^③	990 ^②	4,7 ^②	17	2,4
Баженка	13,8 ^④	33,4 ^③	59 ^⑥	54 ^⑦	51 ^⑦	860 ^④	4,5 ^④	35	5,0
Злата	14,2 ^②	31,2 ^⑤	61 ^④	63 ^③	52 ^⑥	835 ^⑤	4,4 ^⑤	30	4,3
Красноуфимская 100	14,1 ^③	30,2 ^⑦	60 ^⑤	59 ^⑤	56 ^④	820 ^⑦	4,6 ^③	34	4,9
Экада 70	13,4 ^⑥	29,9 ^⑨	60 ^⑤	54 ^⑦	50 ^⑧	790 ^⑨	4,4 ^⑤	49	7,0
Симбирцит	13,4 ^⑥	30,2 ^⑧	58 ^⑦	49 ^⑧	48 ^⑨	820 ^⑦	4,4 ^⑤	50	7,1
Омская 36	13,2 ^⑦	29,2 ^⑪	59 ^⑥	62 ^④	58 ^②	830 ^⑥	4,6 ^③	39	5,6
Среднее по сортам:									
раннеспелым	14,3	34,0	66	70	59	1002	4,8	9,5	1,4
среднеранним	13,9	31,5	62	59	55	876	4,6	29,6	4,4
среднеспелым	13,5	29,9	59	59	53	815	4,5	43,0	6,2
ГОСТ для пшениц:									
сильных	14	32	60	65	70	1200	4,7		
ценных	13	27	50	65	55	1100	4,0		
филлеров	12	25	40		45	800	3,5		

Примечание: ① – ранг сорта по конкретному признаку.

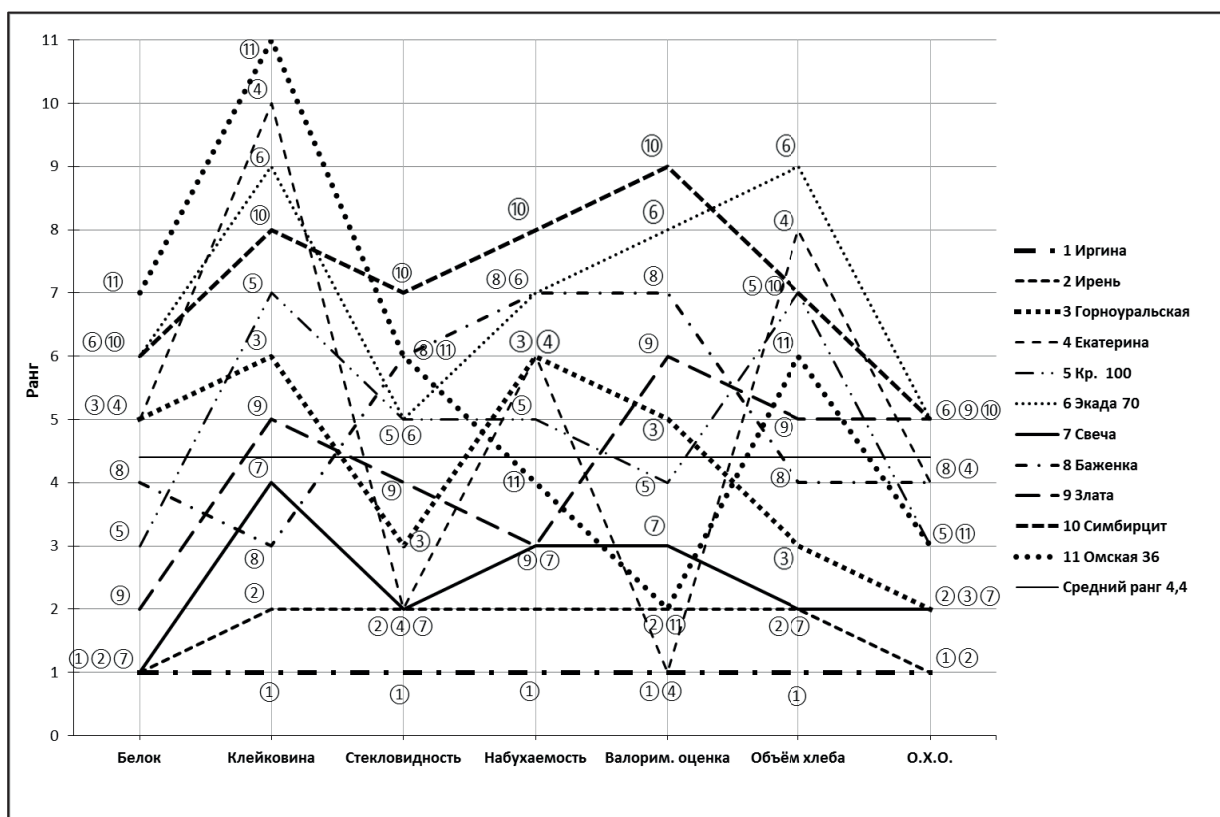


Рис. 1. Ранжирование сортов яровой пшеницы по показателям качества (2013–2016 гг.)

Fig. 1. Ranking of spring wheat varieties according to quality characteristics (2013–2016)

Незначительно этим сортам уступает Свеча (средний ранг – 2,4) с оценками от первого ранга до четвертого. Уступают Иргине, Ирени и Свече Горноуральская, Злата, Красноуфимская 100 (ранг – 4,3–4,9) по всем показателям качества. Затем по убывающим значениям хлебопекарных качеств находятся Баженка, Екатерина, Омская 36 (средний ранг – 5,0–5,6). Самые худшие величины у сортов Экада 70 и Симбирцит (средний ранг – 7,0–7,1).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что раннеспелые сорта Иргина и Ирень формируют зерно с более высокими хлебопекарными качествами, чем среднеранние и среднеспелые.

Обобщенную оценку хлебопекарного качества зерна наиболее наглядно отражает линия ранжирования, построенная по значениям рангов изучаемых показателей для конкретного сорта (рис. 1). У Иргины и Ирени она располагается в самой нижней части графика. Ниже средней линии рангов (4,4) проходят линии ранжирования у сортов Свеча и Горноуральская. Значительно выше средней линии располагаются сорта с худшими показателями – Симбирцит (по содержанию белка и клейковины, стекловидности, набухаемости, валориметрической оценке, объему хлеба), Экада 70 (по содержанию белка и клейковины, набухаемости, валориметрической оценке, объему хлеба), Омская 36 (по содержанию белка и клейковины, набухаемости, валориметрической оценке, объему хлеба). У сортов Екатерина, Баженка, Злата, Красноуфимская 100 линия ранжирования неустойчива, располагается в зоне средней линии.

Выводы. Проведенные исследования включенных в Госреестр селекционных достижений сортов яровой пшеницы по Волго-Вятскому региону по показателям качества зерна с дополнительным привлечением метода ранжирования позволили выделить Иргину и Ирень селекции ФГБНУ «Уральский НИИСХ» как обладающих наиболее высокими хлебопекарными свойствами, способных формировать зерно 1-го и 2-го классов. Эти сорта конкурентоспособны на сельскохозяйственном рынке и являются важным резервом для укрепления продовольственной безопасности Среднеуральского региона.

Библиографические ссылки

1. Бубликов В. Б. Повышение качества продовольственного зерна – главный фактор его конкурентоспособности // Вестник Алтайского Государственного аграрного университета. 2008. № 2(40). С. 77–80.
2. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Качество зерна сортов яровой пшеницы в условиях Свердловской области // Научные достижения и инновационные подходы к решению проблем растениеводства и животноводства на Урале: сб. науч. тр. ФГБНУ «Уральский НИИСХ», посвященный 60-летию института. Екатеринбург, 2016. Т. 63. С. 31–39.
3. Воробьев В. А. Селекция яровой пшеницы в Красноуфимском селекционном центре. Разработка и реализация новых методов селекции // Селекция яровой пшеницы в Уральском федеральном округе (к 110-летию селекцентра). Екатеринбург, 2015. С. 23–47.
4. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Этапы селекции яровой пшеницы в Красноуфимском селекционном центре и их результаты // Новые горизонты аграрной науки Урала: сб. науч. тр. ГНУ «Уральский НИИСХ». Екатеринбург, 2014. С. 49–57.
5. Воробьев В. А. Яровая пшеница // Сортовая политика и технология производства зерна на Среднем Урале. Екатеринбург, 2008. С. 72–88.
6. Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. Самара, 2012. 265 с.
7. Жученко А. А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии // Теория и практика. М.: ООО «Изд. Агрорус», 2011. Т. 1. 809 с.
8. Зезин Н. Н., Воробьев В. А. Хлебопекарная пшеница Уральской селекции // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 40–42.
9. Мелешкина Е. П. Качество Российского зерна пшеницы: динамика, особенности и проблемы // Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов: сб. материалов 13-й Всеросс. науч.-практ. конференции (06–10 июня 2016 г., г. Анапа) / КФ ФГБНУ «ВНИИЗ». Анапа, 2016. С. 4–9.
10. Прянишников А. И., Андреева Л. В., Кулеватова Т. Б., Мачихина Л. И., Мелешкина Е. П. Качество зерна – источник здоровья нации // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 16–17.
11. Самофалова О. Качество пшеницы ставит под сомнение качество хлеба // Взгляд (деловая газета). 2017. 13 фев. С. 1/3–3/3.

Reference

1. Bublikov V. B. Povyshenie kachestva prodovol'stvennogo zerna – glavnyj faktor ego konkurentosposobnosti [Improvement of the food grain quality is the main factor of its competitiveness] // Vestnik Altajskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. № 2(40). S. 77–80.
2. Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V. Kachestvo zerna sortov yarovoj pshenicy v usloviyah Sverdlovskoj oblasti [The quality of spring wheat varieties in the Sverdlovsk region] // Nauchnye dostizheniya i innovacionnye podhody k resheniyu problem rastenievodstva i zhivotnovodstva na Urale: sb. nauch. tr. FGBNU "Ural'skij NIISKH", posvyashchennyj 60-letiyu instituta. Ekaterinburg, 2016. T. 63. S. 31–39.
3. Vorob'ev V. A. Selekcija yarovoj pshenicy v Krasnoufimskom selekcionnom centre. Razrabotka i realizaciya novyh metodov selekcii [Spring wheat breeding in the Krasnoufimsky breeding center. Development and implementation of new breeding methods] // Selekcija yarovoj pshenicy v Ural'skom federal'nom okruge (k 110-letiyu selekcentra). Ekaterinburg, 2015. S. 23–47.
4. Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V. Ehtapy selekcii yarovoj pshenicy v Krasnoufimskom selekcionnom centre i ih rezul'taty [The stages of spring wheat breeding in the Krasnoufimsky breeding center and their results] // Novye gorizonty agrarnoj nauki Urala: sb. nauch. tr. GNU "Ural'skij NIISKH". Ekaterinburg, 2014. S. 49–57.
5. Vorob'ev V. A. Yarovaya pshenica [Spring wheat] // Sortovaya politika i tekhnologiya proizvodstva zerna na Srednem Urale. Ekaterinburg, 2008. S. 72–88.
6. V'yushkov A. A., Mal'chikov P. N., Syukov V. V., Shevchenko S. N. Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie yarovoj pshenicy [Breeding and genetic improvement of spring wheat]. Samara, 2012. 265 s.
7. Zhuchenko A. A. Adaptivnaya strategiya ustojchivogo razvitiya sel'skogo hozyajstva Rossii v XXI stoletii [Adaptive strategy for the sustainable development of agriculture in Russia in the XXI century] // Teoriya i praktika. M.: ООО "Izd. Agrorus", 2011. T. 1. 809 s.

8. Zezin N. N., Vorob'ev V. A. Hlebopekarnaya pshehnica Ural'skoj selekcii [Bread baking wheat of Ural breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 11. S. 40–42.

9. Meleshkina E. P. Kachestvo Rossijskogo zerna pshehnicy: dinamika, osobennosti i problemy [Quality of Russian wheat: dynamics, features and problems] // Sovremennyye metody, sredstva i normativy v oblasti ocenki kachestva zerna i zernoproduktov: sb. materialov 13-j Vseross. nauch.-prakt. konferencii (06–10 iyunya 2016 g., g. Anapa) / KF FGBNU "VNIIZ". Anapa, 2016. S. 4–9.

10. Pryanishnikov A. I., Andreeva L. V., Kulevatova T. B., Machihina L. I., Meleshkina E. P. Kachestvo zerna – istochnik zdorov'ya natsii [Grain quality is the source of healthy nation] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 11. S. 16–17.

11. Samofalova O. Kachestvo pshehnicy stavit pod somnenie kachestvo hleba [Wheat quality effects bread quality] // Vzgl'yad (delovaya gazeta). 2017. 13 fev. S. 1/3–3/3.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.358:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-26-28

УРОЖАЙНОСТЬ И ЭЛЕМЕНТЫ ЕЕ СТРУКТУРЫ НОВЫХ ЛИНИЙ ГОРОХА

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

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

К. Н. Хабибуллин, агроном лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

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 г. Зерноград. В годы исследований метеорологические условия вегетационного периода гороха были контрастными, что позволило объективно оценить линии в сложившихся погодноклиматических условиях. В конкурсном сортоиспытании исследовали 18 линий по хозяйственно ценным признакам (урожайность семян, элементы продуктивности, приспособленность к механизированной уборке). В результате исследования выделено 6 линий гороха: 2 линии усатого морфотипа – Г-1002, Г-1003; 4 линии листочкового – Г-1010, Г-1011, Г-1013 и Г-1015. В группе усатого морфотипа в среднем за 3 года исследований по урожайности зерна стандарт достоверно превысили 2 линии: Г-1002 (на 0,30 т/га), Г-1003 (на 0,39 т/га). Прибавка урожайности составила от 12,4 до 16,1%. В группе сортообразцов листочкового морфотипа по урожайности стандарт достоверно превысила линия Г-1010 (на 0,31 т/га). Все выделенные линии отличались неосыпаемостью семян. Наибольшим выходом семян с одного растения отличилась линия Г-1010 (48,8 шт./раст.). Крупность семян отличилась линия Г-1003 (222,1 г), Г-1011 (209,5 г) и Г-1013 (207,8 г). Наибольшая продуктивность одного растения наблюдалась у линии Г-1010 (8,85 г/раст.). Однако, имея низкий коэффициент устойчивости к полеганию (0,35), у данной линии отмечены наибольшие потери семян при уборке. Отличившиеся линии по ряду хозяйственно ценных признаков будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Ключевые слова: горох, сорт, линия, урожайность, устойчивость к полеганию, устойчивость к осыпанию, крупность семян.



PRODUCTIVITY AND ELEMENTS OF ITS STRUCTURE OF THE NEW PEA LINES

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

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

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

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The studies were carried out in 2016–2018 in the competitive variety testing of peas on the crop rotation fields belonging to the laboratory of legume breeding and seed-growing of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", located in the part of the Rostov region with unstable humidity (Zernograd). During the years of research, the meteorological conditions of the pea vegetation were contrast that made it possible to objectively estimate the pea lines in the given weather and climate conditions. In the competitive variety testing, the 18 lines were studied according to economically valuable traits (seed productivity, productivity elements, adaptability to machine harvesting). As a result of the study, the 6 pea lines were identified: 2 lines of the mustache morphotype "G-1002", "G-1003"; 4 leafy lines "G-1010", "G-1011", "G-1013" and "G-1015". In the group of the mustache morphotype, 2 lines "G-1002" (on 0.30 t/ha), "G-1003" (on 0.39 t/ha) exceeded the grain productivity of the standard variety for 3 years of study on average. The productivity increase was from 12.4 to 16.1%. In the group of variety samples of the leafy morphotype, the line "G-1010" (on 0.31 t/ha) significantly exceeded grain productivity of the standard variety. All the selected lines were tolerant to their seed-shedding. The line "G-1010" (48.8 pc per plant) showed the highest seed yield per plant. The lines "G-1003" (222.1 g), "G-1011" (209.5 g) and

"G-1013" (207.8 g) had the largest fineness of grain. The line "G-1010" (8.85 g/plant) demonstrated the highest productivity per plant. However, having a low coefficient of resistance to lodging (0.35), this line has the greatest loss of seeds during harvesting. The identified lines will be used in further breeding work according to a number of their economically valuable traits.

Keywords: peas, variety, productivity, resistance to lodging, resistance to seed shedding, fineness of grain.

Введение. Горох является основной зернобобовой культурой в России. Его использование разнообразное: продовольственное, кормовое и зеленое удобрение. Ценность культуры обусловлена высоким содержанием белка, сбалансированного по аминокислотному составу (Алабушев, 2001; Макашева, 1973).

Традиционной селекцией, основанной на методах внутривидовой гибридизации, созданы сорта, имеющие высокий потенциал продуктивности. Однако в настоящее время валовые сборы зерна гороха нестабильны по годам (Ерешко, 2013). Современные сорта гороха могут формировать высокие урожаи только в благоприятных условиях: высокий уровень агрофона, благоприятный водный, тепловой и световой режимы.

Современное сельскохозяйственное производство требует высокопродуктивных сортов с потенциалом урожайности более 5 т/га, высокой технологичностью, с уборкой прямым комбайнированием (Чекалин, 2011), обладающими такими признаками, как неполегаяемость растений и неосыпаемость семян (Давлетов, 2008).

Важнейшей задачей селекции гороха является выведение урожайных сортов с высоким выходом семян.

Целью наших исследований явилось изучение новых высокопродуктивных сортов и линий гороха, созданных в АНЦ «Донской».

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в конкурсном сортоиспытании гороха на полях научного севооборота лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ростовской области.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый, карбонатный на лессовидных суглинках со следующими агрофизическими показателями: гумус – 3,36%; pH – 7,0; P_2O_5 – 24,4; K_2O – 360 мг/кг почвы.

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

Посев проводили сеялкой ССФК-7. Площадь деланки – 20 м². Повторность – шестикратная. Делянки семирядковые с междурядьями 15 см. Агротехника общепринятая. Сорт Аксайский усатый 5, используемый в качестве стандарта, размещали через каждые 10 делянок.

Наблюдения и учеты проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур.

Уборку проводили малогабаритным комбайном Wintersteiger Classic.

Для статистической обработки полученных результатов использовали методы дисперсионного анализа и программу Excel с приложением Agstat.

В годы исследований метеорологические условия вегетационного периода гороха были контрастными, что позволило объективно оценить линии в сложившихся погодно-климатических условиях. Так, вегетационный период у гороха в 2016 г. оказался благоприятным, что позволило растениям гороха сформировать хорошую урожайность. Однако необходимо отметить, что осадки июля носили ливневый характер и пришлось на период уборочных работ, что привело к полеганию растений и вызвало сложности с уборкой.

В 2017 г. был благоприятным. Первая половина вегетации гороха прошла в условиях достаточного увлажнения и при пониженном температурном фоне, что привело к затягиванию фаз бутонизации и цветения, что в свою очередь привело к образованию большого числа бобов. В период налива зерна накопленные ранее запасы влаги позволили растениям гороха благоприятно пройти этот период и сформировать хорошую урожайность. Вегетация гороха в 2018 г. прошла в засушливых условиях, что привело к потере урожая из-за недостатка влаги.

Результаты и их обсуждение. В конкурсном сортоиспытании исследовались 18 линий по хозяйственно ценным признакам (урожайность семян, элементы продуктивности, приспособленность к механизированной уборке).

В результате исследования выделено 6 линий гороха, превысивших стандарт по урожайности: 2 линии усатого морфотипа – Г-1002 и Г-1003; 4 линии листочкового – Г-1010, Г-1011, Г-1013 и Г-1015 (табл. 1).

В группе усатого морфотипа в среднем за 3 года исследований по урожайности зерна стандарт достоверно превысили 2 линии: Г-1002 (на 0,30 т/га), Г-1003 (на 0,39 т/га). Прибавка урожайности составила от 12,4 до 16,1%.

В группе сортообразцов листочкового морфотипа по урожайности стандарт достоверно превысила линия Г-1010 (на 0,31 т/га). Остальные линии показали превышение урожайности над стандартным сортом в пределах НСР₀₅ (0,28 т/га): Г-1011 и Г-1015 – на 0,19 т/га; Г-1013 – на 0,25 т/га.

Линии, превысившие стандартные сорта по урожайности семян, проанализированы по хозяйственно ценным признакам и свойствам. Проведенный структурный анализ показал, что высокая урожайность семян новых линий формируется за счет увеличения элементов продуктивности и высокой приспособленности к механизированной уборке (табл. 2).

1. Урожайность и качество перспективных линий гороха (КСИ, 2016–2018 гг.) 1. Productivity and quality of the promising pea lines (KSI, 2016–2018)

Сорт, линия	Тип листа	Год			Среднее	Прибавка к стандарту	
		2016	2017	2018		т/га	%
Аксайский усатый 5, st.	ус.	1,68	3,45	2,12	2,42	–	–
Г-1002	ус.	1,95	3,87	2,35	2,72	0,30	12,4
Г-1003	ус.	1,85	4,17	2,40	2,81	0,39	16,1
Г-1010	лист.	1,76	4,09	2,33	2,73	0,31	12,8
Г-1011	лист.	1,69	4,0	2,15	2,61	0,19	7,90
Г-1013	лист.	1,71	4,20	2,09	2,67	0,25	10,3
Г-1015	лист.	1,83	3,96	2,04	2,61	0,19	7,90
Среднее	–	–	–	–	2,65	–	–
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	0,28	–

2. Хозяйственно ценные признаки и свойства перспективных линий гороха (КСИ, 2016–2018 гг.)

2. Economic, valuable traits and properties of the promising pea lines (KSI, 2016–2018)

Сорт, линия	Период «всходы – созревание», сут	Высота растений, см	Коэффициент полегания	Осыпаемость семян	Число семян на раст., шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 раст., г
Аксацкий усатый 5, st.	89	73,1	0,48	Н	27,6	172,1	4,75
Г-1002	87	84,9	0,52	Н	33,1	198,7	6,58
Г-1003	85	82,1	0,49	Н	38,7	222,1	7,01
Г-1010	85	86,3	0,35	Н	48,8	181,3	8,85
Г-1011	88	78,6	0,44	Н	27,4	209,5	5,74
Г-1013	86	80,2	0,44	Н	31,6	207,8	6,59
Г-1015	85	74,7	0,42	Н	23,7	190,7	4,51
Среднее	86	83,3	0,43	–	31,3	194,7	5,92

По продолжительности периода вегетации выделенные линии отличались скороспелостью в сравнении со стандартом. Наиболее скороспелыми были линии Г-1003, Г-1010 и Г-1015, имея период вегетации в среднем за 3 года 85 суток, что на 4 суток короче, чем у стандартного сорта.

Все выделенные линии гороха отличались неосыпаемостью семян. Данный признак, закрепленный генетически, снижает риски потери урожая во время созревания семян при раскрытии створок бобов.

Большой технологичностью отличались линии, имеющие усатый тип листа, которые сформировали менее полеглый стеблестой.

Анализ элементов семенной продуктивности показывает, что за счет большего числа семян с растения была увеличена урожайность у линий Г-1002 (33,1 шт./раст.), Г-1003 (38,7 шт./раст.), Г-1010 (48,8 шт./раст.) и Г-1013 (31,6 шт./раст.) с показателем у стандарта 37,5 шт./раст.

Все линии гороха, в сравнении со стандартным сортом Аксацкий усатый 5 (172,1 г), дали прибавку за счет крупности семян. Наибольшей массой 1000 семян отличилась линия Г-1003 (222,1 г). Незначительно уступили ей по данному показателю линии Г-1011 (209,5 г) и Г-1013 (207,8 г).

По семенной продуктивности растения выделились линии Г-1010 (8,85 г/раст.), Г-1003 (7,01 г/раст.), Г-1013 (6,59 г/раст.) и Г-1002 (6,58 г/раст.) при показателе у стандарта 4,75 г/раст.

Выводы. В результате конкурсного сортоиспытания в 2016–2018 гг. стандартный сорт Аксацкий усатый 5 достоверно превысил по урожайности 3 линии гороха, 2 из которых отличались усатым типом листа (Г-1002, Г-1003) и большей устойчивостью к полеганию.

Все выделенные линии отличались неосыпаемостью семян.

Наибольшим выходом семян с одного растения отличилась линия Г-1010, имея показатель 48,8 шт./раст.

Крупностью семян отличились линии Г-1003 (222,1 г), Г-1011 (209,5 г) и Г-1013 (207,8 г).

Наибольшая продуктивность одного растения наблюдалась у линии Г-1010 (8,85 г/раст.), однако, имея низкий коэффициент устойчивости к полеганию (0,35), у данной линии произошли наибольшие потери семян при уборке.

Отличившиеся линии по ряду хозяйственно ценных признаков будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

Библиографические ссылки

1. Алабушев В. А., Алабушев А. В. и др. Растениеводство: учебное пособие // под ред. В. А. Алабушева. Ростов н/Д.: Издательский центр «Март», 2001. 384 с.
2. Давлетов Ф. А. Селекция неосыпающихся сортов гороха в условиях Южного Урала. Уфа, 2008. 236 с.
3. Ерешко А. С., Бершанский Р. Г. Семеноведение и семеноводство сельскохозяйственных культур (курс лекций): учебное пособие. Зерноград: АЧГАА, 2013. 149 с.
4. Макашева Р. Х. Горох. Л.: Колос, 1973. 312 с.
5. Чекалин Е. И., Кондыков И. В., Амелин А. В. Устойчивость гороха посевного и полевого к экстремальным факторам погоды // Новые сорта с.-х. культур – основная часть инновационных технологий в растениеводстве. Орел, 2011. С. 297–304.

References

1. Alabushev V. A., Alabushev A. V. i dr. Rastenievodstvo: uchebnoe posobie [Plant breeding: course of lectures] // pod red. V. A. Alabusheva. Rostov n/D.: Izdatel'skij centr "Mart", 2001. 384 s.
2. Davletov F. A. Selekcija neosypayushchihsya sortov goroha v usloviyah Yuzhnogo Urala [Breeding of the non-shedding pea varieties in the Southern Ural conditions]. Ufa, 2008. 236 s.
3. Ereshko A. S., Bershanskij R. G. Semenovedenie i semenovodstvo sel'skohozyajstvennyh kul'tur (kurs lekcij): uchebnoe posobie [Seed study and seed growing (course of lectures)]. Zernograd: ACHGAA, 2013. 149 s.
4. Makasheva R. H. Goroh [Peas]. L.: Kolos, 1973. 312 s.
5. Chekalin E. I., Kondykov I. V., Amelin A. V. Ustojchivost' goroha posevnogo i polevogo k ehkstremaal'nym faktoram pogody [Resistance of sowing and field peas to the extreme weather factors] // Novye sorta s.-h. kul'tur – osnovnaya chast' innovacionnyh tekhnologij v rastenievodstve. Orel, 2011. S. 297–304.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:631.52:632.111.6

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-29-31

ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В НАЧАЛЬНУЮ ФАЗУ ОРГАНОГЕНЕЗА И ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТЬЕВ И СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО СТРЕССА

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

Проведена лабораторная оценка степени засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы на осмотическом растворе (сахароза 16 атм.). Максимальные значения этого показателя были в пределах от 70,0% (Лидия) до 79,3% (Аскет). По результатам вегетационных опытов установлено, что в условиях недостаточной влагообеспеченности («засушник», 30% ПВ) в фазу цветения общая площадь листьев растений озимой мягкой пшеницы варьировала от 45,2 см² (Вольный Дон) до 63,4 см² (Казачка), а в фазу молочной спелости зерна общая площадь листьев была в пределах от 3,5 см² (260/09) до 17,7 см² (Полина). В фазу цветения наилучшее соотношение площади верхних листьев к нижним в пользу верхних в условиях почвенной засухи отмечено у сортов Краса Дона, Капитан, Лидия, Аскет. В фазу молочной спелости наличие нижних зеленых листьев зафиксировано у сортов Капитан, Краса Дона, Изюминка. Количество накопленных пигментов (хлорофилла) в листьях остается наиболее высоким в период цветения и молочной спелости зерна в сортах Капитан (3,1 и 2,6 мг/100 г сухого вещества), Казачка (2,9 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Краса Дона (2,8 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Аскет (2,7 и 2,3 мг/100 г сухого вещества), Лидия (2,6 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Изюминка (2,5 и 2,1 мг/100 г сухого вещества).

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, площадь листьев, сохранность хлорофилла, засухоустойчивость.



DROUGHT RESISTANCE OF WINTER SOFT WHEAT SAMPLES IN THE PRIMARY PHASE OF ORGANOGENESIS AND CHANGE OF LEAF AREA AND CHLOROPHYLL CONTENT IN LEAVES UNDER THE CONDITIONS OF WATER STRESS

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

There has been conducted laboratory assessment of drought resistance of winter soft wheat samples on an osmotic solution (sucrose 16 atm.). The maximum values of this indicator ranged from 70.0% ("Lidiya") to 79.3% ("Asket"). According to the results of vegetation trials, it was established that in conditions of insufficient moisture supply (aridity of 30% PV) during the flowering phase, the total leaf area of winter wheat varieties and lines varied from 45.2 cm² ("Volny Don") to 63.4 cm² ("Kazachka"), and in the phase of milky ripeness of grain, the total leaf area ranged from 3.5 cm² ("260/09") to 17.7 cm² ("Polina"). The varieties "Krasa Dona", "Kapitan", "Lidiya", "Asket" showed the best ratio of the upper leaves area to the lower ones under arid conditions (in favor of the upper ones in the flowering phase). In the phase of milky ripeness, the presence of lower green leaves was identified in the varieties "Kapitan", "Krasa Dona", "Izyumnka". The amount of accumulated pigments (chlorophyll) in the leaves remains the highest during the flowering period and the milky ripeness of the grain in the varieties "Kapitan" (3.1 and 2.6 mg/100g of dry matter), "Kazachka" (2.9 and 2.4 mg/100g of dry matter), "Krasa Dona" (2.8 and 2.4 mg/100g of dry matter), "Asket" (2.7 and 2.3 mg/100g of dry matter), "Lidiya" (2.6 and 2.4 mg/100g of dry matter), "Izyumnka" (2.5 and 2.1 mg/100g of dry matter).

Keywords: winter soft wheat, variety, leaf area, chlorophyll, drought resistance (tolerance).

Введение. Важнейшей задачей для сельского хозяйства является получение высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы в любой климатической зоне страны. Величина урожая определяется двумя основными факторами – размерами площади листьев и продуктивностью их работы (Терлецкая и др., 2017). При недостаточной влагообеспеченности подавляется рост растений, сокращается площадь листьев. Уменьшение листовой поверхности, даже интенсивно работающей, ведет к снижению величины продуктивности фотосинтеза и урожайности пшеницы (Ерошенко, 2010). Высокая засухоустойчивость

сортов должна обеспечить длительное физиологическое функционирование верхних 2–3 листьев, играющих большую роль в формировании и наливе зерна. Во второй период онтогенеза пшеницы осуществляется реализации потенциала продуктивности через урожай. Задача селекционера создать засухоустойчивые генотипы с наиболее интенсивно протекающими именно в этот период процессами синтеза органических веществ и отложения их в запас, а земледельца – обеспечить условие этих процессов (Ерошенко, 2006; Прядкина и др., 2014). Целью исследования являлось установление степени засухоустойчивости

в разные фазы органогенеза под влиянием водного стресса.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2015–2017 гг. в лаборатории физиологии растений ФГБНУ «АНЦ «Донской». В качестве объекта исследования использовали 10 образцов озимой мягкой пшеницы. Для определения адаптивности растений к неблагоприятным условиям среды (водный стресс) использовали косвенный лабораторный метод и прямой вегетационный опыт. Изучение засухоустойчивости проводили на провокационном фоне «засушник» по методу В. В. Маймистова (1984). Содержания хлорофилла в листьях озимой пшеницы определяли по методу И. Г. Шматко (1976), учет площади листьев – по методу А. А. Ничипорович (1955). Засухоустойчивость в начальные стадии развития (на растворах осмотиков) – в изложении Н. Н. Кожушко (1982).

Результаты и их обсуждение. Проведена лабораторная оценка уровня засухоустойчивости 10 образцов озимой мягкой пшеницы. Максимальные значения этого показателя были в пределах от 70,0% (Лидия) до 79,3% (Аскет) (рис. 1).

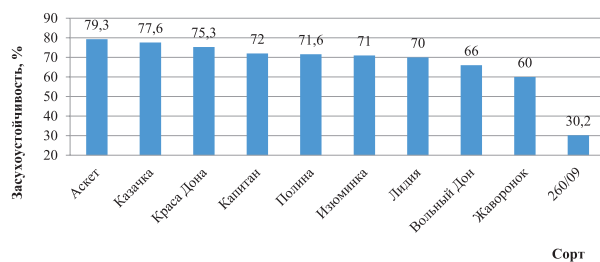


Рис. 1. Величина засухоустойчивости сортов и линий озимой мягкой пшеницы в начальные стадии развития (2015–2017 гг.)

Fig. 1. Value of drought resistance of winter soft wheat varieties and lines at the primary stages of vegetation (2015–2017)

Полученные результаты определения уровня засухоустойчивости лабораторным методом (раствор сахарозы 16 атм.) нашли свое подтверждение в данных вегетационного опыта «засушник». Оценка образцов по величине площади листьев при различных условиях выращивания позволила установить существенное изменение показателей под влиянием неблагоприятных факторов внешней среды (водный стресс). В условиях недостаточной влагообеспеченности («засушник», 30% ПВ) в фазу цветения общая площадь листьев колебалась от 45,2 см² (Вольный Дон) до 63,4 см² (Казачка). Начиная с фазы цветения, у растений при нарастающей засухе происходит постепенное отмирание листьев, в результате чего уменьшается ассимиляционная поверхность. В фазу молочной спелости зерна общая площадь листьев варьировала от 3,5 см² (260/09) до 17,7 см² (Полина) (рис. 2).

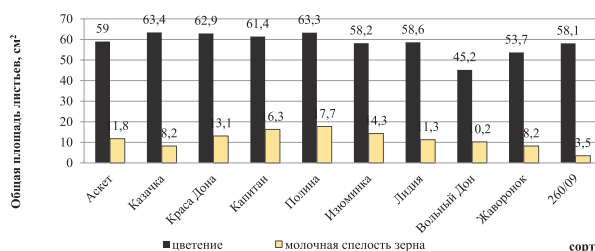


Рис. 2. Изменение величины площади листьев сортов и линий озимой пшеницы в условиях провокационного фона «засушник» (2015–2017 гг.)

Fig. 2. Change of leaf area of winter soft wheat varieties and lines under the conditions of provoking drought (2015–2017)

При изменении соотношения площади верхних листьев к нижним в пользу верхних и при замедленном отмирании нижних зеленых листьев, особенно во вторую половину вегетации, создаются благоприятные условия для лучшего налива зерна. Чем выше соотношение в пользу верхних листьев, тем наиболее устойчивы растения к стрессам. Наилучшим соотношением площади листьев в пользу верхних в фазу цветения в условиях недостаточной влагообеспеченности отмечены сорта Аскет, Капитан, Краса Дона, Лидия (рис. 3).

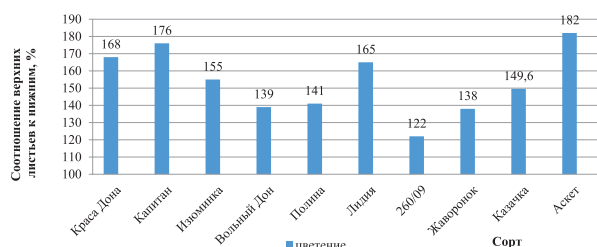


Рис. 3. Соотношение площади верхних (1 + 2 лист) к нижним листьям образцов озимой мягкой пшеницы в фазу цветения в условиях модельной засухи «засушник» (2015–2017 гг.)

Fig. 3. Ratio of the area of the top leaves (1 + 2 leaves) to the lower leaves of winter soft wheat samples in the flowering phase under the conditions of provoking drought (2015–2017)

К фазе молочной спелости зерна у большинства образцов в условиях нарастающей засухи отсутствовали нижние зеленые листья. Наличие нижних зеленых листьев зафиксировано у сортов Изюминка (3,1 см²), Капитан (2,7 см²), Краса Дона (2,1 см²).

Важную роль в процессах адаптации растений к неблагоприятным факторам среды (засуха, высокая температура воздуха) играет содержание хлорофилла в листьях сортов и линий озимой мягкой пшеницы. Отмечено, что каждый сорт озимой пшеницы характеризуется определенным уровнем накопления пигмента (хлорофилла). Количество накопленных пигментов в листьях остается наиболее высоким в период цветения и молочной спелости зерна в сортах Капитан (3,1 и 2,6 мг/100 г сухого вещества), Казачка (2,9 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Краса Дона (2,8 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Аскет (2,7 и 2,3 мг/100 г сухого вещества), Лидия (2,6 и 2,4 мг/100 г сухого вещества), Изюминка (2,5 и 2,1 мг/100 г сухого вещества). Минимальное снижение пигмента хлорофилла от фазы цветения к фазе молочной спелости зерна зафиксировано у сортов Лидия (8%), Краса Дона (14%), Аскет (15%), Капитан (16%), Изюминка (16%), Казачка (17%). Максимальное снижение этого показателя отмечено у сортов Полина (44%), Жаворонок (46%) и линии 260/09 (50%) (рис. 4).

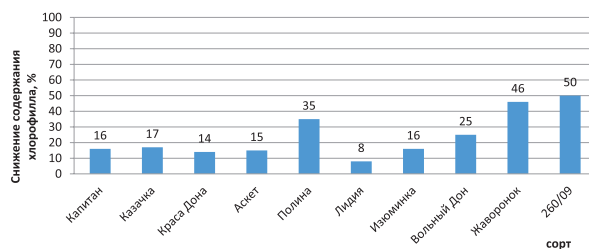


Рис. 4. Снижение содержания хлорофилла в листьях образцов озимой мягкой пшеницы от фазы цветения к фазе молочной спелости зерна в условиях модельной засухи («засушник») (2015–2017 гг.)

Fig. 4. Chlorophyll decrease in the leaves of winter wheat samples from the flowering phase to the milky ripening phase under the conditions of provoking drought (2015–2017)

Установлены корреляционные связи изучаемых показателей со степенью засухоустойчивости в начальные стадии развития (лабораторный метод, Кожушко, 1982). Высокая корреляционная зависимость уровня засухоустойчивости отмечена с содержанием хлорофилла в разные фазы органогенеза (цветение, молочная спелость зерна $r = 0,7$, $r = 0,8$ соответственно). Корреляционная связь величины общей площади листьев со степенью засухоустойчивости в фазу цветения была средней положительной ($r = 0,3$), а в фазу молочной спелости установлена высокая положительная связь ($r = 0,7$). Корреляционный анализ площади верхних и нижних листьев со степенью засухоустойчивости образцов выявил слабую корреляционную связь в фазу цветения как у нижних, так и у верхних листьев и составил $r = 0,2 \pm 0,04$. В фазу молочной спелости зерна установлена корреляционная связь, которая у верхних и нижних листьев составляет $r = 0,7$ и $r = 0,5$ соответственно.

Выводы. В результате проведенных исследований выделены образцы озимой мягкой пшеницы: Аскет, Краса Дона, Казачка, Капитан, Лидия, Изюминка, обладающие высокой засухоустойчивостью, сохранностью листового аппарата, особенно во второй половине вегетации, и незначительным снижением содержания пигмента хлорофилла в условиях почвенной засухи. Установлена взаимосвязь определения засухоустойчивости косвенным лабораторным методом (засухоустойчивость в начальные этапы развития) с прямым вегетационным методом (модельная засуха «засушник»). Наибольшая корреляционная связь степени засухоустойчивости образцов озимой мягкой пшеницы в начальные стадии развития отмечена с общей площадью листьев $r = 0,7$ (фаза молочной спелости зерна) и с содержанием пигмента хлорофилла $r = 0,7$ (фаза цветения), $r = 0,8$ (фаза молочной спелости зерна).

Библиографические ссылки

1. Ерошенко Ф. В. Ассимиляционная поверхность, хлорофилл и первичные процессы фотосинтеза высокорослых и короткостебельных сортов озимой пшеницы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. С. 12.
2. Ерошенко Ф. В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы: монография. Ставрополь: Сервисшкола, 2006. 200 с.
3. Прядкина Г. А., Стасик О. О., Михальская Л. Н., Швартау В. В. Связь между величиной хлорофилльного фотосинтетического потенциала и урожайностью озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при повышенных температурах // Сельскохозяйственная биология. 2016. С. 32.
4. Терleckкая Н. В., Зобова Н. В., Ступко В. Ю. Изучение устойчивости фотосинтетического аппарата мягкой пшеницы и ее диких сородичей к абиотическим стрессам *in vitro* и *in vivo*: монография. Алматы, 2017. 172 с.

References

1. Eroshenko F. V. Assimilyacionnaya poverhnost', hlorofill i pervichnye processy fotosinteza vysokoroslyh i korotkostebel'nyh sortov ozimoy pshenicy [Assimilation surface, chlorophyll and primary photosynthesis processes of tall and short-stem winter wheat varieties] // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. S. 12.
2. Eroshenko F. V. Osobennosti fotosinteticheskoy deyatel'nosti sortov ozimoy pshenicy: monografiya [Features of the photosynthetic activity of winter wheat varieties: monograph]. Stavropol': Servisskola, 2006. 200 s.
3. Pryadkina G. A., Stasik O. O., Mihal'skaya L. N., Shvartau V. V. Svyaz' mezhdu velichinoj hlorofill'nogo fotosinteticheskogo potentsiala i urozhajnost'yu ozimoy pshenicy (*Triticum aestivum* L.) pri povyshennyh temperaturah [The relationship between the value of chlorophyll photosynthetic potential and winter wheat productivity (*Triticum aestivum* L.) at high temperatures] // Sel'skhozaystvennaya biologiya. 2016. S. 32.
4. Terleckaya N. V., Zobova N. V., Stupko V. Yu. Izuchenie ustojchivosti fotosinteticheskogo apparata myagkoj pshenicy i ee dikih sorodichej k abioticheskim stressam *in vitro* i *in vivo*: monografiya [Study of the photosynthetic resistance of soft wheat and its wild relatives to abiotic stresses *in vitro* and *in vivo*]. Almaty, 2017. 172 s.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.16:631.52(470.47)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-31-34

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В АРИДНОЙ ЗОНЕ ЮГА РОССИИ

Б. А. Гольдварг¹, кандидат сельскохозяйственных наук, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

М. В. Боктаев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

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

¹ФГБНУ «Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Б. Нармаева» 358011, г. Элиста, пл. О. И. Городовикова, 1;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

В Российской Федерации посевы ячменя занимают около 7,0 млн га при средней урожайности 12,0 ц/га. Однако основное производство зерна ячменя (52,0%) находится в засушливых регионах страны – Южном и Приволжском округах (Алабушев и др., 2009; Портуровская и др., 2002). В данной статье рассмотрены результаты многолетних исследований сортов ярового ячменя различных селекционных учреждений на опытном поле Калмыцкого НИИСХ им. М. Б. Нармаева, цель которых подобрать для засушливой центральной зоны республики высокопродуктивные, максимально адаптированные к местным климатическим условиям сорта. Почвенный покров опытного участка представлен светло-каштановыми почвами разной степени солонцеватости и различного механического состава. В конкурсном испытании сорта ярового ячменя раз-

личных селекционно-опытных учреждений сравнивались между собой и с сортами стандартами, районированными в данной зоне. Главным фактором отбора сортов ярового ячменя в 2008–2017 гг. являлась способность формировать урожай зерна в сложных гидротермических условиях. Успешно прошедшие конкурсное испытание и показавшие неоспоримые преимущества в сравнении со стандартом, ценные для данной зоны сорта рекомендованы в производство. В ходе проведения исследований установлено, что яровой ячмень в центральной зоне Калмыкии в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода в 2008–2017 гг. формировал урожай от 0,50 до 5,01 т/га. Выявлено, что для получения устойчивых высоких урожаев зерна в центральной засушливой зоне Калмыкии необходимы сорта с коротким периодом (45–55 дней) «посев – колошение» и вегетационным периодом 75–85 дней и менее.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, сорт.



FORMATION OF SPRING BARLEY YIELDS IN THE ARID PART OF THE SOUTH OF RUSSIA

B. A. Goldvarg¹, Candidate of Agricultural Sciences, gb_kniish@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3377-4791;

M. B. Boktaev¹, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0002-3377-4987;

E. G. Filippov², Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926

¹FSBSI "Kalmykia Research Institute of Agriculture named after M. B. Narmaev"

358011, Elista, O. I. Gorodovikov Sq., 1;

²FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

In the Russian Federation, barley occupy about 7.0 million hectares with an average yield of 12.0 hwt/ha. However, the main production of barley grain (52.0%) is located in the arid regions of the country, namely in the Southern and Privolzhsky Districts (Alabushev et al., 2009; Porturovskaya et al., 2002). This article presents the results of long-term research of spring barley varieties developed by different breeding institutions in the experimental field of the Kalmyk Research Institute of Agriculture named after M. B. Narmaev, the purpose of which is to select highly productive and the most adapted to local climatic conditions varieties for the arid central territory of the Republic. The soil of the experimental area is light chestnut with various degrees of alkalinity and with different mechanical composition. In the competitive testing the spring barley varieties of various breeding and experimental institutions were compared with each other and with the standard and zoned varieties. The main factor in the selection of spring barley varieties in 2008–2017 was their ability to form grain yield under difficult hydrothermal conditions. The varieties which successfully passed the competitive tests and showed indisputable advantages in comparison with the standard, were recommended in production as the most valuable for the area. During the study, it was established that spring barley in the central zone of Kalmykia formed a crop from 0.50 to 5.01 t/ha depending on the hydrothermal conditions of the vegetation period in 2008–2017. It has been revealed that in order to obtain stable high grain yields in the central arid zone of Kalmykia, the varieties with a short period of "sowing – earing" (45–55 days) and a vegetation period of 75–85 days or less are of great need.

Keywords: spring barley, productivity, variety.

Введение. В Республике Калмыкия ведущей отраслью в развитии экономики является животноводство. Для его успешного развития необходима хорошо развитая кормовая база. Из 6,3 млн га сельхозугодий в республике пастбища занимают 5,2 млн га (82,5%), сенокосы – 96,6 тыс. га (1,5%), 906 тыс. га (14,4%) приходится на пашню. Основная площадь сельхозугодий занята малопродуктивными (2,0–4,5 ц/га сухой поедаемой массы) пастбищами (Бюллетень, 2012).

В полевом кормопроизводстве республики ведущее место занимает яровой ячмень. В доперестроечный период (1980-е гг.) его посевы занимали до 272,4 тыс. га. Затем наметилось их сокращение. С 2008 по 2010 г. посевы ярового ячменя находились на уровне 34,1–45,3 тыс. га (Бюллетень, 2012). Валовой сбор зерна в 1986–1990 гг. в среднем был на уровне 212,8 тыс. т (Гриценко, 2000; Гольдварг и др., 2009; Гриценко и др., 2010; Гриценко, 2012). В последующие годы он еще более снизился и к 2015, 2016 гг. составлял 33,5–59,6 тыс. т (табл. 1).

1. Динамика посевных площадей и валовых сборов зерна ярового ячменя в Республике Калмыкия

1. Dynamics of sown areas and gross yields of spring barley in the Republic of Kalmykia

Показатели	Годы			
	2008	2010	2015	2016
Посевная площадь, тыс. га	34,1	45,3	43,1	35,2
Валовой сбор, тыс. т	65,8	29,8	33,5	59,6

Снижение посевных площадей и валовых сборов зерна связано с рядом причин: резким снижением поголовья животных; переходом к экстенсивным технологиям, вызванным особенностями рыночной экономики; недостаточным ассортиментом (4 сорта) рекомендованных в производство сортов, максимально адаптированных к жестким местным климатическим условиям и др.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили на опытном поле ФГБНУ «КНИИСХ им. М. Б. Нармаева» (Целинный район Республики Калмыкия) согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Федин, 1985) и Методике полевого опыта (Доспехов, 1985) в 2008–2017 гг. Зона проведения опыта характеризуется очень засушливым климатом. Гидротермический коэффициент за период вегетации растений находится в пределах 0,5–0,7. Среднегодовое количество осадков – 250–330 мм. Среднегодовая температура воздуха – 8,6 °С. Сумма эффективных температур выше +10 °С составляет 3200–3600 °С. Почвенный покров представлен светло-каштановыми почвами разной степени солонцеватости и различного механического состава.

Все опыты закладывали по предшественнику черный пар, образцы высевали в 2 яруса в 4-кратной повторности сеялкой СН-16. Для посева использовали семена ярового ячменя, выращенные в одинаковых условиях. Рабочая площадь делянок – 60 м², учетная – 50 м², форма делянок – прямоугольная. Способ посева – обычный рядовой с глубиной заделки семян 4–5 см. Норма высева – 2,8 млн всхожих семян на 1 га.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных многолетних исследований были выявлены наиболее продуктивные и адаптированные к экстре-

мальным условиям внешней среды, стрессовым факторам, непритязательные к почвенному плодородию и с комплексом хозяйственно ценных признаков сорта ярового ячменя, рекомендуемые для засушливой зоны Юга России. Использование этих сортов в производстве позволит увеличить валовой сбор зерна и укрепить кормовую базу животноводства в Калмыкии и аналогичных регионах РФ.

Многолетними исследованиями установлено, что яровой ячмень в богарных условиях центральной зоны Калмыкии способен формировать урожайность зерна до 4,0 т/га и более. В зависимости от гидротермических условий вегетационного периода в 2008–2017 гг. яровой ячмень формировал урожайность от 0,50 (сорт Достойный, 2014 г) до 5,01 (сорт Прерия, 2017 г.) т/га зерна (табл. 2).

2. Объем изученного материала и урожайность зерна ярового ячменя (2008–2017 гг.) 2. The volume of the studied material and the spring barley productivity (2008–2017)

Наименование	Годы									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Изучено сортов, шт.	16	17	15	23	24	20	24	18	21	20
Средняя урожайность, т/га	3,38	2,26	2,38	2,74	2,09	2,09	1,25	2,88	3,46	4,09
min	2,52	1,33	1,65	2,02	1,79	1,36	0,50	2,22	2,31	2,48
max	4,04	2,52	2,86	3,06	2,48	2,42	2,00	3,27	4,50	5,01
НСР ₀₅	0,17	0,12	0,22	0,08	0,12	0,19	0,2	0,14	0,19	0,38
V, %	11,0	6,7	11,7	9,0	9,5	12,0	29,0	10,0	14,0	17,5

За десять лет исследований урожайность в целом по сортам ярового ячменя имела размах варьирования от 0,50 до 5,01 т/га, то есть максимальный уровень урожайности превышал минимальный в 10,0 раза. Следует отметить, что степень варьирования урожайности по годам была наивысшей в 2014 г. (29,0%) и в 2017 г. (17,5%), то есть в те годы, когда максимальный уровень урожайности превышал минимальный в большее количество раз (в 2014 г. – в 4,0; в 2017 г. – в 2,0 раза), чем в другие годы исследований.

В условиях засушливого климата на формирование урожая оказывает влияние продолжительность отдельных межфазных периодов. Наиболее продуктивными являются сорта с короткими периодами «посев – колошение» и «посев – полная спелость». Более раннее выколашивание позволяет уйти от воздействия суховея и высоких температур воздуха, наступающих в аридной зоне Нижнего Поволжья во второй декаде июня, а в отдельные годы и в более ранние сроки (II–III декады мая).

Раннее выколашивание также способствует прохождению процесса фотосинтеза и накопления сухого вещества в урожае в лучших гидротермических условиях, что и обеспечивает повышенную продуктивность.

Наши наблюдения за фенологией ярового ячменя приводят к выводу о том, что для получения устойчивых высоких урожаев зерна в центральной засушливой зоне Калмыкии необходимы сорта с коротким периодом (45–55 дней) «посев – колошение» и вегетационным периодом 75–85 дней и менее.

Таким требованиям соответствуют сорта Прерия, Ратник, Одесский 22 и некоторые другие. Это обеспечивает им в экстремальных условиях лучшую выживаемость, адаптивность и повышенную продуктивность. Более позднеспелые сорта двуручки при посеве весной, такие как Тимофей, Мастер и другие, способны формировать урожайность в 2,5–3,0 т/га только при благоприятно сложившихся погодных условиях вегетационного периода (табл. 3).

3. Урожайность сортов ярового ячменя в зависимости от условий вегетации, т/га 3. Productivity of spring barley varieties depending on vegetation conditions, t/ha

Сорт	В среднем за 2008–2017 гг.	В том числе в различные по влагообеспеченности годы		
		сухой (2014 г.)	средний (2011 г.)	влажный (2017 г.)
Странник, st.	2,81	1,26	3,06	4,27
Щедрый, st.	–	1,52	3,04	4,34
Прерия	2,97	1,48	2,99	5,01
Одесский 22	2,78	1,04	2,87	4,58
Сокол	2,73	1,26	2,8	4,36
Ратник	2,8	1,45	2,96	4,24
Гетьман	2,7	1,31	2,98	3,93
Вакула	2,64	0,99	2,95	4,31
Тимофей	–	0,56	2,29	3,07
Мастер	–	0,70	2,39	3,68
НСР ₀₅	–	0,20	0,08	0,38

В среднем за 10 лет конкурсного испытания сортов ярового ячменя наибольшую урожайность сформировали сорта Прерия (ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ») – 2,97 т/га; Странник (ФГУП «Прикумская опытно-селекционная стан-

ция») – 2,81 т/га и Ратник (ФГБНУ «АНЦ «Донской») – 2,80 т/га.

За последние годы на испытание поступил ряд перспективных сортов, показавших хорошую адаптацию и высокую продуктивность (табл. 4).

4. Урожайность новых сортов ярового ячменя, т/га 4. Productivity of new spring barley varieties, t/ha

Сорт	Оригинаторы	Годы		В среднем за 2016–2017 гг.
		2016	2017	
Странник, st.	ФГУП «Прикумская ОСС»	4,22	4,27	4,20
Щедрый, st.	ФГБНУ «АНЦ «Донской»	2,86	4,34	3,60
Булава	СГИ – НЦСС, Украина	3,25	4,78	4,02
Булат	ФГУП «Прикумская ОСС»	4,50	4,77	4,64
Куш	ФГУП «Прикумская ОСС»	3,85	4,5	4,18
Грис	ФГБНУ «АНЦ «Донской»	3,64	4,64	4,14
НСР ₀₅	–	0,19	0,38	–

Высокую выживаемость в жестких местных условиях и повышенную продуктивность (4,02–4,64 т/га) показали Булава, Булат, Куш, Грис; превышение над стандартом составило 0,42–1,04 т/га.

Выводы

1. Оценка сортов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании позволила выделить наиболее продуктивные и адаптированные к экстремальным условиям внешней среды с комплексом хозяйственно ценных признаков сорта ярового ячменя Прерия, Ратник, Одесский 22, рекомендуемые для засушливой зоны Юга России.

2. Фенологические наблюдения привели к выводу о том, что сорта с коротким периодом (45–55 дней)

«посев – колошение» и вегетационным периодом 75–85 дней и менее обеспечивают в экстремальных условиях лучшую выживаемость, адаптивность и повышенную продуктивность.

3. Из новых сортов по продуктивности выделен ряд перспективных для дальнейшего изучения и рекомендации в производство: Булава, Булат, Куш, Грис. Сорт Булат превысил на 0,44 т/га стандарт Странник и на 1,04 т/га Щедрый. Сорта Булава, Куш и Грис уступили по продуктивности стандарту Странник, превысив сорт Щедрый на 0,42; 0,58 и 0,54 т/га соответственно.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Гуреева А. В., Метлина Г. В., Раева С. А. Методические рекомендации по стимулированию внедрения современных технологий, увеличению посевных площадей под зерновыми культурами. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 107 с.
2. Бюллетень. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур во всех категориях хозяйств Республики Калмыкия (в разрезе районов) со всех земель в 2012 году. Элиста, 2013. 77 с.
3. Грициенко В. Г. Повышение устойчивости производства зерна ярового ячменя в аридной зоне Юга России // Наука и высшая школа Калмыкии. 2000. № 1(2). С. 87–92.
4. Гольдварг Б. А., Грициенко В. Г. Сорта зерновых колосовых культур, рекомендуемые в производство для южных регионов России. М., 2009. 30 с.
5. Грициенко В. Г., Гольдварг Б. А. Зернофуражные культуры в аридной зоне Юга России // Материалы научно-практической конференции, посвященной 85-летию аграрной науки Калмыкии. Элиста, 2010. С. 105–108.
6. Грициенко В. Г. Яровой ячмень в засушливых условиях Юга России. Элиста: ЗАОР НПП «Джангар», 2012. 131 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
8. Портуровская С. П., Огарев В. Д. Ячмень на Ставрополье. Ставрополь, 2002. 111 с.
9. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 261 с.

References

1. Alabushev A. V., Gureeva A. V., Metlina G. V., Raeva S. A. Metodicheskie rekomendacii po stimulirovaniyu vnedreniya sovremennykh tekhnologij, uvelicheniyu posevnykh ploshchadej pod zernovymi kul'turami [Methodical recommendations on promoting the introduction of modern technology, on increase the acreage under grain crops]. M.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2009. 107 s.
2. Byulleten'. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhajnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur vo vseh kategoriyah hozyajstv Respubliki Kalmykiya (v razreze rajonov) so vseh zemel' v 2012 godu [Bulletin. Sown areas, gross yields and grain crop productivity in all categories of farms of the Republic of Kalmykia (by region) from all lands in 2012]. Ehlista, 2013. 77 s.
3. Gricienko V. G. Povyshenie ustojchivosti proizvodstva zerna yarovogo yachmenya v aridnoj zone Yuga Rossii [Improvement of the sustainability of the spring barley production in the arid zone of southern Russia] // Nauka i vysshaya shkola Kalmykii. 2000. № 1(2). S. 87–92.
4. Gol'dvarg B. A., Gricienko V. G. Sorta zernovykh kolosovykh kul'tur, rekomenduemye v proizvodstvo dlya yuzhnykh regionov Rossii [Varieties of cereal crops recommended for production in the southern regions of Russia]. M., 2009. 30 s.
5. Gricienko V. G., Gol'dvarg B. A. Zernofurazhnye kul'tury v aridnoj zone Yuga Rossii [Fodder crops in the arid zone of the South of Russia] // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu agrarnoj nauki Kalmykii. Ehlista, 2010. S. 105–108.
6. Gricienko V. G. Yaroj yachmen' v zasushlvykh usloviyah Yuga Rossii [Spring barley in arid conditions of the South of Russia]. Ehlista: ZAOR NPP "Dzhangar", 2012. 131 s.
7. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 336 s.
8. Porturovskaya S. P., Ogarev V. D. Yachmen' na Stavropol'e [Barley in the Stavropol region]. Stavropol', 2002. 111 s.
9. Fedin M. A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Methods of state variety testing of agricultural crops]. M., 1985. 261 s.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.15:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-35-39

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ЗЕРНОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

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, ignatov1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

Исследования проведены в 2015–2017 гг. в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» с целью определения оптимальных значений количественных признаков, сочетание которых позволяет формировать максимальную урожайность гибридов зернового использования в засушливых условиях. Исходным материалом послужили 96 гибридов кукурузы, которые изучены по урожайности зерна, высоте растений, высоте прикрепления початка, продолжительности вегетационного периода и периода от всходов до цветения початков. Установлены наличие, сила и направленность связей между урожайностью зерна и количественными признаками. Выявлено наличие слабой положительной корреляционной зависимости между урожайностью зерна и высотой растений ($r = +0,10 \dots +0,23$). Гибриды кукурузы зернового использования должны быть среднерослыми с оптимальным значением признака 220–250 см. Урожайность зерна имела среднюю в 2016 г. ($r = +0,49$) и слабую в 2015, 2016 гг. ($r = +0,05$, $r = +0,17$) зависимость от высоты прикрепления початка. Оптимальные значения признака составили 80–95 см. Характер зависимости между урожайностью зерна и продолжительностью периода вегетации значительно различался по годам изучения: в 2016 г. установлена средняя положительная связь ($r = +0,52$), в 2015 и 2017 гг. – слабая отрицательная связь ($r = -0,14$, $r = -0,24$). В разные годы гибриды различных групп спелости формировали максимальную урожайность зерна (5,0–5,5 т/га). Преимущество имели гибриды среднеранней группы, а также раннеспелые и среднеспелые гибриды, незначительно отличающиеся по продолжительности вегетационного периода от среднеранних. Оптимальная продолжительность периода вегетации – 97–110 дней, периода от всходов до цветения початков – 53–61 день.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, количественные признаки, корреляционная зависимость, урожайность зерна.



OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF QUANTITATIVE TRAITS OF MAIZE HYBRIDS USED FOR GRAIN

G. 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;

A. S. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of maize breeding and seed-growing, ignatov1983@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-0319-4600

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The studies were carried out in 2015–2017 at the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in order to determine the optimal values of quantitative traits, the combination of which allows forming the maximum yield for hybrids of grain use in arid conditions. The 96 maize hybrids were the initial material which were studied for grain productivity, plant height, height of ear attachment, length of the vegetation period and of the period from germination to ear flowering. The presence, strength and direction of correlation between grain productivity and quantitative characteristics have been established. There has been identified a weak positive correlation between the grain productivity and plant height ($r = +0.10 \dots +0.23$). Maize hybrids for grain use should be of medium height with an optimal value of the trait of 220–250 cm. The grain productivity had an average in 2016 ($r = +0.49$) and a weak in 2015 and 2016 ($r = +0.05$; $r = +0.17$) dependence on an ear attachment height. The optimal values of the trait were 80–95 cm. The nature of the dependence between grain productivity and the length of the vegetation period greatly differed through the year of study. In 2016 an average positive correlation was $r = +0.52$; in 2015 and 2017 there was a weak negative correlation $r = -0.14$, $r = -0.24$. Through different years, the hybrids of various groups of ripeness formed the maximum grain productivity of 5.0–5.5 t/ha. The hybrids of the middle-early group of ripening, as well as the early-ripening and middle-ripening hybrids had an advantage before the middle-early group slightly differing in the length of the vegetation period. The optimum length of the vegetation period is 97–110 days, the period from germination to ear flowering is 53–61 days.

Keywords: maize hybrids, quantitative traits, correlation dependences, grain productivity.

Введение. Региональная ориентация селекции очень велика в России, так как земледельческая территория находится в разнообразных, часто неблагоприятных условиях, а величина урожая лимитируется разными по своей природе факторами (Жужукин и Горбунов, 2017). Создание сортов и гибридов сельскохозяйственных культур для конкретных почвенно-климатических условий предполагает необходимость моделирования новых сортов и гибридов.

При этом требуется учитывать природные условия, для которых создается сорт или гибрид, и направление его использования. Необходимо оптимизировать величины всех основных признаков, влияющих на формирование урожайности зерна.

Исследователи отмечают важность количественного признака «высота растений»: она может сильно повлиять на урожайность зерна из-за ряда факторов, таких как общая биомасса растений или устойчивость

к полеганию (Ковтунов и Горпиниченко, 2010). Высота растений – один из важнейших признаков, который необходимо учитывать при различных направлениях селекции кукурузы. При создании гибридов для возделывания на силос и зеленый корм необходимы максимально высокорослые формы. При создании гибридов зернового направления использования необходимы формы с оптимальной высотой растений, позволяющие формировать максимальную урожайность зерна, а не общую биомассу (Шмараев, 1999).

Другой важнейший хозяйственный признак для зерновых гибридов кукурузы – «высота прикрепления початка». Он тесно сопряжен с высотой растений, влияет на устойчивость к полеганию и является показателем технологичности при уборке кукурузы.

Фундаментом для формирования урожайности является продолжительность вегетационного периода (Костылев и Краснова, 2018). Формы с продолжительным вегетационным периодом часто урожайнее, так как имеют более длительный период накопления питательных веществ. Однако для конкретных почвенно-климатических условий и в зависимости от метеорологических условий года преимущество могут иметь зерновые гибриды различных групп спелости (Кривошеев и Игнатъев, 2015; Гитченко и Варламова, 1999). Один из наиболее точных способов определения продолжительности вегетационного периода гибридов кукурузы (от всходов до полной спелости) – по образованию черного слоя в плацентной части зерновки. Однако этот способ трудоемок, поэтому селекционеры для определения группы спелости гибридов, сортов и линий кукурузы чаще используют период «всходы – цветение початков», который тесно коррелирует с продолжительностью периода вегетации.

В засушливых условиях продолжительность периода «всходы – цветение початков» может иметь очень важное значение. Необходимо создание гибридов кукурузы, у которых бы критический период (цветение, опыление) не совпадал по времени с максимальной температурой и сухостью воздуха (Кривошеев и Игнатъев, 2014).

Цель исследований – определение оптимальных значений количественных признаков: высоты растений, высоты прикрепления початков, продолжительности вегетационного периода, периода от всходов до цветения початков, сочетание которых позволяет формировать максимальный урожай гибридам кукурузы зернового типа использования в засушливых условиях.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2015–2017 гг. в ФГБНУ «Аграрный

научный центр «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области.

В качестве исходного материала использовали 96 межлинейных гибридов кукурузы конкурсного сортоиспытания. Изучаемые гибриды относились к различным группам спелости: раннеспелая (ФАО 100), среднеранняя (ФАО 200), среднеспелая (ФАО 300), среднепоздняя (ФАО 400). Полевые опыты были заложены на поле лаборатории селекции и семеноводства кукурузы. Площадь делянок – 25 м², повторность – четырехкратная, размещение – систематическое. Урожайность зерна пересчитывали с учетом 14% влажности. Закладку опытов, учеты и наблюдения проводили согласно методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985), «Методическим рекомендациям по проведению полевых опытов с кукурузой» (1980). Оценка исходного материала проведена с использованием «Международного классификатора СЭВ вида *Zea mays* L., статистическая обработка – по Б. А. Доспехову (1985) с применением программы Statistica 8.0. Для математической обработки использовали усредненные по повторностям данные.

Определяли урожайность зерна и оценивали следующие количественные признаки: высота растений, высота прикрепления нижнего хозяйственно годного початка, продолжительность вегетационного периода (от всходов до полной спелости), продолжительность периода «всходы – цветение початков».

Годы проведения исследований характеризовались как засушливые (2016 г. – сильно засушливый; 2015 и 2017 гг. – средне засушливые).

В 2015 г. атмосферных осадков за период вегетации кукурузы (с 1 мая по 1 сентября) выпало 170,0 мм, что составило 85% от среднееголетней нормы за тот же период. В 2016 г. количество атмосферных осадков составило 141,1 мм, или 70% от среднееголетней нормы. В 2017 г., несмотря на то, что количество осадков за период вегетации кукурузы было на уровне среднееголетней нормы (200,4 мм), распределение их в течение вегетации оказалось крайне неравномерным. Так, в период роста и развития растений кукурузы, когда отмечалось наибольшее водопотребление растений, цветения и опыления (с 1 июля по 20 августа) выпало 42,2 мм осадков (55,5% среднееголетней нормы за тот же период).

Результаты и их обсуждение. Величины коэффициентов корреляции между урожайностью зерна и изучаемыми количественными признаками варьировали в зависимости от года исследований (табл. 1).

1. Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и количественными признаками
1. Correlation coefficients between grain yield and quantitative traits

Признак	Единица измерения	Год		
		2015	2016	2017
Высота растений	см	+0,10	+0,21*	+0,23*
Высота прикрепления початка	см	+0,05	+0,49*	+0,17
Продолжительность периода «всходы – полная спелость»	дн.	–0,14	+0,52*	–0,24
Продолжительность периода «всходы – цветение початков»	дн.	–0,16	+0,46*	–0,32*

* Достоверно при 5% уровне значимости.

Выявлена слабая положительная, но существенная при 5% уровне значимости зависимость между урожайностью зерна гибридов кукурузы и высотой растений в 2016 г. ($r = +0,21$) и в 2017 г. ($r = +0,23$). В 2015 г. зависимость была очень слабой ($r = +0,10$).

Между урожайностью зерна и признаком «высота прикрепления початка» в 2016 г. установлена средняя положительная зависимость ($r = +0,49$), в 2017 г. – слабая ($r = +0,17$). В 2015 г. зависимость отсутствовала ($r = +0,05$).

Выявлена средняя положительная корреляционная зависимость между урожайностью зерна и продолжительностью периода «всходы – полная спелость» в 2016 г. ($r = +0,52$); в 2017 г. отмечена слабая отрицательная зависимость ($r = -0,24$), существенная при 5% уровне значимости; в 2015 г. – слабая отрицательная несущественная зависимость ($r = -0,14$).

Подобные результаты получены при анализе зависимости между урожайностью зерна и продолжительностью периода от всходов до цветения початков.

Продолжительность этого периода положительно коррелировала в 2016 г. с урожайностью ($r = +0,46$) и отрицательно в 2017 г. ($r = -0,32$). В 2015 г. зависимость была слабой и несущественной ($r = -0,16$).

На основе корреляционного анализа установлены наличие или отсутствие связей, их сила и направленность. Определить оптимальные значения количественных признаков позволяет анализ графиков зависимостей.

Признак «высота растений» в 2015 г. варьировал в пределах от 205,0 до 260,5 см (рис. 1).

Наименьшую урожайность зерна (менее 4,5 т/га) сформировали самые низкорослые гибриды (205–220 см). С увеличением высоты растений урожайность зерна увеличивалась. Оптимальную высоту растений (235–250 см) имели гибриды с максимальной урожайностью (до 5,0 т/га и выше). Более высокорослые гибриды (250–260 см) снижали урожайность зерна до 4,0 т/га.

В 2016 г. высота растений варьировала от 175,3 до 231,0 см. Наименьшую урожайность зерна (менее 2,5 т/га) сформировали низкорослые растения (до 180 см). С увеличением высоты растений урожайность возрастала, но зависимость не была линейной. Наиболее урожайными (5,0–5,5 т/га) в 2016 г. оказались гибриды с высотой растений 220–230 см (рис. 2).

Высота растений в 2017 г. варьировала от 202,3 до 263,5 см. Наименьшую урожайность сформировали низкорослые (205–220 см) и самые высокорослые (250–260 см) гибриды. Оптимальные значения высоты растений для зерновых гибридов кукурузы в 2017 г. составили 220–250 см (рис. 3).

Несмотря на то, что оптимальные значения высоты растений зерновых гибридов варьировали по годам, преимущество во все годы имели среднерослые формы (220–250 см). Низкорослые и высокорослые снижали урожайность зерна.

Большой интерес представляет поиск оптимальных значений продолжительности вегетационного периода для зерновых гибридов кукурузы. В 2015 г. значения периода вегетации варьировали от 94 до 111 дней, взаимосвязь с урожайностью была криволинейной (рис. 4).

Наименее урожайными (3,0–3,5 т/га) оказались среднеспелые гибриды с продолжительностью вегетационного периода 107–110 дней. Однако и раннеспелые гибриды с периодом вегетации 94–96 дней также снижали урожайность зерна до 4,0–4,5 т/га. Оптимальные значения продолжительности вегетационного периода составили 98–105 дней, что соответствует периоду вегетации гибридов раннеспелой группы (98–100 дней) и гибридов среднеранней группы (101–105 дней).

В 2016 г. продолжительность вегетационного периода варьировала от 95 до 115 дней (рис. 5).

Взаимосвязь криволинейная, максимальную урожайность зерна сформировали раннеспелые гибриды с вегетационным периодом 100 дней и среднеспелые гибриды с периодом вегетации 106–110 дней. Низкоурожайными были как ультрараннеспелые, так и среднепоздние гибриды.

В 2017 г. вегетационный период варьировал в интервале от 94 до 117 дней (рис. 6).

Зависимость урожайности от продолжительности вегетации криволинейная, график двухвершинный. Максимальную урожайность зерна (5,0 т/га и выше) формировали раннеспелые гибриды с длиной вегетационного периода 97–98 дней и среднеспелые (период вегетации 105–106 дней). Раннеспелые гибриды с вегетационным периодом менее 97 дней снижали урожайность зерна (до 4,5 т/га), еще значительно снижали урожайность среднепоздние гибриды (до 3,5 т/га).

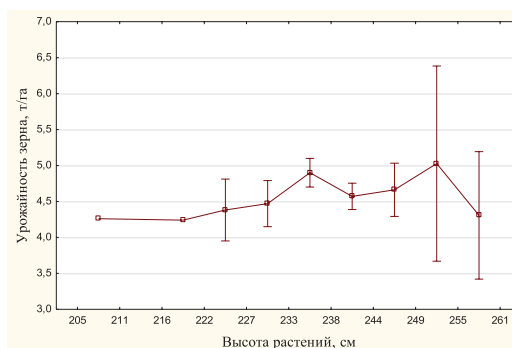


Рис. 1. Зависимость урожайности зерна гибридов кукурузы от высоты растений (2015 г.)

Fig. 1. Correlation dependences of maize hybrids productivity on plant height (2015)

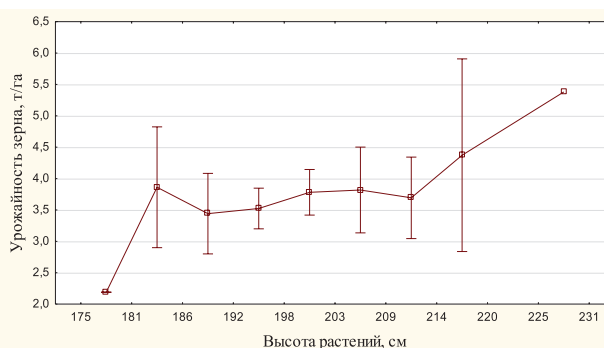


Рис. 2. Зависимость урожайности зерна гибридов кукурузы от высоты растений (2016 г.)

Fig. 2. Correlation dependences of maize hybrids productivity on plant height (2016)

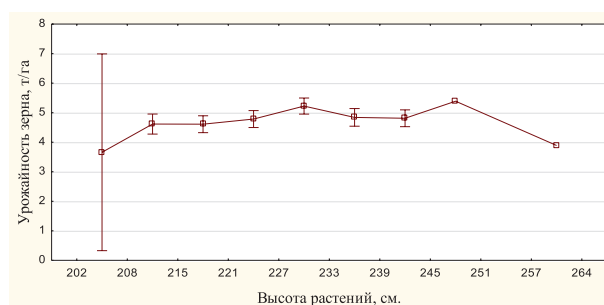


Рис. 3. Зависимость урожайности зерна гибридов кукурузы от высоты растений (2017 г.)

Fig. 3. Correlation dependences of maize hybrids productivity on plant height (2017)

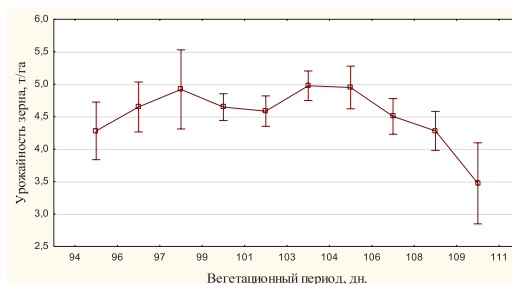


Рис. 4. Зависимость урожайности зерна от продолжительности вегетационного периода (2015 г.)

Fig. 4. Dependences of grain productivity on the longevity of vegetation period (2015)

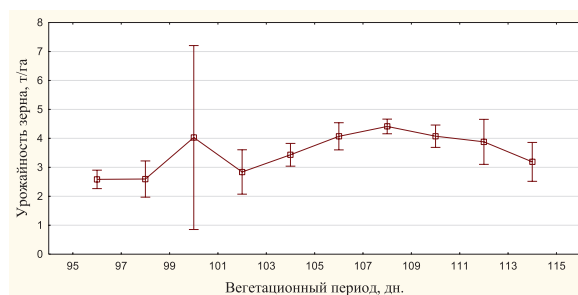


Рис. 5. Зависимость урожайности зерна от продолжительности вегетационного периода (2016 г.)

Fig. 5. Dependences of grain productivity on the longevity of vegetation period (2016)

Таким образом, оптимальная продолжительность вегетационного периода гибридов кукурузы зернового направления использования варьирует в зависимости от условий года выращивания от 97 до 110 дней, что соответствует периоду вегетации гибридов среднеранней группы, а также периоду вегетации раннеспелых и среднеранних гибридов. Преимущество имели раннеспелые гибриды (97–100 дней) и среднеспелые (106–110 дней), незначительно отличающиеся по длине вегетационного периода от среднеранних (100–105 дней).

Признак «высота прикрепления початков» сопряжен с высотой растений ($r = +0,53...+0,66$). Графики зависимости урожайности зерна от высоты растений схожи с графиками зависимости урожайности от высоты прикрепления початка. Анализ графиков зависимостей позволил установить оптимальные значения высоты прикрепления початка: в 2015 г. они составили 90–95 см; в 2016 г. – 80–90 см; в 2017 г. – 85–95 см. Гибриды с такими значениями формировали максимальную урожайность зерна.

Продолжительность периода «всходы – цветение початка» тесно сопряжена с общей продолжительностью вегетационного периода ($r = +0,91...+0,96$). В засушливых условиях для зерновых гибридов крайне важно, чтобы цветение початков не совпадало с максимальной температурой и сухостью воздуха, иначе возможна череззерница початков. Графики зависимости урожайности зерна от продолжительности периода «всходы – цветение початков» были подобны графикам зависимости урожайности от периода вегетации. Опти-

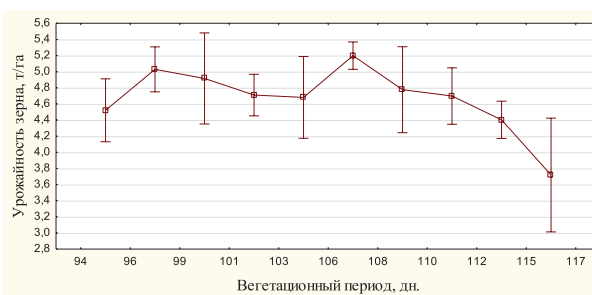


Рис. 6. Зависимость урожайности зерна от продолжительности вегетационного периода (2017 г.)

Fig. 6. Dependences of grain productivity on the longevity of vegetation period (2017)

мальные значения продолжительности периода «всходы – цветение початков» в 2015 г. составили 53–56 дней; в 2016 г. – 57–64 дня; в 2017 г. – 53–61 день.

Выводы. В условиях южной зоны Ростовской области выявлены направленность и сила корреляционных связей между урожайностью зерна и количественными признаками гибридов кукурузы зернового направления использования.

Установлена слабая положительная корреляционная зависимость между урожайностью зерна и высотой растений гибридов кукурузы ($r = +0,10...+0,23$). Оптимальные значения высоты растений зерновых гибридов кукурузы составляют 220–250 см.

Между урожайностью зерна и высотой прикрепления початка в 2016 г. выявлена средняя положительная ($r = +0,49$), а в 2015, 2017 гг. слабая положительная зависимость ($r = +0,05...+0,17$ соответственно). Оптимальное значение высоты прикрепления початка – 80–95 см.

Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и продолжительностью периода вегетации варьировали по годам исследований ($r = -0,24...+0,52$). В разные годы различные группы спелости формировали максимальную урожайность зерна. Преимущество имели гибриды среднеранней группы, а также раннеспелые и среднеспелые, незначительно отличающиеся по продолжительности вегетации от среднеранних.

Оптимальные значения признака «продолжительность периода всходы – цветение початков» для зерновых гибридов варьировали от 53 до 61 дня.

Библиографические ссылки

1. Жужукин В. И., Горбунов В. С., Зайцев С. А., Волков Д. П. Совершенствование методических подходов в селекции среднеранних гибридов кукурузы в Нижнем Поволжье // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 25–29.
2. Гитченко В. Н., Варламова И. А. Продолжительность вегетационного периода и урожайность гибридов кукурузы в северной зоне Краснодарского края // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. Краснодар, 1999. С. 187–190.
3. Ковтунов В. В., Горпиниченко С. И., Беседа Н. А. Исходный материал для сорго зернового // Вестник аграрной науки Дона. 2010. № 2. С. 76–80.
4. 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.
6. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Буин Н. П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 44–50.
7. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С. Влияние условий года на продуктивность и уборочную влажность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости // Генетика и селекция на Дону. Ростов н/Д., 2015. С. 106–104.
7. Шмараев Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы. Теоретические основы селекции. СПб., 1999. Т. IV. С. 386.

References

1. Zhuzhukin V. I., Gorbunov V. S., Zajcev S. A., Volkov D. P. Sovershenstvovanie metodicheskikh podhodov v selekcii srednerannih gibridov kukuruzy v Nizhnem Povolzh'e [Improvement of methodological approaches in the breeding of mid-early maize hybrids in the Nizhnee Povolzhie] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 25–29.
2. Gitchenko V. N., Varlamova I. A. Prodolzhitel'nost' vegetacionnogo perioda i urozhajnost' gibridov kukuruzy v severnoj zone Krasnodarskogo kraja [The longevity of vegetation period and maize hybrids productivity in the northern part of the Krasnodar Area] // Genetika, selekciya i tekhnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy. Krasnodar, 1999. S. 187–190.
3. Kovtunov V. V., Gorpichenko S. I., Beseda N. A. Iskhodnyj material dlya sorgo zernovogo [Initial material for grain sorghum] // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2010. № 2. S. 76–80.

4. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V., Kostyleva L. M., Galayan A. G. Analiz ehlementov struktury urozhajnosti i drugih kolichestvennykh 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.

6. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S., Buin N. P. Izmenenie klimaticheskikh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti v period vegetacii kukuruzy [Climate change in the southern part of the Rostov region during maize vegetation period] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 44–50.

7. Krivosheev G. Ya., Ignat'ev A. S. Vliyanie uslovij goda na produktivnost' i uborochnuyu vlazhnost' zerna gibridov kukuruzy razlichnykh grupp spelosti [Influence of the year conditions on the productivity and harvest moisture of maize hybrids of various groups of ripeness] // Genetika i selekciya na Donu. Rostov n/D., 2015. S. 106–104.

7. Shmaraev G. E. Genofond i selekciya kukuruzy. Teoreticheskie osnovy selekcii [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 плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.112:631.527(470.4)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-39-43

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЛИНИИ В СЕЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ УСЛОВИЙ ПОВОЛЖЬЯ

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

И. А. Кибкало, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, kibk@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8870-121X;

А. В. Поминов, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, pominov.aleks@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1033-9713;

О. В. Хомякова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, homyakova_olesya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5218-6076;

В. Н. Акинина, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, akinina_victoria@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3661-9246

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7

В статье представлены результаты изучения селекционной ценности линий озимого тритикале в основном конкурсном сортоиспытании. В качестве стандарта использовали сорт Студент, внесенный в Госреестр охраняемых селекционных достижений по Нижневолжскому региону. Отобраны ценные по важнейшим признакам линии как источники для использования в селекционных программах. Выделены перспективные линии для селекции на высокую зерновую продуктивность: № 1 (F₁₁ Полесский 10/Водолей), № 7 (F₁₂ Саргау/Полесский 7), № 9 (F₈ Водолей/АДП-2//Модус), № 12 (F₇ Студент/Водолей) – с потенциалом 65,5–83,0 ц/га. Высота растений указанных линий снижена по сравнению со стандартом на 22–37 см. Результаты исследований показали существование широкого спектра генотипической изменчивости по степени выраженности показателя «проницаемость клеточных мембран» в качестве ключевого физиологического показателя засухоустойчивости среди линий и сортов тритикале. По степени повреждаемости клеточных мембран селектированы линия № 9 и сорт Святозар. Выявленное наименьшее значение этого показателя у генотипов (35,5 и 31,5%) не отличается от такового у озимой ржи Саратовская 7 (33,5%, НСР₀₅ – 13,1%). В селекции на улучшение хлебопекарных качеств тритикале представляют интерес линии № 1, № 7, № 9 и № 11, которые по комплексу изученных показателей приближаются к сорту Валентин 90.

Ключевые слова: тритикале, селекция, урожай зерна, засухоустойчивость, повреждаемость клеточных мембран, качество зерна.



THE PROMISING LINES IN THE BREEDING WORK WITH TRITICALE FOR THE POVOLZHE CONDITIONS

T. I. Diyachuk, Doctor of Biological Sciences, docent, main researcher of the laboratory of cell breeding, cell_selection@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-7420-0521;

I. A. Kibkalo, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of cell breeding, kibk@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-8870-121X;

A. V. Pominov, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of cell breeding, pominov.aleks@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1033-9713;

O. V. Khomyakova, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of cell breeding, homyakova_olesya@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5218-6076;

V. N. Akinina, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of cell breeding, akinina_victoria@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3661-9246

FSBSI "Research Institute of Agriculture of the South-East"
410010, Saratov, Tulaykov Str., 7

The article presents the study results of the breeding value of winter triticale lines in the main competitive variety-testing. The variety "Student" was used as a standard variety introduced into the State List of Protected Breeding Achievements in the Nizhny-Volga region. There have been selected the most valuable lines as the sources for use in breeding programs. There were identified such promising lines for high grain productivity as № 1 (F₁₁ Polessky 10/Vodoley), № 7 (F₁₂ Sargau/Polessky 7), № 9 (F₈ Vodoley/ADP-2//Modus), № 12 (F₇ Student/Vodoley) with potential of 65.5–83.0 hwt/ha. The plant height of these lines is reduced compared with the

standard variety on 22–37 cm. The study results have shown the existence of a wide spectrum of genotypic variability of the “cell membrane permeability”, as a key physiological indicator of drought resistance among the triticale lines and varieties. According to the damage degree of cell membranes, the line № 9 and the variety “Svyatozar” were selected. The lowest value of this indicator was revealed in the genotypes (35.5 and 31.5%) and it does not differ from that in the winter rye variety “Saratovskaya 7” (33.5%, 13.1% of HCP₀₅). The lines № 1, № 7, № 9 and № 11, which according to the complex of the studied parameters are close to the variety “Valentin 90”, are of interest in the breeding work to improve baking traits of triticale.

Keywords: triticale, breeding work, grain productivity, drought tolerance, damage of cell membranes, grain quality.

Введение. Стабильное производство зерна в засушливых условиях Поволжья возможно только при использовании биоразнообразия возделываемых культур. Надежным буфером в валовом производстве зерна является тритикале – культура, способная в наибольшей степени противостоять неблагоприятным факторам внешней среды. Площади под тритикале в мире в 2016 г. составили 4,4 млн га (www.fao.org/faostat). Наибольшее распространение культура получила в странах с низким уровнем плодородия земель и хорошо развитым животноводством (Польша, Германия, Франция, Беларусь). В РФ с 2009 по 2016 г. посевные площади варьировали на уровне 165–251 тыс. га и возросли на 20,5% (со 165 тыс. га в 2009 г. до 229 тыс. га в 2016 г.). Наибольший прирост показателя зафиксирован в 2011 г. – относительно прошлого года площадь посева возросла на 37%. По урожайности зерна тритикале Россия уступает многим странам Европы в 2–3 раза (www.openbusiness.ru). По данным Министерства сельского хозяйства РФ, в 2017 и 2018 гг. произошло снижение посевных площадей под тритикале – они составили 188,5 и 156,7 тыс. га соответственно (<http://barley-malt.ru/wp-content/uploads/2018/02/agronomycheskoe-soveschanye-ytogy-2017.pdf>).

Генофонд тритикале постоянно расширяется. В результате селекции созданы сорта с высоким потенциалом зерновой продуктивности: новые сорта селекции Донского зонального научно-исследовательского института сельского хозяйства и Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко способны формировать 10–11 т зерна с гектара (Грабовец и Крохмаль, 2014; Ковтуненко и др., 2014). Они имеют высокие кормовые достоинства, повышенное содержание незаменимых аминокислот в зерне, устойчивы ко многим грибковым болезням и пригодны для малозатратных ресурсосберегающих технологий. Однако дальнейшее распространение тритикале сдерживается значительными колебаниями урожайности и отсутствием адаптированных сортов, отвечающих разнообразным требованиям производства (Пономарев и Пономарева, 2016). Одним из основных показателей производственной ценности сортов является их адаптивность. В связи с этим необходимо создание качественно нового исходного материала, приспособленного к местным условиям. Дальнейшее развитие селекции тритикале в условиях Поволжья – эпицентре российских засух – требует всестороннего изучения не только пополняющегося генофонда из образцов мировой коллекции ВИР, но и созданного оригинального исходного материала.

Цель исследований – выявить селекционную значимость оригинального исходного материала для его последующего использования в создании новых сортов озимого тритикале, адаптированных к засушливым условиям Поволжья.

Материалы и методы исследований. В изучении находились три сорта – Студент, Святозар, Валентин 90 и 16 линий озимого тритикале под следующими номерами: № 1 – F₁₁ Полесский 10/Водолей; № 2 – Студент; № 3 – F₈ Студент/Патриот//Корнет; № 4 – Святозар; № 5 – DH№9; № 6 – F₈ Водолей/АДП-2//Модус; № 7 – F₁₂ Саргай/Полесский 7; № 8 – Валентин 90; № 9 – F₈ Водолей/АДП-2//Модус; № 10 – F₈ Студент/Патриот//Корнет; № 11 – F₁₁ Студент/Союз; № 12 – F₇ Студент/

Водолей; № 13 – F₈ Конвейер/НАД432//АДП-2; № 14 – F₆ Водолей/АДП-2//П353-11; № 15 – F₆ Полесский 10/АДП-2//Губернатор Дона; № 16 – DH№31; № 17 – DH№8; № 18 – DH№20; № 64 – F₈ Водолей/АДП-2//Colina. DH-линии – это потомства удвоенных гаплоидов, полученных методом культуры пыльников.

Изучение линий проведено на экспериментальных полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» в 2015–2017 гг. Площадь делянок – 10 м², повторность опытов – 4-кратная. За стандарт был принят сорт Студент, занесенный в Госреестр охраняемых селекционных достижений по Нижневолжскому региону. Нормы высева – 4 млн всхожих семян на гектар.

Погодные условия 2015 г. были малоблагоприятными для формирования урожая озимых культур. Лето характеризовалось экстремально высоким температурным режимом. За основной период вегетации (май – июль) сумма осадков составила 99 мм, или 79% нормы, что соответствовало слабо засушливым условиям. Климатические условия 2016 г. способствовали формированию высокой урожайности зерна – за основной период вегетации выпало 136 мм осадков, или 111% нормы. Для роста, развития и формирования высокой продуктивности зерновых культур наиболее благоприятным был 2017 г. Сумма осадков за май – июль составила 219 мм (158% нормы), что характеризует условия повышенного увлажнения.

Изучение засухоустойчивости растений проводили в 2016–2017 гг. кондуктометрическим методом у 8 линий и трех сортов тритикале в сравнении как между собой, так и с мягкой пшеницей и рожью. В основу метода положена различная способность сортов переносить один и тот же уровень обезвоживания, связанный со структурной устойчивостью цитоплазмы. Для изучения использовали флаговые листья, одна половина которых служила контролем, а вторая – подвергалась завяданию в течение четырех часов. Степень повреждения клеточных мембран определяли по формуле

$$A = 1 - \frac{1 - T_1/T_2}{1 - C_1/C_2},$$

где A – степень повреждения, %; T₁ – выход электролитов из обезвоженных или прогретых листьев, Ом⁻¹; T₂ – полный выход электролитов из той же пробы, Ом⁻¹; C₁ – исходный выход электролитов без воздействия, Ом⁻¹; C₂ – полный выход электролитов из той же пробы, Ом⁻¹; 100 – величина для перевода показателя в проценты (Grzesiak et al., 2003).

Изучение параметров качества зерна проведено в лаборатории качества зерна ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Число падения определяли по Хагбергу – Пертену на приборе Falling Number, реологические показатели – на фаринографе фирмы Brabender, показатель SDS-седиментации – по методике Кибкало и др. (2013). При изучении параметров качества зерна стандартом служил сорт Валентин, являющийся одним из лучших по хлебопекарным качествам и признанный значительным достижением в этом направлении селекции культуры (Беспалова и др., 2012).

Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве AGROS (версия 2.09, Тверь, 1999).

Результаты и их обсуждение. Урожайность зерна, независимо от направления его использования, – это главный признак, отражающий хозяйственную ценность линий. Он является результатом функционирования комплекса важнейших эколого-генетических систем, определяющих формирование сложных количественных признаков. Зерновая продуктивность колебалась по годам в зависимости от складывающихся погодных условий. Так, в наиболее благоприятном по режиму увлажнения 2017 г. проявился потенциал зерновой продуктивности линий тритикале. Этот показатель достиг рекордного для Поволжья значения и у линий-лидеров составил 65,5–83,0 ц/га. Наибольшая урожайность зерна была получена у линий № 9 (83,0 ц/га) и № 12 (82,0 ц/га).

В среднем за три года достоверное превышение урожайности зерна, в сравнении со стандартом, выявлено у линий № 1, № 9, № 10, № 12, № 13 и № 14. Лидерами по зерновой продуктивности за этот период были линии № 9 и № 12 – их урожайность составила 56,9 и 54,5 ц/га соответственно при урожайности зерна стандарта 31,6 ц/га. Следует отметить, что высота растений у линий-лидеров продуктивности снижена по сравнению со стандартом и сортом Святозар на

26–37 см, что обеспечивает их устойчивость к полеганию (табл. 1). Коэффициент вариации по урожайности зерна линий варьировал от 20,0 до 34% (в среднем по годам – 25,5%).

Увеличение урожайности зерна у линий № 9 и № 12 обусловлено повышением массы зерна с колоса – она составила 2,25 и 2,45 г при соответствующем показателе у стандарта 1,97 г. Более высокую массу зерна с колоса имели также линии № 4, № 13 и № 14. По мнению А. И. Грабовца и А. В. Крохмаль (2016), масса зерна, несмотря на наличие разнообразных методов определения засухоустойчивости, является завершающим контролером селекционного процесса на устойчивость к засухе. Очевидна справедливость этого утверждения в селекции на засухоустойчивость и в условиях Юго-Востока Европейской части РФ – эпицентре российских засух. Число зерен в колосе у изученных линий варьировало от 37 до 52,3 шт., коэффициент вариации по показателю составил 15,4%. Наибольшие значения показателя выявлены для линий № 9, № 12, № 14 и № 18. Масса 1000 зерен отражает величину и крупность зерна. У изученных линий она изменялась от 40 до 52 г. Наибольшую массу 1000 зерен имели линии № 4, № 5, № 9, № 16, № 17 и № 18.

1. Урожайность зерна, его структура и высота растений у сортов и линий тритикале (2015–2017 гг.) **1. Grain productivity, its structure and plant height of triticale varieties and lines (2015–2017)**

№ сорта или линии	Урожайность зерна, ц/га	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Масса зерна главного колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт.
1 F ₁₁ (Полесский/Водолей)	44,4	116	5	1,70	40,3	39,3
2 Студент, st.	31,6	138	4	1,97	41,0	44,6
3 (F ₈ Студент/Патриот//Корнет)	36,1	137	4	1,90	46,0	40,7
4 Святозар	38,4	140	4	2,40	52,0	45,7
5 (DHN№9)	37,2	142	3	2,01	51,7	41,0
6 (F ₈ Водолей/АДП-2//Модус)	37,9	101	5	1,85	41,3	38,0
7 (F ₁₂ Саргау/Полесский 7)	39,8	116	5	1,63	40,0	40,3
8 Валентин 90	31,4	101	5	1,89	44,6	49,8
9 (F ₈ Водолей/АДП-2//Модус)	56,9	101	5	2,25	47,0	49,5
10 (F ₈ Студент/Патриот//Корнет)	49,2	116	5	1,83	45,3	40,3
11 (F ₁₁ Студент/Союз)	25,5	131	5	1,87	35,3	51,6
12 (F ₇ Студент/Водолей)	54,5	112	5	2,45	42,3	51,5
13 (F ₈ Конвейер/НАД432//АДП-2)	43,9	117	5	1,70	38,3	47,3
14 (F ₆ Водолей/АДП-2//Л353-11)	46,4	111	5	2,13	42,7	52,3
15 (F ₆ Полесский10/АДП-2//Губернатор Дона)	35,7	109	5	2,80	43,7	46,5
16 (DHN№31)	36,9	82	5	2,20	48,0	45,0
17 (DHN№8)	41,3	140	4	2,10	52,0	43,5
18 (DHN№20)	30,6	138	4	2,30	46,3	49,0
64 (F ₈ Водолей/АДП-2//Colina)	30,0	138	4	1,70	45,6	37,0
F _{факт.}	6,0*	22,1*	–	2,0*	2,1*	2,3*
НСР ₀₅	9,8	10,5	–	0,5	11,3	8,4
X	39,4	121,5	–	2,1	44,4	43,6
CV	25,5	15,2	–	16,6	11,4	15,4

Изучение засухоустойчивости растений по проницаемости клеточных мембран в качестве одного из ключевых физиологических показателей – это один из методов лабораторной оценки засухоустойчивости различных сельскохозяйственных культур. Проницаемость клеточных мембран – интегральный показатель функционального состояния растений, свидетельствующий о выносливости к осмотическому и тепловому стрессам. Выход электролитов – функция проницаемости, которая при неблагоприятных условиях отражает степень повреждения клетки (Grzesiak et al., 2003; Grzesiak

et al., 2013). Линии тритикале были изучены в сравнении как между собой, так и с сортами озимой мягкой пшеницы Калач 60 и озимой ржи Саратовская 7. Наименьшие значения показателя, не отличающиеся от озимой ржи Саратовская 7, выявлены у сорта Святозар (30,5%), сорта-стандарта Студент (31,0%) и линии № 9 (38,0%). Наименее засухоустойчивым по этому показателю оказался сорт селекции Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко Валентин 90 (83,5%) (табл. 2). Линия № 1 имела показатели засухоустойчивости, близкие к таковым у озимой мягкой пшеницы Калач 60.

Важным направлением использования зерна тритикале является хлебопекарное. Хлебопекарные свойства сорта – совокупность комплекса признаков. Каждый из них изменяется в различных пределах в зависимости от генотипа и условий внешней среды. Содержание белка у линий варьировало от 14 до 17%, клейковины – от 18 до 28,8%. Большинство линий имели клейковину 2-й группы качества. Объем хлеба в среднем за три года варьировал от 340 до 640 см³/100 г муки. Непревзойденным по этому показателю был сорт Валентин 90 (640 см³), хотя в 2016 г. у него были выявлены более низкие значения показателя в сравнении с линией № 11 (440 и 490 см³ соответственно).

Ранее мы отмечали, что одним из наиболее надежных, простых и доступных методов оценки ка-

чества зерна является SDS-седиментация. Основной отличительной особенностью метода являются простота, небольшой набор химреактивов, высокая производительность и небольшая навеска образца (Кибкало и др., 2013). У изученных линий величина осадка SDS-седиментации изменялась от 27 до 65 мл. Наибольшая величина показателя (65 мл) отмечена у сорта Валентин 90. Близкий по значению объем SDS-осадка к сорту Валентин 90 выявлен у линии № 11 (54 мл). Валориметрический индекс, как интегральный показатель физических свойств теста, изменялся от 23 до 44 е. п. Кроме сорта Валентин 90, по этому показателю качества следует выделить линии № 1, № 6 и № 9.

2. Проницаемость клеточных мембран у сортов и линий озимого тритикале

2. Cell membrane permeability of winter triticale varieties and lines

№ сорта или линии	Проницаемость клеточных мембран, %, по годам		Среднее
	2016	2017	
1 F ₁₁ (Полесский/Водолей)	52,0	59,0	55,5
2 Студент, st.	30,0	32,0	31,0
4 Святозар	29	32,0	30,5
5 DН№9	43	37,0	40,0
7 F ₁₂ Саргау/Полесский 7	42	31,0	36,5
8 Валентин 90	88	79,0	83,5
9 F ₈ Водолей/АДП-2//Модус	39	37,0	38,0
10 (F ₈ Студент/Патриот//Корнет)	42	37,0	39,5
11 (F ₁₁ Студент/Союз)	44	43,0	43,5
12 (F ₇ Студент/Водолей)	–	41,0	–
13 (F ₈ Конвейер/НАД432//АДП-2)	–	59,0	–
Озимая мягкая пшеница Калач 60	59	60,0	59,5
Озимая рожь Саратовская 7	37	31,0	34,0
F _{факт.}			26,1
НСР ₀₅			9,4

3. Параметры качества зерна сортов и перспективных линий тритикале (2015–2017 гг.)

3. Parameters of grain quality of the promising triticale varieties and lines (2015–2017)

№ сортов или линий	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	ИДК, е. п.	Объем осадка SDS-седиментации, мл	Валориметр, е. п.	Объем хлеба, см ³ /100 г муки
1 F ₁₁ (Полесский/Водолей)	15,5	21,2	77	37	41	510
2 Студент, st.	15,8	20,8	89	34	29	350
3 (F ₈ Студент/Патриот//Корнет)	15,7	17,2	78	34	29	390
4 Святозар	16,5	18,0	87	35	25	370
5 (DН№9)	16,8	28,0	86	27	26	420
6 (F ₈ Водолей/АДП-2//Модус)	16,5	21,2	86	35	40	370
7 (F ₁₂ Саргау/Полесский 7)	17,0	21,6	84	35	27	510
8 Валентин 90	17,0	24,4	86	65	42	640
9 (F ₈ Водолей/АДП-2//Модус)	15,1	16,0	75	47	44	480
10 (F ₈ Студент/Патриот//Корнет)	15,7	27,2	98	42	24	350
11 (F ₁₁ Студент/Союз)	15,7	24,0	81	54	36	460
12 (F ₇ Студент/Водолей)	17,0	24,0	97	33	25	360
13 (F ₈ Конвейер/НАД432//АДП-2)	14,2	23,5	98	34	29	360
14 (F ₆ Водолей/АДП-2//Л353-11)	14,0	24,4	95	37	31	380
15 (F ₆ Полесский10/АДП-2//Губернатор Дона)	14,2	22,6	98	34	29	390
16 (DН№31)	13,8	23,5	91	25	29	350
17 (DН№8)	14,0	23,5	92	30	23	370
18 (DН№20)	14,2	29,6	101	49	31	440
64 (F ₈ Водолей/АДП-2//Colina)	18,2	28,8	91	32	26	340
F _{факт.}	129,8	488,5	58,1	59,8	31,4	173,7
НСР ₀₅	0,3	0,5	3,2	3,8	3,2	17,5

Выводы. В результате изучения и оценки 3 сортов и 16 селекционных линий озимого тритикале в условиях Поволжья отобрано 7 перспективных линий, достоверно превышающих стандарт в среднем за три года по урожайности зерна (№ 1, № 9, № 10, № 12, № 13, № 14 и № 17). По степени повреждаемости клеточных мембран, как физиологическому по-

казателю засухоустойчивости, выделены линия № 9 и сорт Святозар, не отличающиеся от озимой ржи Саратовская 7. В селекции на улучшение хлебопекарных качеств представляют интерес линии № 1, № 7, № 9 и № 11, которые по комплексу изученных показателей приближаются к сорту Валентин 90.

Библиографические ссылки

1. Беспалова Л. А., Боровик А. Н., Пузырная О. Ю., Букреева Г. И. Использование гена сферококкоидности в создании зернового тритикале // Генетика, селекция, семеноводство, агротехника, технологии, использование зерна и кормов: материалы Междунар. науч.-практ. конференции «Тритикале и его роль в условиях нарастания аридности климата». Ростов н/Д., 2012. С. 21–26.
2. Грабовец А. И., Крохмаль А. В. Итоги и перспективы селекции озимого тритикале на Дону // Тритикале. Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов: материалы Междунар. науч.-практ. конференции «Роль тритикале в стабилизации производства зерна и кормов и технологии их использования», г. Ростов-на-Дону, 4–5 июня 2014 г. Ростов н/Д., 2014. С. 29–37.
3. Грабовец А. И., Крохмаль А. В. Селекция тритикале при усилении засух: методы и результаты // Тритикале: генетика, селекция и семеноводство: сб. трудов Междунар. науч.-практ. конференции «Роль тритикале в стабилизации производства зерна и кормов и технологии их использования», г. Ростов-на-Дону, 7–8 июня 2016 г. Ростов н/Д., 2016. С. 28–41.
4. Кибкало И. А., Дьячук Т. И., Акинина В. Н., Поминов А. В., Итальянская Ю. В., Сафронова Н. Ф., Медведова Л. П. Дифференциация сортов и линий тритикале по объему осадка SDS-седиментации // Зерновое хозяйство России. 2013. № 4. С. 12–15.
5. Ковтуненко В. Я., Панченко В. В., Калмыш А. П., Тимофеев В. Б., Дудка Л. Ф. Достижения селекции озимой тритикале в ГНУ КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко // Тритикале. Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов: сб. трудов Междунар. науч.-практ. конференции «Роль тритикале в стабилизации производства зерна и кормов и технологии их использования», г. Ростов-на-Дону, 4–5 июня 2014 г. Ростов н/Д., 2014. С. 69–75.
6. Пономарев С. Н., Пономарева М. Л. Генетический потенциал и селекционная значимость тритикале в Республике Татарстан // Тритикале. Генетика, селекция и семеноводство: материалы Междунар. науч.-практ. конференции «Роль тритикале в стабилизации производства зерна, кормов и технологии их использования», г. Ростов-на-Дону, 7–8 июня 2016 г. Ростов н/Д., 2016. С. 163–180.
7. Grzesiak S., Grzesiak M., Filek W., Stabryla J. Evaluation of physiological screening tests for breeding drought resistant triticale (*x Triticosecale Wittmack*) // Acta Physiol. Plantarum. 2003. Vol. 25, No. 1. Pp. 29–37.
8. Grzesiak M., Waligórski, Janowiak F., Marcińska I., Hura K., Szczyrek P., Głab T. The relations between drought susceptibility index based on grain yield (DSI_{gy}) and key physiological traits in maize and triticale genotypes // Acta Physiol. Plant. 2013. Vol. 35. Pp. 549–565. DOI: 10.1007/s11738-012-1097-5.

References

1. Bespalova L. A., Borovik A. N., Puzyrnaya O. Yu., Bukreeva G. I. Ispol'zovanie gena sferokokkoidnosti v sozdanii zernovogo tritikale [The use of the spherococidal gene in the production of grain triticale] // Genetika, selekciya, semenovodstvo, agrotekhnika, tekhnologii, ispol'zovanie zerna i kormov: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii "Tritikale i ego rol' v usloviyah narastaniya aridnosti klimata". Rostov n/D., 2012. S. 21–26.
2. Grabovec A. I., Krohmal' A. V. Itogi i perspektivy selekcii ozimogo tritikale na Donu [Results and prospects of winter triticale breeding on Don] // Tritikale. Genetika, selekciya, agrotekhnika, ispol'zovanie zerna i kormov: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii "Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna i kormov i tekhnologii ih ispol'zovaniya", g. Rostov-na-Donu, 4–5 iyunya 2014 g. Rostov n/D., 2014. S. 29–37.
3. Grabovec A. I., Krohmal' A. V. Selekcija tritikale pri usilenii zasuh: metody i rezul'taty [Triticale breeding during drought intensification: methods and results] // Tritikale: genetika, selekciya i semenovodstvo: sb. trudov Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii "Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna i kormov i tekhnologii ih ispol'zovaniya", g. Rostov-na-Donu, 7–8 iyunya 2016 g. Rostov n/D., 2016. S. 28–41.
4. Kibkalo I. A., D'yachuk T. I., Akinina V. N., Pominov A. V., Ital'yanskaya Yu. V., Safronova N. F., Medvedeva L. P. Differenciatsiya sortov i linij tritikale po ob'em u osadka SDS-sedimentacii [Differentiation of triticale varieties and lines by the volume of SDS-sedimentation] // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2013. № 4. S. 12–15.
5. Kovtunen V. Ya., Panchenko V. V., Kalmys A. P., Timofeev V. B., Dudka L. F. Dostizheniya selekcii ozimoi tritikale v GNU KNIISKH im. P. P. Luk'yanenko [Achievements of winter triticale breeding in the SSI KRIA named after P. P. Lukyanenko] // Tritikale. Genetika, selekciya, agrotekhnika, ispol'zovanie zerna i kormov: sb. trudov Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii "Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna i kormov i tekhnologii ih ispol'zovaniya", g. Rostov-na-Donu, 4–5 iyunya 2014 g. Rostov n/D., 2014. S. 69–75.
6. Ponomarev S. N., Ponomareva M. L. Geneticheskij potencial i selekcionnaya znachimost' tritikale v Respublike Tatarstan [Genetic potential and breeding significance of triticale in the Republic of Tatarstan] // Tritikale. Genetika, selekciya i semenovodstvo: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii "Rol' tritikale v stabilizacii proizvodstva zerna, kormov i tekhnologii ih ispol'zovaniya", g. Rostov-na-Donu, 7–8 iyunya 2016 g. Rostov n/D., 2016. S. 163–180.
7. Grzesiak S., Grzesiak M., Filek W., Stabryla J. Evaluation of physiological screening tests for breeding drought resistant triticale (*x Triticosecale Wittmack*) // Acta Physiol. Plantarum. 2003. Vol. 25, No. 1. Pp. 29–37.
8. Grzesiak M., Waligórski, Janowiak F., Marcińska I., Hura K., Szczyrek P., Głab T. The relations between drought susceptibility index based on grain yield (DSI_{gy}) and key physiological traits in maize and triticale genotypes // Acta Physiol. Plant., 2013. Vol. 35. Pp. 549–565. DOI: 10.1007/s11738-012-1097-5.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ГЕНЕТИКА НЕКОТОРЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ГИБРИДА РИСА CR-1009 (SUB-1) × НОВАТОР

П. И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. лабораторией селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

Е. В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID 0000-0002-4716-5676

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

Большое значение для формирования продуктивности имеют количественные признаки, которые характеризуются широким размахом изменчивости в разных условиях среды. Это высота растений, длина метелок, количество колосков и выполненных зерен на метелке, масса 1000 зерен и др. Изучение генетической базы количественных признаков у риса, представляющих основные элементы структуры урожая, является важной задачей, решение которой необходимо для ускорения селекционного процесса. Статья посвящена определению типа наследования, количества аллельных вариантов генов, участвующих в детерминации ряда количественных признаков, у гибрида риса от скрещивания контрастно различающихся сортов CR-1009 (Sub-1) и Новатор. Для генетического анализа расщепления признаков использовали компьютерную программу Полиген А. Наследование признака «высота растения» происходило по типу неполного доминирования больших значений признака, родительские формы различались по двум парам генов. По длине метелки наблюдали моногенные различия скрещенных сортов. По числу колосков на метелке проявилось полное доминирование большей величины признака. Наблюдалось взаимодействие двух генов, причем у каждой родительской формы были и рецессивные, и доминантные аллели, но в разных локусах. По числу зерен на метелке установлены аллельные различия в двух локусах и расщепление в соотношении 9 : 6 : 1. Расщепление по длине и ширине колоска было трансгрессивным и характеризовалось доминированием меньших значений признака. По массе 1000 зерен установлено неполное доминирование меньших значений признака и моногенные различия исходных родительских форм. По массе зерна с метелки выявлены дигенные различия родительских форм и расщепление в соотношении 15 : 1. Информацию о том, что различия определяются максимум двумя парами основных генов, можно использовать в практической селекции, сократив при этом объем работ для получения рекомбинантов с нужным сочетанием признаков.

Ключевые слова: рис, гибрид, количественные признаки, наследование.



GENETICS OF SOME QUANTITATIVE TRAITS OF THE RICE HYBRID CR-1009 (SUB-1) × NOVATOR

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

E. V. Krasnova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of rice breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-4716-5676

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

Quantitative traits which are characterized by a wide range of variability in different locations are of great importance for productivity formation. They are plant height, panicle length, number of spikelets and kernels per panicle, 1000-kernel weight, etc. The study of genetic basis of quantitative traits of rice, which are the main elements of yield structure, is an important problem and its solution is necessary to speed up breeding process. The article deals with the establishing of inheritance type, quantity of allelic variants of genes, which participate in determination of some quantitative traits of the rice hybrid obtained from hybridization of the varieties "CR-1009 (Sub-1)" and "Novator". The genetic analysis of trait splitting has been carried out by the computer program "Polygen A". The inheritance of the trait "plant height" occurred was of the type of incomplete domination of large values of the trait, the parental forms varied in two pairs of genes. By the panicle length, monogenic differences of the crossed varieties were observed. According to the number of spikelets per panicle, full dominance of the greater value of the trait was identified. The interaction of two genes was identified, with each parental form having both recessive and dominant alleles, but in different loci. Estimating number of kernels per panicle, there were allelic differences in two loci and trait splitting was in a ratio of 9 : 6 : 1. Trait splitting along the length and width of the spikelet was transgressive and was characterized by the dominance of smaller values of the trait. According to 1000-kernel weight, incomplete dominance of smaller values of the trait and monogenic differences of the initial parental forms have been established. According to kernel weight per panicle, the digenous differences of the parental forms and the splitting in a ratio of 15 : 1 were identified. The information that differences are determined by two pairs of main genes can be used in practical breeding. It will allow reducing the amount work to obtain recombinants with the desired combination of characteristics.

Keywords: rice, hybrid, qualitative traits, inheritance.

Введение. Обеспечение населения РФ крупой риса в полной мере возможно внедрением в производство высокоурожайных сортов и уменьшением затрат на их возделывание. Необходимо создавать и внедрять в производство новые высокоурожайные сорта риса, устойчивые к стресс-факторам среды, например к продолжительному затоплению слоем воды. Ген Sub-1A позволяет рису в странах Юго-Восточной Азии переживать длительные периоды наводнений, а в России его можно использовать в создании сортов для безгербицидных технологий, при которых сорная растительность подавляется большим слоем воды.

Урожайность зерна у риса определяется тремя ее количественными признаками: количеством метелок на растении, числом зерен в метелке и массой зерновки. Достижения картирования и секвенирования генома, а также функциональной геномики стали мощным инструментом для исследования генетических и молекулярных основ этих количественных признаков. Генетический анализ признаков урожайности на основе карт молекулярных маркерных связей выявил сотни локусов количественных признаков (QTL). Анализ мутантов и картографическое клонирование QTL позволили идентифицировать большое количество

генов, необходимых для основных процессов, лежащих в основе инициации и развития побегов и метелок, а также генов, контролирующих количество и размеры зерен и метелок. Молекулярная характеристика этих генов значительно продвинула механистическое понимание регулирования этих признаков, влияющих на урожайность риса. Полученные результаты имеют большое значение для генетического улучшения сельскохозяйственных культур (Xing, 2010).

На урожайность риса влияет величина проявления многих количественных и качественных признаков. Большое значение при формировании продуктивности имеют количественные признаки, которые характеризуются широким размахом изменчивости в разных условиях среды. Изучение генетической базы количественных признаков у риса, представляющих основные элементы структуры урожая, является важной задачей, решение которой необходимо для ускорения селекционного процесса.

В мире увеличение урожайности риса обусловлено работами по изменению морфологии растений, например полукарликовости. Это стимулировало изучение наследования высоты растений для улучшения селекционной работы. Современные устойчивые к полеганию сорта имеют короткие и толстые стебли (Yorobe et al., 2014). Для формирования зерновой продуктивности растений большое значение имеют такие признаки метелки, как ее длина, плотность, число зерен и их размеры.

Индийские ученые идентифицировали QTL для признаков, влияющих на урожайность, используя молекулярные маркеры SSR и AFLP. Было обнаружено пять QTL для высоты растений на хромосомах 1, 7 (два QTL), 8 и 11. Основной QTL (qPH-7b), картированный на хромосоме 7 (между RM1243-RM8263), определял 26,12% фенотипической вариации. Только один QTL был выявлен для длины метелки. Этот QTL (qPL-1) картирован на хромосоме 1 (между RM283-RM8132) и объясняет 9,61% фенотипической дисперсии. Один QTL (qNSP-12) для количества колосков на метелке был расположен на хромосоме 12 (между RM2197-RM212) и объяснял 22,58% фенотипической изменчивости. Обнаружено три QTL для количества выполненных зерен на метелке, которые были картированы на хромосомах 1, 6 и 11. Среди них qNGP-1 на хромосоме 1 (между RM246-RM1268) объяснил 21,03% фенотипической вариации и стал основным QTL для этого признака. Обнаружено два QTL для массы 1000 зерен. Первый QTL (qGW-1), расположенный на хромосоме 1 между RM1-RM283, объяснил 28,34% фенотипической вариации и показал наибольший эффект у этого признака. Второй QTL (qGW-2) на хромосоме 2 объяснил 9,68% фенотипической вариации. Для определения урожая зерна с метелки был идентифицирован QTL (qGY-3), расположенный на хромосоме 3, который объяснил 10,26% фенотипической вариации (Rabiei et al., 2015).

Для селекционной программы создания нового сорта основные задачи – подбор исходного материала с нужными генами и гибридизация для их объединения в сорте в процессе селекционной работы.

Цель работы – определить тип наследования, число и силу генов высоты растений, длины метелки, числа и массы 1000 зерен; провести отбор линий, сочетающих в себе комплекс хозяйственно ценных признаков, создать исходный материал для практической селекции.

Материалы и методы исследований. Материалом исследования послужили гибридные растения второго поколения и их родительские сорта – CR-1009 (Sub-1) и Новатор.

Позднеспелый сорт CR-1009 (Sub-1) создан в IRRI как улучшенная версия индийского сорта CR-1009,

в генотип которого ввели ген устойчивости к затоплению Sub-1. Подвид *indica*, разновидность *gilanica*. Сорт созревает за 155 дней. Высота растений – 65–80 см (рис. 1). Метелка длиной 19–20 см, количество колосков в метелке – 100–120 шт. Зерновки овальные, отношение длины зерна к ширине (l/b) – 2,8. Масса 1000 зерен – 21–22 г. Крупа имеет высокое содержание амилозы. Урожайность зерна в Индии – 5,8–8,1 т/га. Сорт устойчив к бурой пятнистости, пирикулярриозу, коричневой (BPH) и белоспинной (WBPH) цикадкам (New crop varieties, 2015).



Рис. 1. Сорт риса CR1009 Sub-1, обладающий геном устойчивости к длительному затоплению (New crop varieties, 2015)

Fig. 1. Rice variety CR1009 Sub-1 with the gene resistant to long-term submersion (New crop varieties, 2015)

Раннеспелый сорт Новатор выведен во ВНИИ риса. Подвид *japonica*, разновидность *italica*. Вегетационный период – 110 дней, растения низкорослые, высота – 85–90 см. Метелка компактная, вертикальная или слегка наклонная, длина – 15–16 см. Количество колосков в метелке – 130–135. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 2,5; масса 1000 зерен – 29–31 г.

Гибриды F_2 – F_5 выращивали в 2014–2017 гг. на полях Опытной станции «Пролетарская» Ростовской области. В работе руководствовались методикой полевого опыта (Доспехов, 2012). Математическую обработку данных исследований проводили с использованием программы Statistica 6. Для генетического анализа признаков использовали компьютерную программу Полиген А (Мережко, 2005).

Результаты и их обсуждение. По признаку «высота растений» родительские формы значительно различались, в среднем на 30 см (рис. 2). Кривая распределения частот (далее – КРЧ) гибрида выходила за пределы изменчивости родительских форм, наблюдалось выщепление небольшого количества положительных трансгрессивных форм (5% от общего количества растений F_2).

Вершина КРЧ F_2 смещена вправо к большей родительской форме Новатор, что указывает на неполное доминирование больших значений признака ($h_r = 0,52$). Анализ данных в программе Полиген А позволил установить, что исходные родительские формы различались по двум парам генов, средняя сила которых составляла 15 см.

Средняя длина метелки сорта Новатор составила 15,4 см; CR-1009 (Sub-1) – 19,4 см; гибрид был близок к среднему значению признака между ними, длина его метелки составила 17,7 см (рис. 2). КРЧ гибрида имела трехвершинную конфигурацию и находилась в пределах изменчивости исходных родительских форм, что свидетельствует о моногенных различиях сортов, взятых в скрещивание. Степень доминирования составила 0,14, сила гена – 4 см.

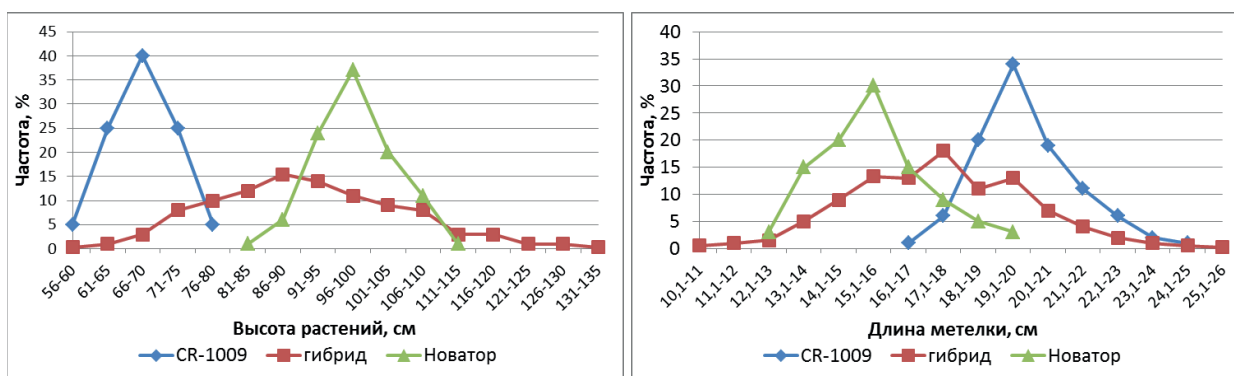


Рис. 2. Распределение частот признаков «высота растений» и «длина метелки» у гибрида риса F₂ CR-1009 (Sub-1) × Новатор и его родительских форм (2014 г.)

Fig. 2. Distribution of frequency of the trait "plant height" and "panicle length" in rice hybrid F₂ CR-1009 (Sub-1) × Novator and its parental forms (2014)

По признаку «число колосков на метелке» исходная родительская форма CR-1009 (116,4 шт.) уступала сорту Новатор (133,8 шт.) на 17,4 шт., а вершины их КРЧ находились в соседних классах (рис. 3). КРЧ гибрида выходила за пределы изменчивости родительских форм. Наблюдалось выщепление небольшого числа более озерненных форм, свидетельствующее о трансгрессивном расщеплении. Степень доминирования составила 1,01, что свидетельствует о полном доминировании большей величины признака. Степень трансгрессии составила 65,4%, частота – 6,54%. Наиболее оптимальной моделью, описывающей взаимодействие генов исходных форм, оказалось взаимодействие двух генов, причем у каждой родительской формы были и рецессивные, и доминантные аллели, но в разных локусах.

Из-за больших генетических различий между подвидами фертильность колосков у гибридных растений составила в среднем лишь 36,8% (от 0 до 95%). Поэтому количество выполненных зерен было значительно меньше, чем колосков, что и отразилось на конфигурации кривой распределения признака (рис. 3). У сорта CR-1009 (Sub-1) на метелке завязалось в среднем 32,2 зерновки; у Новатора – 94,6; у гибрида – 50,3. Выявлена правосторонняя асимметрия ($As = 0,93$), свидетельствующая о неполном доминировании меньших значений признака ($hr = -0,42$). На долю гибрида приходилось примерно 1/16 часть частот рецессивной родительской формы Новатор, что указывает на аллельные различия в двух локусах и расщепление в соотношении 9 : 6 : 1.

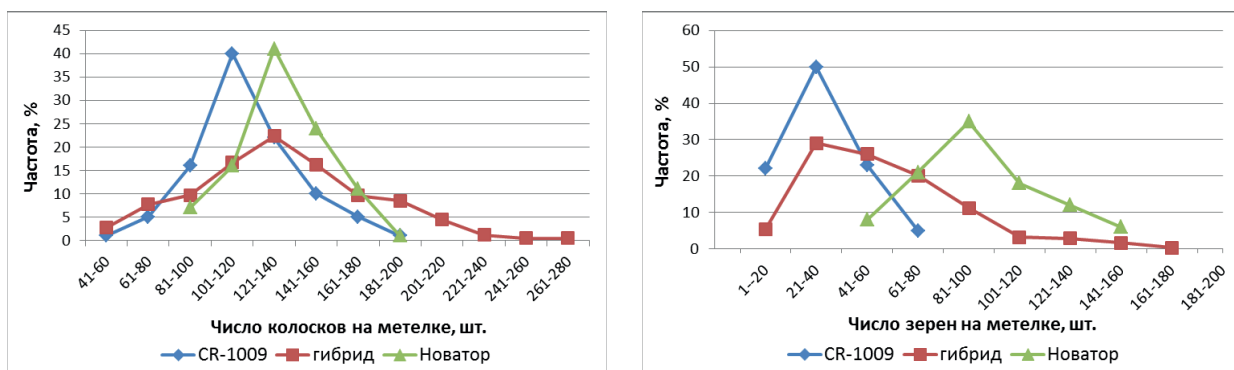


Рис. 3. Распределение частот признаков «число колосков и зерен на метелке» гибрида риса F₂ CR-1009 (Sub-1) × Новатор и родительских форм (2014 г.)

Fig. 3. Distribution of frequency of the trait "number of spikelets and kernels per panicle" in rice hybrid F₂ CR-1009 (Sub-1) × Novator and its parental forms (2014)

Расщепление по длине и ширине колоска было трансгрессивным и характеризовалось доминированием меньших значений признака (рис. 3).

По признаку «длина колоска» исходные родительские формы различались незначительно – на 1 мм (у CR-1009 – 7,9; у Новатора – 8,9). Величина признака в F₂ варьировала в пределах от 6,8 до 9,8 мм (в среднем – 8,0 мм). Вершина КРЧ гибрида находилась в одном классе с вершиной родительской формы CR-1009, что свидетельствует о неполном доминировании меньших значений признака ($hr = -0,70$). Родительские формы различались по аллельному состоянию двух пар генов со средней силой 0,5 мм.

По признаку «ширина колоска» родительские сорта различались незначительно – на 0,40 мм

(у CR-1009 – 2,95; у Новатора – 3,35). Величина признака в F₂ варьировала в пределах от 2,5 до 4,0 мм (в среднем – 3,09 мм). Вершина КРЧ гибрида была в одном классе с вершиной CR-1009, что указывает на неполное доминирование меньших значений признака ($hr = -0,30$) и расщепление в соотношении 3 : 1 (рис. 4). Родительские формы различались по аллельному состоянию одной пары генов силой 0,2 мм.

По признаку «масса 1000 зерен» исходные родительские формы различались значительно – на 8,4 г (рис. 5). Масса 1000 зерен в F₂ варьировала в пределах от 12 до 36 г (в среднем – 23,2 г). Вершина КРЧ гибрида находилась посередине между вершинами родительских форм, однако частоты мелкосемянных классов были несколько выше, чем крупносемянных,

что свидетельствует о доминировании меньших значений признака ($h_r = -0,56$, то есть оно было неполным). На долю гибрида приходилось примерно 1/4 частот большей родительской формы, следовательно,

родительские формы различаются аллельным состоянием одной пары генов. Расщепление происходило в соотношении 1 : 2 : 1.

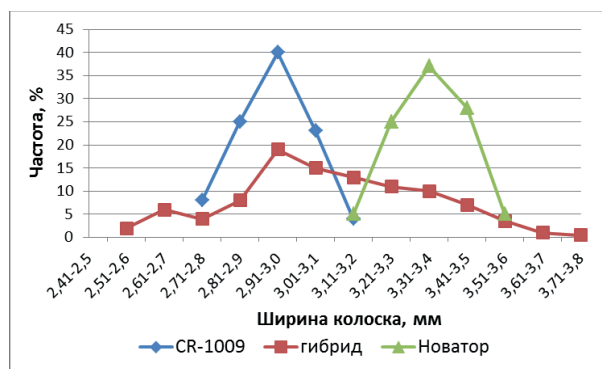
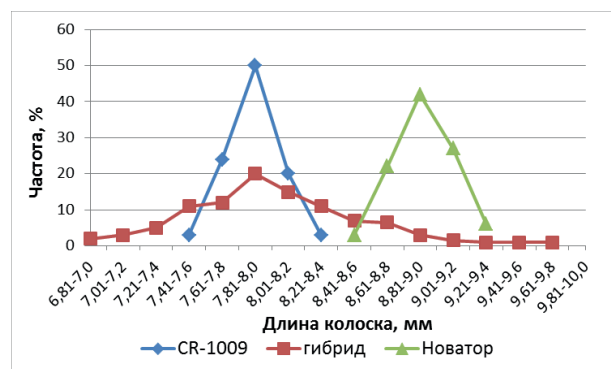


Рис. 4. Распределение частот признаков «длина и ширина колосков» у гибрида риса F_2 CR-1009 (Sub-1) × Новатор и его родительских форм (2014 г.)

Fig. 4. Distribution of frequency of the trait “length and width of spikelets” rice hybrid F_2 CR-1009 (Sub-1) × Novator and its parental forms (2014)

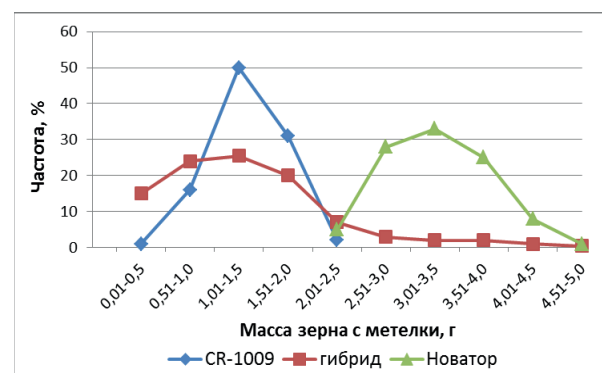
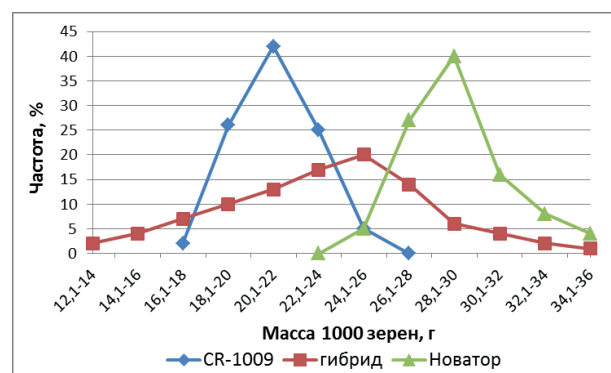


Рис. 5. Распределение частот признаков «масса 1000 зерен» и «масса зерна с метелки» у гибрида риса F_2 CR-1009 (Sub-1) × Новатор и его родительских форм (2014 г.)

Fig. 5. Distribution of frequency of the trait “1000-kernel weight” and “kernel weight per panicle” in rice hybrid F_2 CR-1009 (Sub-1) × Novator and its parental forms (2014)

Средняя масса зерна с метелки у Новатора составила 3,28 г, а у CR-1009 и гибрида – по 1,33 г. КРЧ этого признака имела значительную правостороннюю асимметрию ($As = 1,3$), а большинство гибридных растений было в одном классе с меньшей родительской формой CR-1009, что свидетельствует об отрицательном доминировании ($h_r = -1,0$) (рис. 5). С помощью программы Полиген А удалось установить дигенные

различия родительских форм и расщепление в соотношении 15 : 1.

В таблице 1 представлена характеристика выделенных форм F_2 , которые сочетают оптимальную высоту растения и массу 1000 зерен с высокой озерненностью метелки. Эти формы были высеяны индивидуально в гибридном питомнике для получения третьего поколения.

1. Характеристика лучших форм F_2 в комбинации CR-1009 (Sub-1) × Новатор (2014 г.) 1. Characteristics of the best forms F_2 in combination CR-1009 (Sub-1) × Novator (2014)

Образец	Высота растения, см	Длина метелки, см	Общее число колосков, шт.	Масса 1000 зерен, г
Новатор	98,0	15,4	120	29,8
CR-1009	68,0	19,4	100	21,4
Все F_2 в среднем	90,7	17,7	134	23,2
109	116,0	19,0	130	29,4
125	112,0	18,0	171	31,4
155	100,5	17,0	171	26,8
189	107,5	20,0	153	27,0
287	103,5	19,5	111	28,1
294	80,2	13,0	195	26,2
361	96,7	18,4	158	29,8
366	74,7	14,5	136	26,6
390	82,0	17,5	142	27,7

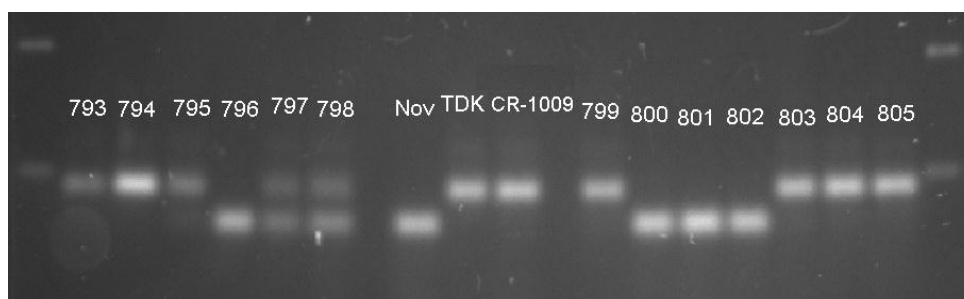


Рис. 6. Электрофореграмма образцов CR-1009 x Новатор F₄, показывающая аллельное состояние гена Sub-1A: доминантные аллели у № 793, 794, 795, TDK, CR-1009, 799, 803, 804, 805; рецессивные – у 796, Nov (Новатор), 800, 801, 802; гетерозиготы – 797 и 798 (анализ ЮФУ)

Fig. 6. Electrophoregram of the samples CR-1009 x Novator F₄, showing the allele state of the Sub-1A gene, i. e. dominant alleles in No. 793, 794, 795, TDK, CR-1009, 799, 803, 804, 805; recessive alleles in 796, Nov (Innovator), 800, 801, 802; heterozygous alleles 797 and 798 (analysis of SFedU)

В третьем – пятом поколениях был продолжен отбор лучших в хозяйственно-биологическом отношении форм с последующим ПЦР-анализом и выделением носителей гена Sub-1A в гомозиготном состоянии.

Образцы риса № 793, 794, 795, 799, 803, 804, 805, несущие доминантный аллель Sub-1A в гомозиготном состоянии, размножены для дальнейшего изучения их по устойчивости к затоплению и комплексу морфо-биологических признаков.

Выводы

Наследование признака «высота растения» происходило по типу неполного доминирования больших значений признака. Исходные родительские формы различались по двум парам генов, средняя сила которых составляла 15 см. По длине метелки наблюдали моногенные различия скрещенных сортов. Степень доминирования составила 0,14; сила гена – 4 см.

По числу колосков на метелке степень доминирования составила 1,01, что свидетельствует о полном доминировании большей величины признака. Наблюдалось взаимодействие двух генов, причем у каждой

родительской формы были и рецессивные, и доминантные аллели, но в разных локусах. По числу зерен на метелке установлены аллельные различия в двух локусах и расщепление в соотношении 9 : 6 : 1.

Расщепление по длине и ширине колоска было трансгрессивным и характеризовалось доминированием меньших значений признака. По длине колоска установлены различия аллельного состояния двух пар генов со средней силой 0,5 мм, а по ширине – одной с силой 0,2 мм.

Установлены неполное доминирование меньших значений признака «масса 1000 зерен» и моногенные различия исходных родительских форм. По массе зерна с метелки выявлены дигенные различия родительских форм и расщепление в соотношении 15 : 1.

Установленные в ходе генетического анализа выводы о том, что различия определяются максимум двумя парами основных генов, можно использовать в практической селекции, сократив при этом объем работ для получения рекомбинантов с нужным сочетанием признаков.

Библиографические ссылки

1. Мережко А. Ф. Использование менделеевских принципов в компьютерном анализе наследования варьирующих признаков // Экологическая генетика культурных растений: материалы школы молодых ученых РАСХН, ВНИИ риса. Краснодар, 2005. С. 107–117.
2. New crop varieties and agricultural implements // Directorate of Research Tamil Nadu Agricultural University Coimbatore. 2015. P. 3.
3. Rabiei B., Kordrostami M., Sabouri A., Sabouri H. Identification of QTLs for yield related traits in indica type rice using SSR and AFLP markers // Agriculturae Conspectus Scientificus. 2015. Vol. 80, No. 2. Pp. 91–100.
4. Xing Y., Zhang Q. Genetic and molecular bases of rice yield // Annu. Rev. Plant. Biol. 2010. Vol. 61. Pp. 421–442.
5. Yorobe J., Pede V. O., Reyes R. M., Ali J. Yield and Income Effects of the Green Super Rice (GSR) Varieties: Evidence from a Fixed-Effects Model in the Philippines // Conference: Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2014 AAEA Annual Meeting. Minneapolis, MN, USA, 2014. Pp. 25–28.

References

1. Merezhko A. F. Ispol'zovanie mendeleevskih principov v komp'yuternom analize nasledovaniya var'iruyushchih priznakov [The use of Mendeleev's principles in the computer analysis of the inheritance of variable characteristics] // Ehkologicheskaya genetika kul'turnykh rastenij: materialy shkoly molodykh uchenykh RASKHN, VNII risa. Krasnodar, 2005. S. 107–117.
2. New crop varieties and agricultural implements // Directorate of Research Tamil Nadu Agricultural University Coimbatore. 2015. P. 3.
3. Rabiei B., Kordrostami M., Sabouri A., Sabouri H. Identification of QTLs for yield related traits in indica type rice using SSR and AFLP markers // Agriculturae Conspectus Scientificus. 2015. Vol. 80, No. 2. Pp. 91–100.
4. Xing Y., Zhang Q. Genetic and molecular bases of rice yield // Annu. Rev. Plant. Biol. 2010. Vol. 61. Pp. 421–442.
5. Yorobe J., Pede V. O., Reyes R. M., Ali J. Yield and Income Effects of the Green Super Rice (GSR) Varieties: Evidence from a Fixed-Effects Model in the Philippines // Conference: Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2014 AAEA Annual Meeting. Minneapolis, MN, USA, 2014. Pp. 25–28.

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.174

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-49-52

БИОРАЗНООБРАЗИЕ СОРГО

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

В. В. Ковтунов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

На основе народно-хозяйственного использования выделяют три основных вида сорго: зерновое (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), сахарное (*Sorghum sahharatum* (L.) Pers.) и травянистое (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). В селекционной работе с сорго зерновым, сахарным и травянистым наблюдаются разные направления. Однако основной задачей селекции любой культуры является создание высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким качеством продукции. Это предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, обладающего необходимыми качествами. Для решения данной задачи необходим богатый генетический материал, который будет использоваться в гибридизации. Цель работы – выделить основные направления и результаты селекции сорговых культур, изучить биологическое разнообразие внутри видов по отдельным показателям и выявить источники ценных признаков. О биологическом разнообразии и богатом генетическом материале свидетельствует большое количество выделенных источников хозяйственно ценных признаков, которые ежегодно вовлекаются в скрещивания с урожайными сортами. В результате проделанной работы создан ряд сортов, отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: раннеспелость, крупнозерность, источник, образец, признак, селекция, сорт.



BIODIVERSITY OF SORGHUM

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

V. V. Kovtunov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of forage sorghum breeding and seed-growing, kowtunow85@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

On the basis of economic use there are three main types of sorghum: grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), sweet sorghum (*Sorghum sahharatum* (L.) Pers.) and grass (Sudan) sorghum (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). There are various directions in the breeding work with grain, sweet and grass sorghum. However, the main breeding task of any grain crop is to create highly productive varieties and hybrids with high quality of products. This implies the involvement of new initial material with the necessary qualities in the breeding process. To solve this problem, a rich genetic material is of great need, which will be used in hybridization. The purpose of the work is to identify the main directions and results of sorghum breeding, to study biological diversity within the varieties according to individual indicators and to identify the sources of valuable traits. A large number of the identified sources of economically valuable traits, which are annually involved in hybridization with productive varieties gives evidence of the biological diversity and rich genetic material. The fulfilled work resulted in a number of developed varieties that meet the requirements of agricultural production.

Keywords: early ripeness, large kernels, source, sample, trait, breeding, variety.

Введение. Сорго – теплолюбивая, солевыносливая, устойчивая к жаре, засухе и суховеям кормовая культура семейства Злаковые (*Poaceae*). На основе народно-хозяйственного использования выделяют три основных вида сорго: зерновое (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), сахарное (*Sorghum sahharatum* (L.) Pers.) и травянистое (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). Зерно сорго зернового используют для приготовления комбикормов и концентрированного корма. Сорго сахарное в основном используется для приготовления одновидового или комбинированного силоса. К травянистому сорго относят суданскую траву и сорго-суданковые гибриды, зеленую массу которых используют для получения зеленого корма, сена, сенажа. Фенотипически эти виды сорго значительно различаются. Так, низкорослостью, крупнозерностью, хорошей вымолачиваемостью зерна отличается сорго зерновое. Сахарное сорго имеет мощные высокорослые растения с крупными листьями, пленчатым зерном, толстым (20–30 мм) сочностебельным стеблем, в соке которого высокое содержание сахаров. Растения сорго травянистого высокорослые, тонкостебельные, кустистые, с длинной хорошо продуваемой метелкой, пленчатым мелким зерном, могут быть как сочностебельными, так и сухостебельными (используются исключительно для получения сена), харак-

теризуются хорошей отрастаемостью, что позволяет получать 2–3 укоса зеленой массы.

В связи с различными направлениями использования и биологическими отличиями направления селекционной работы с разными видами сорго имеют свои особенности. Однако основной задачей селекции любой культуры является создание высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким качеством продукции. Это предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, обладающего необходимыми качествами. Для решения данной задачи необходим богатый генетический материал, который будет использоваться в гибридизации. Цель работы – выделить основные направления и результаты селекции сорговых культур, изучить биологическое разнообразие внутри видов по отдельным показателям и выявить источники ценных признаков.

Материалы и методы исследований. В статье приведены данные по изучению коллекционных образцов сорго зернового (150 шт.), сорго сахарного (130 шт.), суданской травы (130 шт.) за 2013–2017 гг. Исследования проводили в Зерноградском районе Ростовской области (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Посев проводили широкорядным способом посева в I–II декадах мая с нормой высева: сорго зернового – 260–280 тыс. зерен/га; сорго сахарного – 180–200 тыс. шт./га;

суданской травы – 340 тыс. шт./га. Образцы высевали без повторений однорядковыми деланками площадью 7 м². Фенологические наблюдения, оценки выполнены по рекомендациям, изложенным в «Широком унифицированном классификаторе СЭВ и Международном классификаторе СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench*». Содержание основных питательных веществ определено в лаборатории биохимической оценки растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» по общепринятым методикам: сырой протеин – методом Кельдаля.

Результаты и их обсуждение. Селекционная работа с сорго зерновым, сахарным и травянистым имеет совершенно разные направления. Общим является только селекция на раннеспелость и низкорос-

лость со специфическими особенностями для каждой культуры. Так, при селекции на раннеспелость для сорго зернового предпочтение отдают сортам и линиям с вегетационным периодом менее 90 дней, для сорго сахарного – до 100 дней, для суданской травы – с продолжительностью периода «всходы – выметывание» менее 40–45 дней. Высота растений для сорго зернового рекомендуется до 120 см (пригодная для механизированной уборки зерна); для сахарного и травянистого сорго – до 200 см, так как они выращиваются для кормовых целей, а также проводится уборка зеленой массы. Уменьшение высоты сопровождается снижением урожайности зеленой массы, а увеличение – трудностями при семеноводстве (табл. 1).

1. Основные признаки в селекционной работе с культурой сорго 1. The main features of sorghum breeding

Показатель	Сорго зерновое	Сорго сахарное	Сорго травянистое
Раннеспелость	+	+	+
	(период «всходы – полная спелость» – до 90 дней)	(период «всходы – полная спелость» – до 100 дней)	(период «всходы – выметывание» – до 40 дней)
Низкорослость	+	+	+
	(до 120 см)	(до 200 см)	(до 200 см)
Крупнозерность	+	–	–
Озерненность	+	–	–
Высокая облиственность	–	±	+
Сочностебельность	–	+	+
Кустистость	–	–	+
Высокое содержание сахаров в соке стеблей	–	+	–
Высокое содержание белка/протеина	+	+	+
	(в зерне)	(в зеленой массе)	(в зеленой массе)
Высококрахмалистость	+	–	–

В селекции на раннеспелость достигнуты заметные результаты в селекции сорго. Создан ряд раннеспелых сортов сорго зернового, в том числе Орловское, Зерноградское 88, Великан и Атаман, которые допущены к использованию. Эти сорта, помимо высокой урожайности зерна (4,8–5,9 т/га) и вегетационного периода 85–93 дня, не требуют досушки зерна после уборки, что свидетельствует о высокой экономической эффективности возделывания данных сортов. Коллекция сорго зернового варьирует по данному показателю в пределах 80–125 дней с преобладанием среднеспелых форм (101–120 дней). В ходе многолетнего изучения выделен ряд источников скороспелости с вегетационным периодом 80–90 дней. Среди них сорта и образцы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Арлекин, Орловское, ЗСК-116, Арго и др.), селекции других научно-исследовательских учреждений РФ (Старт, Премьера, Рось, Пищевое 614, Волжское 4, Волжское 615, Белочка и др.) и иностранные образцы (К-10836, К-9266, К-9050, 06-2177 и др.).

В коллекции сорго сахарного образцы варьируют в пределах 90–140 дней, при этом образцов раннеспелых (90–100 дней) и среднеспелых (101–120 дней) примерно равное количество (в отдельные годы 43–48%). Встречаются позднеспелые формы (более 120 дней), которые, имея высокую урожайность зеленой массы, не всегда успевают сформировать полноценное зерно. В качестве источников раннеспелости выделен ряд образцов (К-1798, К-388, К-454, К-310 и др.), в том числе формы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Амазанит 576/1207, Редколистное 1366, КА-388) с продолжительностью вегетационного периода менее 95 дней.

У суданской травы для кормовых целей особый интерес вызывает период от всходов до 1-го укоса («всходы – выметывание»). Коллекция суданской травы варьирует по данному показателю в пределах 38–70 дней. Скороспелые формы (35–40 дней) в отдельные годы позволяют получать до трех укосов зеленой массы, формы с продолжительностью данного периода более 60 дней дают только один укос зеленой массы за вегетационный период. С продолжительностью периода «всходы – выметывание» менее 40 дней в качестве источников скороспелости выделен ряд российских (Голубовская 25, Чижминская ранняя, Бродская 2, Приаральская 5, Якташ, Многорос и др.) и иностранных образцов (К-465, К-471, К-384, К-482, К-392 и др.).

Сами по себе скороспелые формы в основном обладают низкой урожайностью и низким кормовым потенциалом. Выделенные источники ежегодно вовлекаются в скрещивания с урожайными сортами. Таким образом, созданы сорта сорго сахарного Сахарное 105/3, ОС-44, Сахарное 334, имеющие продолжительность вегетационного периода 105–110 дней и урожайность зеленой массы на силос 47–49 т/га. Они, имея вегетационный период на уровне стандарта Зерноградский янтарь (110 дней, 38 т/га), характеризуются урожайностью зеленой массы на уровне более позднеспелого сорта Лиственит (116 дней, 47 т/га).

Высота растений – признак, значительно влияющий на урожайность зеленой массы. В коллекции сорго зернового высота растений колеблется от 60 до 180 см, большая часть коллекции представлена формами со значениями 100–150 см. В настоящее время необходимо создание короткостебельных со-

ртов и гибридов с высотой растений 90–120 см. Сорты, отвечающие этим требованиям, отличаются технологичностью, у них благоприятно сочетаются основные хозяйственные признаки: невысокий стебель, на построение которого расходуется меньше влаги и питательных веществ; устойчивость к полеганию; оптимальное соотношение зерна и вегетативной массы. Этим требованиям отвечают практически все сорта селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», внесенные в Госреестр селекционных достижений (Атаман, Зерноградское 88, Лучистое, Орловское, Зерноградское 53, Хазине 28). В качестве источников низкорослости выделены следующие сорта и образцы: Огонек, Топаз, Старт, CS-175, Наст 1938/10, Зерноградское 215, Зерноградское 89 и др.

В коллекции сорго сахарного высота растений у образцов варьировала в пределах 150–250 см с преобладанием среднерослых форм (150–200 см); суданской травы – 130–280 см, большая часть коллекции имеет высоту 180–200 см. Наследование данного показателя носит доминантный характер, поэтому для гибридизации необходимо отбирать низкорослые формы (Ковтунова, 2014). Но низкорослые формы являются низкоурожайными, а высота растений – сильно варьирующим и нестабильным признаком, поэтому при подборе родительских форм данный показатель используется крайне редко. Однако в селекционных питомниках проводится выбраковка очень высокорослых форм с высотой более 250 см.

Селекция на крупнозерность и озерненность – важные направления в селекции сорго зернового, так как эти показатели являются составляющими признаками «масса зерна с метелки» и в большей степени определяют урожайность зерна (Алабушев и др., 2017). Масса 1000 зерен характеризует выполненность и крупность зерна. Крупнозерные образцы обеспечивают лучшую всхожесть семян, очистку семенного материала от примесей и повышенные технологические качества крупы из сорго. При массе 1000 зерен более 31 г образцы относят к крупнозерным. Коллекция сорго зернового по этому признаку варьирует в пределах 13–45 г, большая часть коллекции имеет среднюю массу 1000 зерен (21–30 г). Выделен ряд образцов с массой 1000 зерен более 40 г: КС-233, К-255, К-8467, К-3025, Персис 55, ЗСК-233 и др.

Количество зерен в метелке является ориентировочным признаком при отборе растений с высокопродуктивными метелками. Коллекция сорго зернового представлена образцами, имеющими данный показатель в пределах 140–3600 шт. В качестве источников высокой озерненности (более 3000 зерен в метелке) выделены образцы, поступившие из Китая (03-3003, 05-021, Китайское 9, Китайское 8), селекции АНЦ «Донской» (Зерноградское 215, ЗСК-204, ЗСК-138, Популяция 32) и др.

У сорго сахарного и травянистого эти показатели не учитываются, так как селекция ведется на урожайность зеленой массы, которая главным образом зависит от облиственности и размеров листовой поверхности (Шишова и др., 2017; Алабушев и др., 2017). Образцы коллекции сорго сахарного и травянистого имеют количество листьев от 4 (слабо облиственные, доля листьев в урожае зеленой массы – 1/3) до 18 шт. (у сорго сахарного) и 12 шт. (суданской травы) (хорошо облиственные, доля листьев в урожае – 3/5 от общей массы). Следует учитывать, что при использовании сорго сахарного на силос растения должны быть высоко облиственные, при использовании сорго на спирт, патоку – слабо облиственные. В коллекции суданской травы в качестве источников высокой облиственности выделены образцы ОСАР, Сочностебельная 2/576, Приобская. Эти образцы являются

ценными в кормовом отношении, так как листья являются наиболее питательной частью растений (Каменева и др., 2013).

Для суданской травы особую ценность представляют образцы с высокой кустистостью и тонкостебельностью, так как у них быстрее происходит высыхание зеленой массы, а сено получается более нежным и лучше переваривается животными. Кустистость – основной показатель пластичности сорта, так как наибольшие значения отмечены в благоприятных условиях, в стрессовых условиях – низкая кустистость. Данный показатель у образцов коллекции колеблется от 1 до 10 стеблей на растении. К источникам высокой (более 6 стеблей на растении) кустистости следует отнести К-69, Приаральская 5, Спартанка, Саратовская 1183, К-154 и др. Для сорго сахарного и травянистого это положительный признак, способствующий увеличению урожайности зеленой массы; для сорго зернового – отрицательный, так как наблюдается неравномерное созревание зерна на подгонах и основном стебле.

Качественные показатели зерна и зеленой массы позволяют дать оценку питательности различных видов кормов (Шишова, 2017). По сорго зерновому в АНЦ «Донской» ведется селекция на высокое содержание белка и крахмала.

Белковое питание животных является актуальной проблемой в животноводстве. При недостатке 25% белка в рационе животных увеличивается расход кормов и себестоимость продукции животноводства. Поэтому сырой белок является основным показателем, характеризующим качество зерна сорго для использования в кормлении животных. У образцов коллекции данный показатель имел значения 6–16%, больше половины всех форм имело среднее содержание белка в зерне (10,6–13,0%). По результатам многолетних исследований выделены образцы с высоким содержанием белка (более 13,1%): Красноплодное 79, ЗСК-116, К-8467, ЛБК-28, К-9030, К-10773 и т. д.

Сорго зерновое может служить сырьем для получения крахмала и спирта (Гольдштейн и др., 2017). В результате селекции на данный показатель созданы сорта с содержанием крахмала в зерне 76–80% (Атаман, Зерноградское 88, Великан), что выше, чем у гибридов кукурузы. Содержание крахмала в зерне коллекционных образцов варьировало в пределах 62–80%, при этом большая часть характеризуется высоким содержанием крахмала (71–75%). В качестве источников выделены сорта и линии селекции АНЦ «Донской» (Арго, Антей, Зерноградское 88, Наст 76, Лучистое) и других учреждений (К-9228, К-2736, К-7681, К-2436, К-10257 и др.).

Сорго сахарное является не только силосной культурой, но и потенциальным источником получения спирта, сиропов. При использовании на кормовые цели содержание сахаров в соке стеблей не должно превышать 8–10%, чтобы не нарушалось сахаро-протеиновое соотношение; для получения спирта и патоки – более 15,1%. Образцы коллекции сорго сахарного имеют значения 5–25%, большая часть имеет среднее содержание сахаров (11,1–15,0%). Выделены образцы с содержанием сахаров в соке стеблей более 19%: К-158, К-450, К-1798, К-323, К-4575 и др.

Содержание протеина в сухом веществе зеленой массы у образцов коллекции сорго травянистого варьирует в пределах 4–16%, преобладают формы со значениями 8–10%. Более высокое содержание протеина в зеленой массе у образцов с коротким вегетационным периодом, у позднеспелых форм урожайность зеленой массы выше, а содержание протеина ниже (Куколева и др., 2015). Среди образцов сорго сахарного выделены источники высокого содержания

протеина – К-1798, К-6418, Зерноградское 1 со значениями 13–15%; среди образцов суданской травы – К-74, К-202, К-187, имеющие значение 14–16%.

Выводы. В селекционной работе с сорго зерновым, сахарным и травянистым наблюдаются разные направления. Общими являются селекция на раннеспелость и низкорослость со специфическими особенностями для каждой культуры. У сорго зернового это еще селекция на крупнозерность, озерненность, высокое содержание белка и крахмала в зерне; у сорго сахарного – селекция на высокую облиственность, содержание сахаров в соке стеблей, содержание протеина в зеленой массе, убранный на силос; у сорго травянистого – селекция на кустистость, сочность,

белость, высокую облиственность, высокое содержание протеина в зеленой массе. В результате работы создан ряд сортов, отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства (технологичность, выполненность зерна, раннеспелость, устойчивость к неблагоприятным условиям, высокое содержание белка в зерне, экономичность – отсутствие досушки после уборки), пригодных для получения не только высококачественных кормов, но и крахмала, спирта, крупы, патоки. О биологическом разнообразии и богатом генетическом материале свидетельствует большое количество выделенных источников хозяйственно ценных признаков, которые ежегодно вовлекаются в скрещивания с урожайными сортами.

Библиографический список

1. Алабушев А. В., Ковтунова Н. А., Романюкин А. Е., Горпиниченко С. И., Ермолина Г. М. Основные факторы повышения урожайности и качества зеленой массы сорго // Успехи современного естествознания. 2017. № 6. С. 50–55.
2. Алабушев А. В., Сухенко Н. Н., Лушпина О. А., Ковтунов В. В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 932–941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062.
3. Гольдштейн В. Г., Носовская Л. П., Адикаева Л. В., Некрасова О. А., Ковтунов В. В. Изучение сортов и гибридов зернового сорго селекции ВНИИЗК имени И. Г. Калиненко как сырья для производства крахмала // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 9. С. 29–31.
4. Каменева О. Б., Буенков А. Ю. Урожайность зеленой массы и пластичность коллекционных сортообразцов сахарного сорго в засушливых условиях Саратовской области // Агро XXI. 2013. № 4-6. С. 15–17.
5. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Наследование высоты растений у гибридов второго поколения разных групп сорго // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 9–12.
6. Куколева С. С., Семин Д. С., Костина Г. И., Лящева С. В. и др. Селекция суданской травы на продуктивность и качество кормовой массы в условиях Саратовской области // Экологическая стабилизация аграрного производства. Научные аспекты решения проблем: сборник докладов. Саратов, 2015. С. 13–18.
7. Шишова Е. А., Горпиниченко С. И., Романюкин А. Е., Ермолина Г. М. Основные направления и результаты селекции сорго травянистого // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 51–55.
8. Шишова Е. А. Качество зеленой массы коллекции суданской травы // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и профессиональное образование. 2017. № 2(46). С. 145–151.

References

1. Alabushev A. V., Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Gorpinichenko S. I., Ermolina G. M. Osnovnye faktory povysheniya urozhajnosti i kachestva zelenoy massy sorgo [The main factors of the improvement of the yield and quality of sorghum green mass] // Uspekhi sovremennoy estestvoznaniya. 2017. № 6. S. 50–55.
2. Alabushev A. V., Suhenko N. N., Lushpina O. A., Kovtunov V. V. Korrelyatsionnye svyazi kolichestvennykh priznakov sorgo zernovogo [Correlations of quantitative traits of grain sorghum] // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 128. S. 932–941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062.
3. Gol'dshtejn V. G., Nosovskaya L. P., Adikaeva L. V., Nekrasova O. A., Kovtunov V. V. Izuchenie sortov i gibrinov zernovogo sorgo selekcii VNIIZK imeni I. G. Kalinenko kak syr'ya dlya proizvodstva krahmala [The study of grain sorghum varieties and hybrids developed by the ARRIGC named after I. G. Kalinenko as raw material for starch production] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. 2017. № 9. S. 29–31.
4. Kameneva O. B., Buenkov A. Yu. Urozhajnost' zelenoy massy i plastichnost' kollekcionnykh sortobrazcov saharanogo sorgo v zasushlivykh usloviyakh Saratovskoy oblasti [Green mass productivity and adaptability of collection varieties of sweet sorghum in arid conditions of the Saratov region] // Agro XXI. 2013. № 4-6. S. 15–17.
5. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Nasledovanie vysoty rastenij u gibrinov vtorogo pokoleniya raznykh grupp sorgo [Inheritance of plant height in the second generation hybrids of different sorghum groups] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 9–12.
6. Kukoleva S. S., Semin D. S., Kostina G. I., Lyashcheva S. V. i dr. Selekcija sudanskoj travy na produktivnost' i kachestvo kormovoj massy v usloviyakh Saratovskoy oblasti [Sudan grass breeding for productivity and quality of fodder in the Saratov region] // Ehkologicheskaya stabilizatsiya agrarnogo proizvodstva. Nauchnye aspekty resheniya problem: sbornik dokladov. Saratov, 2015. S. 13–18.
7. Shishova E. A., Gorpinichenko S. I., Romanyukin A. E., Ermolina G. M. Osnovnye napravleniya i rezul'taty selekcii sorgo travyanistogo [Main directions and results of selection of grass sorghum] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5. S. 51–55.
8. Shishova E. A. Kachestvo zelenoy massy kollektsii sudanskoj travy [Quality of the green mass of Sudan grass] // Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i professional'noe obrazovanie. 2017. № 2(46). S. 145–151.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.16:631.559

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-53-57

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В РФ

Т. И. Фирсова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, firsova_ti@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4661-7861;

Г. А. Филенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, g.filenko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

В статье отмечены основные биологические и хозяйственные достоинства озимого ячменя, показаны основные направления его использования в промышленной переработке. Приведены динамика площади посева и урожайности озимого ячменя в России и их распределение по федеральным округам. Установлено, что основными производителями озимого ячменя в стране являются Северо-Кавказский (153,6–245,6 тыс. га) и Южный федеральные округа (131,2–328,7 тыс. га). Выявлено, что одной из важных зернофуражных озимых культур в Ростовской области является озимый ячмень. Использование большого количества семян массовых репродукций наряду с низкими посевными качествами существенным образом снижает урожайность и качественные показатели полученной продукции. В статье приведен анализ состояния семеноводства озимого ячменя за период с 2012 по 2017 г. Проанализированы данные по объему высеванных оригинальных (ОС-1,2), элитных (ЭС) и репродукционных семян (РС1, РС2, РС3). Выявлена тенденция к увеличению объема высеванных семян озимого ячменя в общей площади посевов от 54,3 тыс. ц в 2013 г. до 74,1 тыс. ц в 2016 г. Наибольший объем высеванных семян элиты отмечался в 2015 г. (14,1 тыс. ц), наименьший – в 2017 г. (6,3 тыс. ц). Выяснено, что количество репродукционных семян остается высоким и колеблется в пределах от 78,8 до 88,5% при ежегодном сокращении объемов в абсолютном выражении. В связи с этим периодически возникает необходимость обновления семян используемых сортов озимого ячменя. Для стабилизации урожайности озимого ячменя необходимо высевать семена сортов, рекомендованных для посева в Ростовской области Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: озимый ячмень, посевная площадь, урожайность, категории семян, сортообновление.



THE ANALYSIS OF DYNAMICS OF WINTER BARLEY SOWN AREA AND PRODUCTIVITY IN THE RUSSIAN FEDERATION

T. I. Firsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of primary seed-growing and seed study, firsova_ti@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4661-7861;

G. A. Filenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of primary seed-growing and seed study, g.filenko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;

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

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The article presents the main biologic and economic advantages of winter barley, shows the main directions of its use in the industrial processing. The article informs about the dynamics of the sown area and productivity of winter barley in Russia, their distribution through Federal Districts. There has been established that the North-Caucasus and Southern Federal Districts are the main winter barley producers with 153.6–245.6 thousand hectares and 131.2–28.7 thousand hectares respectively. The use of great number of seeds of mass reproduction together with low sowing traits significantly reduces productivity and qualitative characteristics of the obtained products. The article gives the analysis of winter barley seed-growing from 2012 to 2017. There has been analyzed data on the amount of original sown (OS-1,2), basic (BS) and reproductive seeds (RS₁, RS₂, RS₃). There has been determined a tendency to an increase in the volume of sown seeds of winter barley in the total area from 54.3 thousand hwt in 2013 up to 74.1 thousand hwt in 2016. The largest amount of sown seeds of the basic seeds (14.1 thousand hwt) took place in 2015, the smallest one (6.3 thousand hwt) occurred in 2017. It was found that the number of reproductive seeds remains high and ranges from 78.8 to 88.5% with an annual reduction in volumes in absolute terms. In this regard, there is a periodical need to update the seeds of the used winter barley varieties. In order to stabilize the winter barley productivity, it is necessary to sow the seeds of varieties recommended for sowing in the Rostov region by the State Commission for Variety Testing.

Keywords: winter barley, sown area, productivity, seed category, variety renovation.

Введение. Ячмень – универсальная сельскохозяйственная культура как по широте распространения, так и по ее использованию. В настоящее время по предварительным данным FAOSTAT в мире площадь посева ячменя составляет около 49,0 млн га. За последние 7 лет были зафиксированы значительные колебания посевных площадей под данной культурой. С 2010 по 2013 г. отмечалась устойчивая тенденция к увеличению площадей. Так, если в 2010 г. ячменем в мире было засеяно 47,4 млн га, то в 2013 г. площадь под ним увеличилась на 2,3 млн га и составила соответственно 49,7 млн га. Далее с 2014–2016 г. наблюдалась стабилизация данных показателей, в пределах 49,0 млн га. Средняя урожайность зерна ячменя в мире составляет 28,3 ц/га (рис. 1).

В условиях Российской Федерации возделывается ячмень яровых (87–90%) и озимых форм (10–13%). Необходимо отметить, что озимый ячмень имеет более высокую урожайность. Целесообразность возделывания озимого ячменя по сравнению с другими зерновыми колосовыми культурами обусловливается рядом преимуществ. Он созревает раньше других зерновых колосовых культур, что обеспечивает получение раннего высококачественного зерна нового урожая. Благодаря ранней уборке создаются условия для своевременной обработки почвы и посева озимого рапса и промежуточных пожнивных культур на корм или зеленое удобрение (Филиппов и Донцова, 2014).

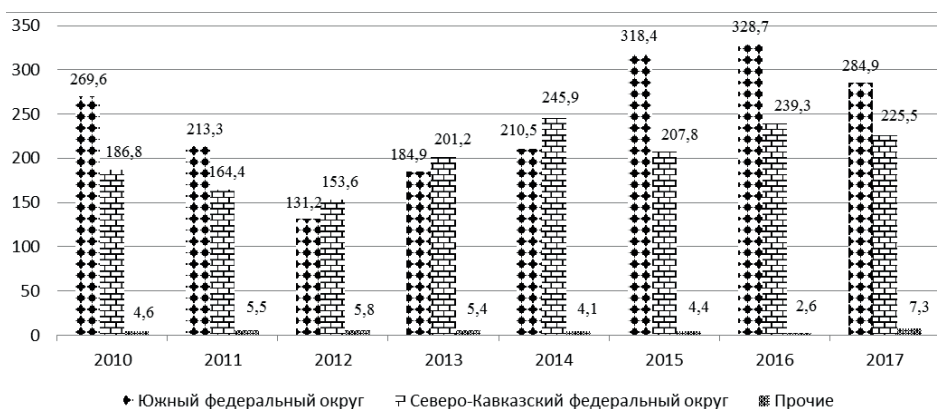


Рис. 1. Посевные площади и урожайность ячменя в мире (2010–2016 гг.)

Fig. 1. Winter barley sown area and productivity in the world (2010–2016)

Озимый ячмень (*Hordeum vulgare* L. *sensu lato*) возделывается как продовольственная, зернофуражная и техническая культура. Доказано, что данная культура относится к наиболее ценным культурам, так как в 1 кг его зерна содержится около 100 г переваримого белка и 1,28 кормовых единицы, что больше, чем в зерне овса и ржи, и имеется полный набор незаменимых аминокислот. Использование ячменя как компонента комбикормов способствует повышению продуктивности животноводства и птицеводства. Зерно его широко применяют для приготовления круп, ячменного кофе, мальцэкстракта (Алабушев и др., 2017).

Данные, представленные на рисунке 2, свидетельствуют, что в период с 2010 по 2012 г. отмечается тенденция снижения посевных площадей под озимым ячменем с 461,0 до 290,6 тыс. га. Наибольшие посевные площади озимого ячменя (599,8 тыс. га) были отмечены в 2014 г.; наименьшие – в 2012 г. (290,6 тыс. га). Необходимо подчеркнуть тот факт, что в 2014–2017 гг. посевные площади стабильно превы-

шают 500 тыс. га (Единая межведомственная информационно-статистическая система).

Урожайность озимого ячменя влияет на объем производства зерна, в связи с чем данному показателю уделяется должное внимание. Средняя урожайность в Российской Федерации (2010–2017 гг.) составила 38,1 ц/га, максимальная была получена в 2017 г. (41,8 ц/га); минимальная – в 2012 г. (28,4 ц/га). При этом в последние годы (2014–2017 гг.) в Российской Федерации отмечена стабилизация урожайности озимого ячменя на уровне 40 и более ц/га. Основные факторы этого роста – успех селекционеров, создавших пластичные и высокопродуктивные сорта.

Наиболее благоприятные почвенно-климатические условия для возделывания озимого ячменя в РФ сосредоточены в двух федеральных округах, а именно в Южном и Северо-Кавказском (98,5%). Незначительные площади посева расположены в Центральном, Северо-Западном и Приволжском федеральных округах (рис. 3).

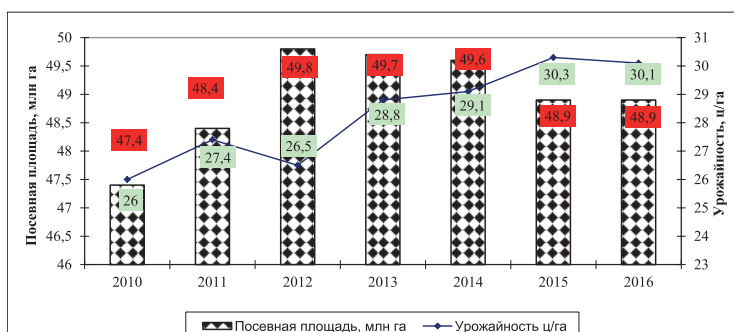


Рис. 2. Посевная площадь и урожайность озимого ячменя в России (2010–2017 гг.)

Fig. 2. Winter barley sown area and productivity in Russia (2010–2017)

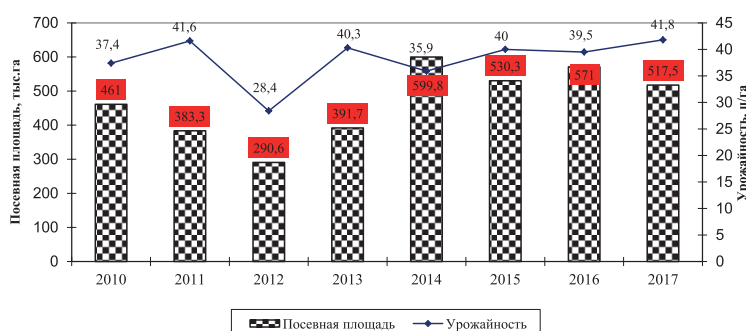


Рис. 3. Посевная площадь озимого ячменя в основных федеральных округах РФ, тыс. га (2010–2017 гг.)

Fig. 3. Winter barley sown area in the main Federal Districts of Russia, th. ha (2010–2017)

Средняя урожайность в основных регионах производителей озимого ячменя (Южный и Северо-Кавказский) за период с 2010 по 2017 г. варьировала в пределах от 24,4 до 44,8 ц/га. В благоприятные для выращивания озимого ячменя годы (2015 и 2017 гг.)

во всех округах была получена наибольшая урожайность за последние восемь лет. Наименьшая урожайность была получена в Центральном, Приволжском, Сибирском, Уральском ФО и варьировала от 4,7 до 24,4 ц/га (рис. 4).

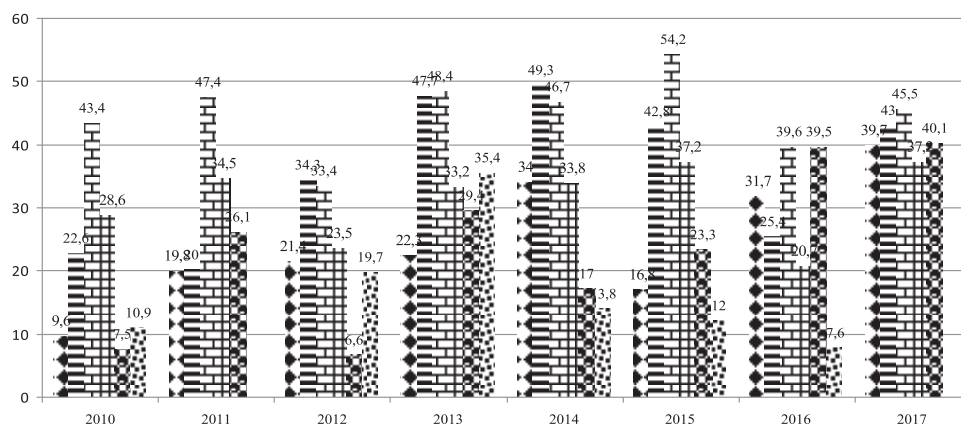


Рис. 4. Урожайность озимого ячменя в федеральных округах РФ, ц/га (2010–2017 гг.)

Fig. 4. Winter barley productivity in the Federal Districts of Russia, hwt/ha (2010–2017)

Среди субъектов Российской Федерации основные посевные площади озимого ячменя расположены в Краснодарском (91,6–189,3 тыс. га) и Ставропольском (111,2–187,3 тыс. га) краях, а также в Республике

Крым (99,2–138,4 тыс. га). В целом посевы этой агрокультуры в данных регионах составляют в среднем 80,6% от общероссийских (табл. 1).

1. Площадь посева озимого ячменя в основных регионах Российской Федерации, тыс. га (2010–2017 гг.) 1. Winter barley sown area in the main Federal Districts of Russia, th. ha (2010–2017)

Субъекты РФ	Годы								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	среднее
Ставропольский край	111,2	105,5	100,3	132,1	177,6	163,2	187,7	178,7	144,5
Краснодарский край	189,3	155,3	91,6	141,7	158,3	133,3	144,6	139,6	144,2
Республика Крым	–	–	–	–	138,6	136,6	132,1	99,2	126,6
Ростовская область	63,0	44,6	25,8	28,4	34,8	34,6	38,1	32,8	37,8
Республика Дагестан	15,2	12,1	8,2	13,	16,4	13,2	12,9	12,4	12,9
Республика Адыгея	14,7	12,6	13,6	14,2	15,5	11,6	13,0	11,7	13,4
Чеченская Республика	32,3	20,2	16,2	23,3	22,6	14,7	19,6	19,7	21,1
Кабардино-Балкарская Республика	12,3	13,0	15,4	16,5	14,8	9,3	10,9	7,6	12,5
Воронежская область	0,8	1,4	2,	1,4	0,6	0,1	0,	3,8	1,3
Республика Ингушетия	8,4	8,1	7,	9,5	7,2	2,3	4,2	3,3	6,3
Республика Северная Осетия – Алания	4,5	3,1	4,6	5,3	4,1	3,6	3,1	2,4	3,8
Калининградская область	3,0	0,4	0,4	1,8	2,6	2,9	1,	2,	1,8
Карачаево-Черкесская Республика	2,9	2,4	1,9	1,5	3,1	1,5	0,9	1,4	2,0
Белгородская область	0	0,2	1,1	1,1	0,4	0,4	0,7	0,5	0,6
Республика Калмыкия	1,4	0,5	0,2	0,3	0,3	0,6	0,5	1,1	0,6
Республика Башкортостан	–	–	–	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7	0,4
Волгоградская область	1,0	0,2	0,2	0,2	1,2	0,6	0,2	0,2	0,5

При этом в период с 2014 по 2017 г. в Республике Крым, Краснодарском крае и Ростовской области отмечается тенденция к снижению посевных площадей по сравнению с предыдущими годами. В Ставропольском крае, напротив, ежегодно увеличиваются посевные площади, занимаемые озимым ячменем.

Посевы озимого ячменя в Ростовской области в среднем за период с 2010 по 2017 г. занимали около 37,2 тыс. га, или 7,9% от общей посевной площади этой культуры в Российской Федерации. Средняя урожайность по области составила 3,6 т/га, варьируя по годам от 2,3 т/га в острожасушливом 2012 г. до 4,5 т/га в наиболее благоприятном 2017 г.

Одними из основных причин колебаний урожайности в Ростовской области озимого ячменя являются: нарушение технологии выращивания: отсутствие научно обоснованных севооборотов, когда под посев озимого ячменя оставляют культуры, значительно высушивающие и истощающие почву (подсолнечник, рапс и т. д.); использование сортов, которые не рекомендованы Государственной комиссией по сортоиспытаниям для выращивания в Ростовской области, а также формирование сортового состава без учета их биологических и технологических особенностей и использования некачественного семенного материала (Донцова, 2016).

В комплексе мероприятий, обеспечивающих получение высоких урожаев, решающая роль в стабильном производстве зерна принадлежит сорту и его наследственным свойствам (Алабушев, 2017). В процессе длительного репродуцирования любой сорт озимого ячменя постепенно теряет хозяйственно-биологические признаки и свойства, изначально характерные для данного сорта. Причинами этого являются механическое и биологическое засорение, заболевания, особенно вирусные, вследствие чего значительно снижаются урожайность и качество семян. В настоящее время сортообновление при выращивании ячменя имеет принципиальное значение (Тимошенкова и Мухитов, 2017).

Учитывая это, нами проведен анализ динамики высеваемых семян озимого ячменя в Ростовской области за период с 2010 по 2017 г. Отмечается тенденция к снижению объема высеванных качественных семян озимого ячменя с 54,3 тыс. ц в 2013 г. до 74,1 тыс. ц в 2016 г. Следует отметить, что за последние четыре года отчетливо прослеживается увеличение объема

высеянных оригинальных семян с 0,6 тыс. ц в 2012 г. до 1,3 тыс. ц в 2015 г. Также в Ростовской области наметилась тенденция к увеличению использования семян высших репродукций. Положительная ситуация в этот период складывается и с объемом высеванных элитных семян. Наибольший объем высеванных семян элиты отмечался в 2015 г. – 14,1 тыс. ц, наименьший – в 2017 г. (6,3 тыс. ц). При этом их доля к общему объему высеванных семян составила: в 2012 г. – 20,2%; в 2013 г. – 12,2%; в 2014 г. – 10,9%; в 2015 г. – 20,5%; в 2016 г. – 13,0%; в 2017 г. – 13,4%. Количество репродукционных семян колебался за данный период от 77,7 до 87,4% (табл. 2).

Использование большого количества семян массовых репродукций существенным образом влияет на снижение урожайности. В связи с этим в настоящее время необходимо оптимизировать структуру семенных посевов и обеспечить производство кондиционных семян первой репродукции в необходимом для товаропроизводителей количестве.

2. Среднегодовые объемы высеванных семян озимого ячменя разных категорий в Ростовской области, тыс. ц (2012–2017 гг.)

2. The average annual amount of winter barley seeds of different categories in the Rostov region, th. hwt (2012–2017)

Показатели	Годы											
	2012		2013		2014		2015		2016		2017	
	тыс. ц	%	тыс. ц	%	тыс. ц	%	тыс. ц	%	тыс. ц	%	тыс. ц	%
Высеяно семян, всего:	58,3	100	54,3	100	67,6	100	68,1	100	74,1	100	47,1	100
Оригинальных (ОС-1,2)	0,6	1,0	0,7	1,3	1,1	1,6	1,3	1,9	1,1	1,5	0,7	1,5
Элитных (ЭС)	11,8	20,2	6,6	12,2	7,4	10,9	14,1	20,5	9,6	13,0	6,3	13,4
Репродукционных (РС ₁₋₃)	45,9	78,8	47,0	86,5	59,1	87,4	52,9	77,7	63,4	85,5	40,1	85,1

Выводы

1. Для повышения эффективности устойчивого производства зерна озимого ячменя как в Российской Федерации, так и в отдельно взятых федеральных округах необходимо увеличение посевных площадей и урожайности за счет внедрения новых сортов.

2. Как показал проведенный нами анализ, за исследуемый период в Республике Крым, Краснодарском крае и Ростовской области отмечается тенденция

к снижению посевных площадей по сравнению с предыдущими годами. В Ставропольском крае, напротив, ежегодно увеличиваются посевные площади, занимаемые озимым ячменем.

3. Для повышения урожайности озимого ячменя необходимо проводить сортообновление, то есть замену низких репродукций семян более высокими, обеспечивающими хорошие урожайные качества семян.

Библиографический список

- Алабушев А. В., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Горпиниченко С. И. Семеноводство сорго зернового в Ростовской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1. С. 12–15.
- Алабушев А. В., Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П., Дорошенко Э. С., Буланова А. А., Янковский Н. Г. Резервы увеличения урожайности ячменя. Рекомендации. Воронеж, 2017. 17 с.
- Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Раева С. А. Состояние производства и сортовой состав ячменя в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2014. № 4. С. 40–44.
- Единая межведомственная информационно-статистическая система: электрон. дан. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения: 16.03.2018).
- Тимошенкова Т. А., Мухитов Л. А. Состояние и особенности семеноводства зерновых культур в условиях степи Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3. С. 8–11.
- Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.
- FAOSTAT: электрон. дан. Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/ru/#search/potatoes> (дата обращения: 15.05.2018).

References

- Alabushev A. V., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Gorpichenko S. I. Semenovodstvo sorgo zernovogo v Rostovskoy oblasti [Seed-growing of grain sorghum in the Rostov region] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 1. S. 12–15.
- Alabushev A. V., Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P., Doroshenko E. S., Bulanova A. A., Yankovskij N. G. Rezervy uvelicheniya urozhajnosti yachmenya. Rekomendacii [Reserves for barley productivity improvement. Recommendations]. Voronezh, 2017. 17 s.
- Doncova A. A., Filippov E. G., Raeva S. A. Sostoyanie proizvodstva i sortovoj sostav yachmenya v Rostovskoy oblasti [Production conditions and varietal composition of barley in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 4. S. 40–44.
- Edinaya mezhvedomstvennaya informacionno-statisticheskaya sistema: ehlektron. dan. Rezhim dostupa: <https://www.fedstat.ru> (data obrashcheniya: 16.03.2018).

5. Timoshenkova T. A., Muhitov L. A. Sostoyanie i osobennosti semenovodstva zernovykh kul'tur v usloviyakh stepi Orenburgskogo Predural'ya [Condition and features of grain crop seed production in the steppe conditions of the Orenburg Pre-Urals] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 3. S. 8–11.

6. Filippov E. G., Doncova A. A. Selekcija ozimogo yachmenya [Winter Barley Breeding]. Rostov n/D.: ZAO «Kniga», 2014. 208 s.

7. FAOSTAT: ehlektorn. dan. Rezhim dostupa: <http://www.fao.org/faostat/ru/#search/potatoes> (data obrashcheniya: 15.05.2018).

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.112.1 «321»:631.526.32

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-57-60

25 ЛЕТ СОРТУ САРАТОВСКАЯ ЗЛОТИСТАЯ

С. Н. Гапонов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора, ORCID ID: 0000-0002-8138-5955;

В. М. Попова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-3821-6395;

Г. И. Шутарева¹, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, и. о. зав. лабораторией селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-1159-2892;

Н. М. Цетва¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0001-9042-0831;

Т. М. Паршикова¹, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-1382-5434;

С. А. Шукин², директор, ORCID ID: 0000-0001-5126-5429

¹ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru;

²ФГУП «Красавское»

412392, Саратовская обл., Самойловский р-н, п. Краснознаменский; e-mail: oph-krasavskoe@mail.ru

За 25 лет существования сорт яровой твердой пшеницы Саратовская золотистая (1993) благодаря своим уникальным свойствам стал популярным не только среди производителей зерна и макаронной промышленности, но и среди селекционеров РФ и стран СНГ. Благодаря высокой комбинационной способности он включен во все селекционные программы научных учреждений, занимающихся селекцией яровой твердой пшеницы, как источник высокого содержания каротиноидных пигментов.

Ключевые слова: сорт Саратовская золотистая, яровая твердая пшеница, скрещивание, качество клейковины, каротиноиды.



THE VARIETY "SARATOVSKAYA ZOLOTISTAYA" IS 25

S. N. Gaponov¹, Candidate of Agricultural Sciences, acting head, ORCID ID: 0000-0002-8138-5955;

V. M. Popova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of spring durum wheat, ORCID ID: 0000-0003-3821-6395;

G. I. Shutareva¹, Candidate of Biological Sciences, leading researcher, acting head of the laboratory of breeding and seed-growing of spring durum wheat, ORCID ID: 0000-0003-1159-2892;

N. M. Tsetva¹, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of spring durum wheat, ORCID ID: 0000-0001-9042-0831;

T. M. Parshikova¹, researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of spring durum wheat, ORCID ID: 0000-0003-1382-5434;

S. A. Shchukin², director, ORCID ID: 0000-0001-5126-5429

¹FSBSI "RIA of South-East"

410010, Russia, Saratov, Str. Tulaykov, 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru;

²FSSE "Krasavskoe"

412392, Saratov region, Samoylovsky district, Krasnoznamenensky; e-mail: oph-krasavskoe@mail.ru

For 25 years due to its unique properties the spring durum wheat variety "Saratovskaya zolotistaya" (1993) is popular not only among grain and pasta producers, but also among breeders of Russia and the CIS countries. Due to its high combining ability, the variety has been introduced in all breeding programs of research institutions engaged in the breeding and cultivation of spring durum wheat as a source of high content of carotenoid pigments.

Keywords: variety "Saratovskaya zolotistaya", spring durum wheat, hybridization, crossing, gluten quality, carotenoids.

У селекционеров всегда имеются свои оригинальные гибридные номера.

Их тоже надо использовать в скрещиваниях.

Но для этого их прежде всего надо суметь «увидеть».

Ильина, 1996

Введение. В 1984 г. в ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» была выделена самостоятельная лаборатория селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы из большого отдела яровых пшениц. Решение стало

своевременным, поскольку твердая пшеница – культура особая и должна выращиваться в первую очередь за высокое качество зерна. Твердая пшеница, созданная и выращенная в Саратовской губернии, всегда

славилась высоким качеством макаронной продукции, крупами для детского питания, кондитерскими изделиями, а также смесительной ценностью при хлебопечении саратовских калачей. Первым сортом новой лаборатории, внесенным в Государственный реестр, стал сорт яровой твердой пшеницы Саратовская 57 (1989). Сорт выделялся засухоустойчивостью и скоропелостью, выколашивался и созревал на 4 дня раньше стандарта Харьковская 46, обладал устойчивостью к болезням, высококачественным зерном. Вторым сортом, внесенным в Государственный реестр селекционных достижений, был сорт Саратовская 59 (1992). При отличном качестве зерна и короткостебельности сорт обладал повышенной отзывчивостью на благоприятные условия в период вегетации, особенно при орошении, формировал многоцветковый колос. Сорт яровой твердой пшеницы Саратовская золотистая (1993) был третьим сортом, внесенным в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в Российской Федерации. Создавался новый сорт, сочетая в себе предыдущие достижения, но в первую очередь отвечая требованиям современного производства, когда сорт должен сочетать стабильную урожайность с высоким качеством крупки и устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам.

О сорте Саратовская золотистая ("The Saratovskaya Zolotistaya"). Авторы сорта: д. с.-х. н. Н. С. Васильчук, д. с.-х. н. Л. Г. Ильина, Л. Г. Агибалова, В. И. Касатов, к. с.-х. н. В. М. Синяк, Т. М. Паршикова, О. В. Тяговская, к. б. н. Г. И. Шутарева.

Правовые параметры: патент № 0024 с приоритетом от 16.11.1988, зарегистрирован 27.05.1997, допущен к использованию с 1993 г. Родословная сорта: Леукурум 1838/Леукурум 1830. Разновидность леукурум. Колос белый неопушенный, ости белые, зерно белое. Зерно крупное, полуудлиненной формы с довольно глубокой бороздкой, основание зерна голое, окраска белая с выраженным янтарным оттенком благодаря высокой концентрации каротиноидных пигментов в эндосперме, стекловидное. В период колошения и цветения на листьях выражен интенсивный восковый налет. Сорт среднеспелый, высокоурожайный. Обладает широкой пластичностью. При урожайности зерна выше 2,5 т/га сорт склонен к полеганию. При выпадении позднелетних осадков отрастает подгон.

Результаты и их обсуждение. Сорт обладает самым высоким уровнем содержания каротиноидных пигментов в зерне. По этому показателю она в 1,5–2 раза превышает все известные сорта российской и зарубежной селекции. Саратовская золотистая обладает прочной и эластичной клейковиной. Максимальная урожайность в производственных условиях достигает 3,5–4,0 т/га.

Количество желтого пигмента (каротиноидов) в зерне определяет интенсивность цвета спагетти. Изделия с темно-янтарным или золотистым цветом считаются наиболее высококачественными.

Высокое содержание каротиноидов в зерне твердой пшеницы важно не только для получения товарного цвета макаронной продукции. Каротин, как продукт растительного происхождения, попадая в организм человека, образует витамин А. Ретинол, или витамин А, участвует в росте костей, волос, улучшает зрение, а также повышает сопротивляемость организма к инфекциям (Мецлер, 1980). Поэтому твердая пшеница считается незаменимым сырьем для детского питания.

Следует особо подчеркнуть, что создание этого сорта и удачный его выбор в качестве объекта исследований позволили нам, во-первых, усовершенствовать метод количественной оценки степени желтизны семялины – одного из важнейших признаков качества зерна твердой пшеницы. Нами была изучена возможность качественного определения и количественного выражения степени (индекса) желтизны (b%) семялины и муки у разных генотипов яровой твердой пшеницы с помощью спектрофотометров, снабженных приставками для оценки образца по отражению.

Во-вторых, была выявлена связь этого количественного показателя (индекса желтизны) с качественным показателем – цветом конечной продукции (спагетти), оцененным визуальным по шкале от 1 до 9 баллов. Это позволило широко использовать этот метод на ранних этапах селекционного процесса и использовать показатель индекса желтизны (b%) как критерий отбора ценных по этому признаку генотипов (Васильчук, 2001; Васильчук и др., 2009).

В-третьих, широко использовать Саратовскую золотистую в качестве донора этого важного признака в дальнейшей селекции. Использование сорта Саратовская золотистая в качестве уникального источника таких важнейших для твердой пшеницы ценных признаков, как высокое содержание каротиноидов в зерне в сочетании с качеством клейковины, позволило создать новые сорта яровой твердой пшеницы, нашедшие признание в практической селекции и производстве в России и ближнем зарубежье.

В научных учреждениях России, в том числе в Алтайском НИИСХ (Барнаул), НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева (Каменная Степь), НИИСХ им. Н. М. Тулайкова (Безенчук), НИИСХ им. П. П. Лукьяненко (Краснодар), в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева (Харьков), есть линии и новые, нам известные сорта, созданные с участием Саратовской золотистой, тем самым подтверждающие ценность этого сорта как отличного донора (табл. 1).

1. Сорта, в родословной которых присутствует сорт яровой твердой пшеницы Саратовская золотистая **1. The varieties in parentage of which there is the spring durum wheat variety "Saratovskaya zolotistaya"**

Сорт	В Госреестре РФ, г.	Научное учреждение
Безенчукская 200	2002	ФГБНУ «Самарский НИИСХ»
Безенчукская степная	2004	
Безенчукская 205	2008	
Марина	2009	
Безенчукская 210	2015	
Безенчукская золотистая	2016	
Николаша	2009	ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ»
Валентина	1998	ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»
Ник	2000	
Елизаветинская	2002	
Золотая волна	2003	
Луч 25	2011	
Памяти Васильчука (D-2136)	Исп. с 2018 г.	

Уникальные свойства сорта Саратовская золотистая, а именно сочетание высокого качества клейковины с максимальным содержанием каротиноидов, сохраняются и передаются новым линиям и селекционным формам при ежегодно проводимых плановых скрещиваниях методом сложноступенчатой гибридизации.

Сорт Саратовская золотистая входит в родословную нашей новой линии D-2136, содержание каротиноидных пигментов у которой на уровне стандарта Саратовская золотистая (6,3–6,5 мг/кг).

В 2018 г. данная линия была передана на Государственное сортоиспытание и заявлена под названием Памяти Васильчука (заявка № 73641/8261606 с приоритетом от 17.11.2017).

Работа по улучшению качества сортов яровой твердой пшеницы в плане повышения содержания каротиноидных пигментов продолжается. В настоящее время для увеличения содержания желтых пигментов у твердой пшеницы и придания ей устойчивости к септориозу особый интерес представляют гекса- и октаплоидные формы новой культуры *Tritordeum*, мука которой содержит в 2–3 раза больше желтых пигментов, чем мука твердой пшеницы. Полученный образец включен в программу скрещиваний с лучшими линиями яровой твердой пшеницы саратовской селекции. Восемь линий от скрещивания с *Tritordeum* HT621 высеваля в питомниках СП-1 и СП-2.

Коммерческая ценность. Благодаря стабильной урожайности, уникальному качеству зерна и повышенной устойчивости к прорастанию зерна на корню, Саратовская золотистая уже четверть века успешно конкурирует на российском рынке семян и товарного зерна. Экономический эффект достигается за счет стабильного производства высококачественного зерна. Кроме того, благодаря высокому содержанию каротиноидов в зерне, Саратовская золотистая используется как улучшитель муки (семолины) с целью повышения питательной ценности и товарного вида конечных продуктов.

В настоящее время главным производителем оригинальных семян яровой твердой пшеницы в Саратовской области является ФГУП «Красавское». Ежегодно в хозяйстве этим сортом засевают свыше 500 га. Средняя урожайность за последние пять лет (2013–2017 гг.) составила 1,9 т/га, учитывая, что 2015–2016 гг. были неблагоприятными для яровых культур, с высокой температурой воздуха и засухой в период созревания. В благоприятных 2014 и 2017 гг. урожайность составила 2,6–2,9 т/га. Тонна семенного зерна стоит 22 000 руб., а товарного – 7000 руб., поэтому рентабельность от продажи семян очень высокая и составляет 238%, товарного – 30%. ФГУП «Красавское» ежегодно получает семена высших репродукций сорта Саратовская золотистая от лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы ФГБНУ «НИИСХ Юго-Восто-

ка» на взаимовыгодных условиях. Семена сорта Саратовская золотистая продают сельхозпредприятиям не только Саратовской области, где этим сортом засеваются до 25,5 тыс. га, или 35,3% от общей площади посевов яровой твердой пшеницы, но и Оренбургской, Челябинской, Волгоградской областей.

Значение. В селекции пшениц есть сорта-легенды, сорта, оставляющие след в истории науки, на которые равняются, к совершенству которых стремятся. К ним относится знаменитая яровая мягкая пшеница Саратовская 29 (1957), площадь посева которой занимала рекордные 21 млн га. Создатели и авторы сорта доктор сельскохозяйственных наук, профессор А. П. Шехурдин и доктор сельскохозяйственных наук В. Н. Мамонтова были награждены государственными наградами. Благодаря этому сорту были засеяны распаханые целинные земли Заволжья и Казахстана и получен огромный урожай высококачественного зерна. Этот сорт востребован и поныне, а в родословных многих современных сортов можно встретить Саратовскую 29.

Еще один знаменитый сорт озимой мягкой пшеницы Безостая 1 (1965). Созданный дважды Героем Социалистического Труда академиком П. П. Лукьяненко, он включен в родословную большого ряда сортов во многих странах мира, высеивается и в настоящее время. Именно Безостую 1 современники называют шедевром, «триумфом науки и искусства».

Главное в селекции, в ее удаче и успехе заключается в том, что в повседневной и кропотливой работе надо не пропустить важное, отметить, правильно истолковать и применить. Одним из таких успехов в работе лаборатории селекции яровой твердой пшеницы НИИСХ Юго-Востока под руководством доктора сельскохозяйственных наук, члена-корреспондента РАСХН, профессора Н. С. Васильчука было выделение среди обширного селекционного материала уникального образца D-1980, впоследствии названного Саратовская золотистая (1993). Она же послужила отправной точкой для усовершенствования метода количественной оценки степени желтизны семолины как одного из важнейших признаков качества зерна твердой пшеницы, а также для использования показателя индекса желтизны (b%) в качестве критерия отбора ценных по этому признаку генотипов на ранних стадиях селекционной работы. За огромный вклад в отечественную селекционную науку Н. С. Васильчук был награжден Золотой медалью им. П. П. Лукьяненко (Гапонов и др., 2017).

Выводы. У сорта Саратовская золотистая есть продолжение. В настоящее время применение современных методов и приборов для оценки и отбора ценного материала в процессе селекции позволило нам за 33 года создать 13 сортов твердой пшеницы, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Библиографический список

1. Васильчук Н. С. Селекция яровой твердой пшеницы. Саратов: Новая газета, 2001. 124 с.
2. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В., Паршикова Т. М., Попова В. М., Шутарева Г. И., Куликова В. А. Селекция твердой яровой пшеницы на высокое содержание каротиноидов в зерне // Сборник научных трудов ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. Саратов, 2009. С. 89–100.
3. Гапонов С. Н., Попова В. М., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Паршикова Т. М. Ученый по призванию (к 70-летию со дня рождения Н. С. Васильчука) // Зерновое хозяйство России. 2017. Т. 51, № 3. С. 71–72.
4. Ильина Л. Г. Селекция саратовских яровых пшениц. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1996. 130 с.
5. Мецлер Д. Биохимия. В 3-х т. Т. 2 / пер. под ред. акад. А. Е. Браунштейна и др. М.: Мир, 1980. 608 с.

References

1. Vasil'chuk N. S. Selekcija yarovoj tvyordoj pshenicy [Breeding of spring durum wheat]. Saratov: Novaya gazeta, 2001. 124 s.
2. Vasil'chuk N. S., Gaponov S. N., Eremenko L. V., Parshikova T. M., Popova V. M., Shutareva G. I., Kulikova V. A. Selekcija tvyordoj yarovoj pshenicy na vysokoe soderzhanie karotinoidov v zerne [Breeding of spring durum wheat on high content of carotenoids in kernels] // Sbornik nauchnyh trudov GNU NIISKH Yugo-Vostoka Rossel'hoz akademii. Saratov, 2009. S. 89–100.

3. Gaponov S. N., Popova V. M., Shutareva G. I., Cetva N. M., Parshikova T. M. Uchenyj po prizvaniyu [Science as a calling] (k 70-letiyu so dnya rozhdeniya N. S. Vasil'chuka) // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. T. 51, № 3. S. 71–72.
4. Il'ina L. G. Selekcija saratovskih yarovyh pshenic [Breeding of Saratov spring wheat]. Saratov: Izd-vo Saratovskogo universiteta, 1996. 130 s.
5. Mecler D. Biohimiya [Biochemistry]. V 3-h t. T. 2 / per. pod red. akad. A. E. Braunshtejna i dr. M.: Mir, 1980. 608 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.161:631.52(470.6)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-60-62

НОВЫЙ, АДАПТИРОВАННЫЙ К УСЛОВИЯМ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА, СОРТ ЯЧМЕНЯ ДВУРУЧКИ ВИВАТ

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

А. А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимого ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

Д. П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

Э. С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;

И. М. Шаповалова, агроном лаборатории селекции и семеноводства ярового ячменя, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок 3,

Ячменю принадлежит заметная роль в зерновом балансе, поскольку он является ценной культурой разностороннего использования. По посевным площадям ячмень занимает второе место, как в России, так и в Ростовской области. Ранее для «ремонта» вымерзших посевов озимого ячменя в качестве страховой культуры использовали яровую ячмень. В настоящее время для этих целей используют сорта двуручки ячменя, способные формировать урожай как при посеве осенью, так и весной. Целью исследований являлось создание сорта ячменя двуручки, сочетающего высокую продуктивность, качество и устойчивость к экстремальным качествам среды. В результате многолетней селекционной работы создан новый сорт ячменя двуручки Виват. В создании сорта были использованы наиболее зимостойкие сорта, такие как Тайна (Украина), Радикал (Краснодар, РФ), Паоли (США), сорта с высокой потенциальной продуктивностью Майер (Зерноград, РФ) и Хуторок (Краснодар, РФ). За годы конкурсного стационарного испытания (2011-2017 гг.) сорт Виват показал преимущества по сравнению со стандартным сортом Мастер и лучшим районированным сортом Тимофей по таким важным показателям, как высокая продуктивность, зимостойкость, устойчивость к полеганию и засухе. В условиях Северо-Кавказского (6) региона Виват за годы изучения в Госсорте сети также имел стабильно высокие показатели по урожайности, зимостойкости, устойчивости к полеганию, засухе, болезням и с 2018 года внесен в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений.

Ключевые слова: ячмень двуручка, урожайность, устойчивость к листовым болезням, районирование.



THE NEW FACULTATIVE BARLEY VARIETY 'VIVAT' ADAPTED TO THE CONDITIONS OF THE NORTH CAUCASUS

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

A. A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

D. P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of spring barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

E. S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory of spring barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-0787-9754;

I. M. Shapovalova, agronomist of the laboratory of spring barley breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-1281-5317

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

Barley has a prominent role in the grain balance, because it is a valuable crop with many various uses. Barley ranks second in its sown area, both in Russia and in the Rostov region. Previously, spring barley was used as an insurance crop for "restoring" the frozen crops of winter barley. Currently, for this purpose, facultative barley varieties are used, capable of giving yields both when sown in autumn and in spring. The aim of the research was to create a facultative barley variety, combining high productivity, quality and resistance to extreme environmental factors. As a result of long-term breeding work, a new variety of facultative barley 'Vivat' has been developed. In the creation of the variety, the most winter tolerant varieties were used, such as 'Tayna' (Ukraine), 'Radical' (Krasnodar, RF), 'Paoli' (the USA). The varieties with high potential productivity are 'Master' (Zernograd, Russian Federation) and 'Khutorok' (Krasnodar, Russian Federation). During the years of competitive testing (2011-2017), the variety 'Vivat' showed advantages over the standard variety 'Master' and the best zoned variety 'Timofey' according to such important traits as high productivity, winter tolerance, resistance to lodging and drought. In the North Caucasus (6) region, the variety 'Vivat' also showed high productivity, winter tolerance, resistance to lodging, drought, and diseases. Since 2018 the variety has been introduced into the State List of Protected Breeding Achievements.

Keywords: facultative barley, productivity, resistance to leaf diseases, zonation.

Ведение. В зерновом балансе России второе место по посевным площадям стабильно занимает ячмень (Алабушев, 2012). Это универсальная культура по своему хозяйственному использованию. В первую очередь, это высококачественная фуражная культура. Зерно также используется для производства крупы (перловая и ячневая), солода для пивоваренной промышленности, солодовой вытяжки (мальц-экстракты), которые широко применяются в медицине, кондитерской, текстильной и кожевенной промышленности.

Существует несколько типов развития ячменя – яровой, озимый и двуручка. Двуручки – это биологическая группа сортов, дающих урожай при посеве и весной и осенью, тогда как озимые только при осеннем посеве, а яровые – при весеннем. Это связано с тем, что для перехода от вегетативной фазы к генеративной двуручки не нуждаются в низких температурах для прохождения фазы яровизации, характерная отличительная особенность двуручек от озимых форм – их повышенная чувствительность к сокращенному фотопериоду, которая вызывает замедление процесса формирования генеративных органов (Лукомец, 2001).

Цель работы – создание сорта ячменя двуручки, сочетающего высокую продуктивность, качество и устойчивость к экстремальным качествам среды.

Основная задача – выделить в конкурсном испытании сорт ячменя двуручки, способный в резко меняющихся условиях юга России давать более стабильный урожай, чем стандартный сорт Мастер за счет более высокой устойчивости к полеганию и основным листовым болезням.

Только новые сорта с высоким потенциалом урожайности, устойчивые к воздействию абиотических и биотических стрессов, могут обеспечить эффективное использование природных ресурсов, энергосбережения и рентабельность (Алабушев и др., 2010).

Материалы и методы исследований. Исходный материал создается методом ступенчатой гибридизации отдаленных эколого-географических форм с последующим отбором и испытанием потомств по хозяйственно-ценным признакам и свойствам. Изучение сортов в конкурсном сортоиспытании проводили на полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской». Посев производили сеялкой СН-16, учетная площадь делянки – 50 м², норма высева – 450 всхожих зерен на 1 м². Стандартный сорт Мастер высевали через 10 номеров, количество повторений – 4.

Учет, наблюдения и оценку сортов производили согласно существующим методикам (Доспехов, 1985; Международный классификатор СЗВ рода *Hordeum* L., 1983). Оценку на устойчивость к болезням проводили в полевых условиях и на инфекционном. Степень поражения карликовой ржавчиной (КРЖ) определяли по методике Э.Э. Гешеле (1978), мучнистой росой – по методике Майнса и Дитца (Mains, Dietz, 1930), поражение пятнистостями определяли по методике О.С. Афанасенко (1987).

Результаты и их обсуждение. С 2018 года в Государственный реестр охраняемых селекционных

достижений, допущенных к использованию по Северо-Кавказскому (6) региону, включен сорт ячменя двуручки Виват (1907/13).

Авторы сорта: Е.Г. Филиппов, А.А. Донцова, Д.П. Донцов, Е.А. Терновая, Н.Г. Игнатьева, Н.В. Шишкин, Н.Г. Янковский, А.Е. Романюкин.

Ботаническое определение – *Hordeum vulgare* L., var *parallelum*.

Оригинатор и патентообладатель – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской».

В создании сорта были использованы наиболее зимостойкие сорта, такие как Тайна (Украина), Радикал (Краснодар, РФ), Паоли (США), а также сорта с высокой потенциальной продуктивностью: Мастер (Зерноград, РФ) и Хуторок (Краснодар, РФ) (рисунк 1).



Рис. 1. Генеалогия сорта ячменя двуручки Виват

Fig. 1. Genealogy of a grade of alternative barley Vivat

Элитное растение было выделено в 2007 году в F2 по признакам продуктивности колоса, крупности и выполненности зерна.

Разновидность – *parallelum*. Колосья шестирядные, цилиндрической формы, в поперечном сечении прямоугольные, соломенно-желтые, длиной 4–5 см, очень плотные. Ости длиннее колоса, кверху расходятся, соломенно-желтого цвета, зазубренность краев сильная. Зерно среднее, полукруглой (эллиптической) формы, соломенно-желтой окраски. Основание зерна голое. Щетинка у основания зерна войлочная, тип опушения – короткое. Переход цветочной чешуи в ость постепенный, зазубренность краев сильная. Форма куста (в период полного кущения) прямостоячая. Соломина средняя, прочная, полая. Восковой налет листа в период кущения слабый, опушение отсутствует, окраска зеленая.

За годы конкурсного испытания (2011–2017) сорт Виват показал преимущества по сравнению со стандартным сортом Мастер и лучшим сортом Тимофей по таким важным показателям как высокая продуктивность, морозостойкость, устойчивость к полеганию (таблица 1).

За годы конкурсного испытания (2011–2017) средняя урожайность нового сорта составила 6,5 т/га, превысив стандарт Мастер на 1,0 т/га и лучший сорт Тимофей на 0,4 т/га (таблица 1).

1. Характеристика нового сорта Виват в сравнении со стандартным сортом Мастер и лучшим сортом Тимофей (2011–2017 гг.)

1. Characteristics of the new variety Vivat compared to standard variety Master and best recognized variety of Timophej (2011–2017)

Сорт	Урожайность		Масса 1000 зерен, г (после очистки)	Морозостойкость, %	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Содержание белка, %	Вегетационный период, дни	Натура зерна, г/л
	т/га	± к ст. Мастер, т/га							
Мастер, ст.	7,5	–	42,1	32,0	90,4	6,2	12,3	258	660
Тимофей	8,1	+0,6	38,8	40,4	86,2	8,5	12,7	264	668
Виват	8,5	+1,0	40,4	44,7	81,9	9,0	13,1	262	662
НСР ₀₅		0,2...0,5							

При посеве весной сорт Виват за последние три года сформировал урожайность на уровне стандартного сорта ярового ячменя Приазовский 9, превышая при этом лучший сорт ячменя двуручки Тимофей (прибавка – 0,2-0,4 т/га) (таблица 2).

Сорт Виват относится к группе среднеспелых сортов и созревает на 4 дня позже раннеспелого стандарта Мастер.

Новый сорт также имеет лучшие показатели по зимостойкости и по содержанию белка в зерне. Виват устойчив к полеганию, высота растений (средняя) – 81,9 см.

Испытание подтвердило преимущество нового сорта и по отдельным элементам структуры урожая. Так, отмечено превышение над стандартным сортом по таким признакам как количество колосьев

на кв.м, число зерен в колосе и масса зерна с колоса (таблица 3).

Новый сорт по поражению листовыми болезнями (карликовая ржавчина, мучнистая роса, сетчатая пятнистость) находится на одном уровне со стандартным сортом Мастер (таблица 4).

Проявления поражения посевов озимого ячменя твердой и пыльной головней в производственных условиях за последнее десятилетие не обнаружено.

Выводы. В условиях Северо-Кавказского (6) региона сорт ячменя двуручки Виват за годы изучения в Госсортсети имел стабильно высокие показатели по урожайности, зимостойкости, устойчивости к полеганию, засухе, болезням и с 2018 года внесен в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений.

2. Урожайность нового сорта Виват в сравнении со стандартным сортом ярового ячменя

Приазовский 9 и лучшим сортом ячменя двуручки Тимофей при посеве весной (2011–2017 гг.)

2. The yield of the new variety Vivat in comparison with the standard varieties of spring barley Priazovsky 9 and the best alternative barley variety Timophei in the spring sown (2015–2017)

Сорт	Годы			средняя	± к стандарту	% к стандарту
	2015	2016	2017			
Приазовский 9, ст.	6,1	5,8	6,2	6,0	–	–
Виват	5,8	5,4	5,9	5,7	–0,3	95,0
Тимофей	5,4	5,1	5,7	5,4	–0,6	90,0
НСР ₀₅	0,4	0,4	0,5	0,4...0,5		

3. Основные показатели структуры урожая (2011–2017 гг.)

3. Key indicators of yield structure (2011–2017)

Сорт	Количество колосьев на 1 м ² , шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г (до очистки)	Масса зерна с колоса, г
Мастер, ст.	474	47,5	34,0	1,61
Виват	492	51,4	33,8	1,74

4. Уровень поражения болезнями нового сорта в сравнении со стандартом в полевых условиях (2015–2017 гг.)

4. The level of disease lesions of the new variety as compared to the standard in the field (2015-2017)

	Виват			Мастер, ст.		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Карликовая ржавчина, балл	0	0–5	0	0	0	0
Мучнистая роса, балл	1–2	2	1	2	2	1
Сетчатая пятнистость, балл	1,5–2	1–1,5	1,5–2	1–1,5	2	1–1,5

Библиографические ссылки

- Алабушев А.В. Состояние и пути эффективности отрасли растениеводства. ЗАО «Книга», 2012. С. 28.
- Алабушев А.В., Гуреева А.В., Раева С.А. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в России // Зерновое хозяйство России. 2010. № 6 (12). С. 13–16.
- Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М.: Колос, 1978. 206 с.
- Лукомец В.М. Селекция сортов двуручек ячменя на Кубани. Вопросы селекции и возделывания полевых культур: Сб. науч. тр., КНИИСХ. Краснодар, 2001. С. 21–27.
- Mains E.B., Dietz S.M. Physiologic of barley mildew Erysiphe graminis hordei Marchal // Phytopathology. 1930. V. 20. P. 229–239.

References

- Alabushev A.V. Sostoyanie i puti ehffektivnosti otrasli rastenievodstva. [The state and ways of efficiency of the plant breeding] ZAO "Kniga", 2012. S. 28.
- Alabushev A.V., Gureeva A.V., Raeva S.A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya semenovodstva zernovykh kul'tur v Rossii [The state and prospects of seed-growing of grain crops in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2010. № 6 (12). S. 13–16.
- Geshele E.H. Osnovy fitopatologicheskoy ocenki v selekcii rastenij [Basics of phytopathological evaluation in plant breeding]. M.: Kolos, 1978. 206 s.
- Lukomec V.M. Selekcija sortov dvuruchek yachmenya na Kubani [Selection of facultative barley varieties in Kuban]. Voprosy selekcii i vzdelyvaniya polevykh kul'tur: sb. nauch. tr., KNIISKH. Krasnodar, 2001. S. 21–27.
- Mains E.B., Dietz S.M. Physiologic of barley mildew Erysiphe graminis hordei Marchal // Phytopathology. 1930. V. 20. P. 229–239.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ У СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАДИЦИОННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Н. В. Шишкин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

Т. Г. Дерова¹, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

Е. И. Гуляева², кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микологии и фитопатологии, ORCID ID: 0000-0001-7948-0307;

Е. Л. Шайдаюк², младший научный сотрудник лаборатории микологии и фитопатологии, ORCID ID: 0000-0003-3266-6272

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

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

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений

196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, 3

Бурая ржавчина – основное заболевание сортов мягкой пшеницы на посевах в Ростовской области. Сорта пшеницы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской», в большинстве (более 87%) проявляют устойчивость к данному возбудителю. С целью получения полной иммунологической характеристики созданных сортов совместно с лабораторией микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР были проведены исследования по идентификации генов устойчивости (Lr) на ранних этапах развития и во взрослом состоянии растений. Изучено 37 сортов озимой мягкой пшеницы на полевых инфекционных фонах юга и северо-запада России, в том числе методами фитопатологического теста (к трем изолятам гриба с вирулентностью к TCLR9, TCLR19, TCLR26 и зерноградской популяции патогена) и методом ПЦР-анализа с помощью 10 молекулярных маркеров: LR1, LR3, LR9, LR10, LR19, LR20, LR24, LR26, LR34 и LR37. ДНК выделяли микрометодом по К. Эдвардс, ПЦР проводили в амплификаторе C-1000 (BIO RAD, США). В результате исследований установлено, что универсально устойчивых ко всем трем клонам и зерноградской популяции среди изученных сортов не выявлено. Сорта Полина, Вольница и Зерноградка 11 проявили устойчивость к трем клонам, но в фазу проростка проявляли восприимчивость к популяции патогена. По результатам ПЦР-анализа также не выявлено у сортов генов устойчивости Lr9, Lr19, Lr24, Lr26. У 29 из 37 изученных сортов обнаружен ген взрослой устойчивости Lr34, а у 20 сортов – неэффективный ген Lr3, которые по отдельности и вместе не могут обеспечивать защиту от бурой ржавчины в полевых условиях. Это указывает на то, что устойчивые в полевых условиях сорта несут дополнительные неидентифицированные Lr-гены. У ряда сортов установлено по 2 гена устойчивости. Восприимчивый в полевых условиях сорт Кипчак содержит утративший свою эффективность ген Lr1. Различия в степени поражения отдельных сортов в условиях Ростовской области и Санкт-Петербурга свидетельствуют об отличии северокавказской и северо-западной популяций по вирулентности к возбудителю бурой ржавчины.

Ключевые слова: озимая пшеница, бурая ржавчина, гены Lr, устойчивость, ПЦР-анализ.



IDENTIFICATION OF THE GENES RESISTANT TO BROWN RUST IN WINTER SOFT WHEAT VARIETIES WITH THE USE OF CONVENTIONAL AND MODERN RESEARCH METHODS

N. V. Shishkin¹, 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;

T. G. Derova¹, leading researcher of the laboratory for plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

E. I. Gulyaeva², Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory of microbiology and phytopathology, ORCID ID: 0000-0001-7948-0307;

E. L. Shaydayuk², junior researcher of the laboratory of microbiology and phytopathology, ORCID ID: 0000-0003-3266-6272

¹FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3;

²FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Protection

196608, Saint-Petersburg, Pushkin, Av. Podbelsky, 3

Brown rust is the main disease of wheat soft varieties in the Rostov region. The majority of wheat varieties (more than 87%) developed in the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" show resistance to this causative agent. In order to obtain a complete immunological characteristics of the developed varieties, there were carried out the researches to identify the resistance genes (Lr) in the early and adult stages of plant growing in cooperation with the Mycology and Phytopathology Laboratory of the FSBSI ARIZR. There were studied 37 varieties of winter soft wheat on the infectious fields of the south and northwest of Russia, as well as by the methods of a phytopathological test (to three isolates of the fungus with virulence to TcLr9, TcLr19, TcLr26 and the Zernograd pathogen population) and by the PCR analysis using 10 molecular markers Lr1, Lr3, Lr9, Lr10, Lr19, Lr20, Lr24, Lr26, Lr34 and Lr37. DNA was isolated by a micro-method according to K. Edwards, the PCR was carried out in a C-1000 amplifier (Bio Rad, US). The study established that there were no universal varieties among the studied ones which were resistant to all

three clones and the Zergograd population. The varieties "Polina", "Volnitsa" and "Zernogradka 11" showed resistance to the three clones, but in the phase of sprouting they show susceptibility to the pathogen population. According to the results of PCR analysis, the resistance genes Lr9, Lr19, Lr24, Lr26 were also not found in the varieties. 29 out of 37 studied varieties contained the adult resistance gene Lr34, and 20 varieties had the inefficient gene Lr3, which neither apart nor together could protect the plants from brown rust in the field. This indicates that the tolerant varieties carry additional non-identified Lr-genes. In a number of varieties there have been established 2 resistance genes. The variety "Kipchak" susceptible in the field contained the Lr1 gene, which lost its effectiveness. The differences in the damage degree of some varieties in the conditions of the Rostov region and St. Petersburg indicate a difference in the North Caucasian and northwestern populations by virulence to the causative agent of brown rust.

Keywords: winter wheat, brown rust, genes Lr, tolerance (resistance), PCR-analysis.

Введение. В хозяйствах Ростовской области высевает большое количество сортов озимой мягкой пшеницы с разной степенью устойчивости к фитопатогенным организмам. Показатели величины и качества урожая культуры находятся под непосредственной угрозой не только из-за погодных условий, негативно сказывающихся на развитии растений, но и патогенных грибов, среди которых немаловажную роль играет бурая ржавчина (*Puccinia triticina* Erikss.).

Несмотря на всестороннее изучение этого заболевания, защита озимой пшеницы от бурой ржавчины по-прежнему остается актуальной проблемой. Распространение и развитие заболевания происходят в результате заноса, накопления и сохранения активной инфекции (Данилова и Волкова, 2015). Кроме того, одной из главных причин усиления вредоносности является непрерывный эволюционный процесс, в результате которого образуются новые вирулентные расы и патотипы гриба.

Более 87% сортов озимой мягкой пшеницы, созданных в ФГБНУ «АНЦ «Донской», обладают различной степенью устойчивости к бурой ржавчине. В рамках совместных исследований была проведена

идентификация генов устойчивости созданных сортов к бурой ржавчине в лаборатории микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР (г. Санкт-Петербург), а также изучена ювенильная устойчивость сортов пшеницы к клонам различных популяций, тестирующих эффективные гены устойчивости данного возбудителя.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований были 37 сортов озимой пшеницы, созданные в ФГБНУ «АНЦ «Донской». Все сорта изучали на полевом инфекционном фоне в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград), а часть сортов – на инфекционном фоне в ВИЗР (г. Санкт-Петербург). Опыты проводили на основе общепринятых методик и оценок. Заражение сортов пшеницы проводили при температуре 10–12 °С в фазу кущения – трубкования путем опудривания смесью жизнеспособных уединенных спор. Оценку сортов озимой пшеницы по интенсивности поражения бурой ржавчины проводили по шкале R. F. Peterson (1948).

Для изучения ювенильной устойчивости сортов пшеницы в фазе проростков проводили инокуляцию проростков клонами из Челябинской, Тамбовской областей, Краснодарского края и зерноградской популяцией возбудителя бурой ржавчины (табл. 1).

1. Характеристика инфекционного материала по вирулентности к TcLr-линиям 1. Characteristic of infectious material by virulence to TcLr lines

Изолят	Происхождение	Вирулентность к TcLr	Авирулентность к TcLr
K1	Челябинский клон, 2016	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30	19, 24, 26, 28, 29
K2	Тамбовский клон, 2016	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 30	9, 24, 26, 28, 29
K3	Краснодарский клон, 2016	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 30	9, 19, 24, 28, 29
П_Зер	Зерноградская популяция, 2017	1, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 10, 11, 14a, 14b, 16, 17, 18, 19, 20, 30	9, 2a, 2b, 15, 19, 24, 28, 29

Анализ вирулентности проводили на 10–14-дневных проростках пшеницы (фаза первого листа), которые инокулировали суспензией возбудителя, помещали во влажную камеру на 12–18 часов и далее инкубировали при температуре 20–24 °С (Гуляева и Солодухина, 2006). Учет проводили на 10-й день после заражения по балловой шкале Е. В. Mains и Н. S. Jackson (1926), где: 0, 1, 2 балла – устойчивый тип; 3, 4 и X – восприимчивый.

Была проведена идентификация генов Lr1, Lr3, Lr9, Lr10, Lr19, Lr20, Lr24, Lr26, Lr34 и Lr37 с использованием молекулярных маркеров сортов озимой мягкой пшеницы. Список используемых маркеров представлен в таблице 2. ДНК выделяли микрометодом, предложенным К. Эдвардс с соавторами в модификации Д. Б. Дорохова и Э. Клоке (1997). Концентрация ДНК в рабочем растворе составляла 50–100 нг/мкл. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в амплификаторе C-1000 (BioRad, США) по протоколам, предложенным авторами праймеров (табл. 2), и при необходимости модифицировали. Амплифицированные фрагменты разделяли с помощью электрофореза в 1,5% агарозном геле в 1хTBE буфере, который был окрашен бромистым этидием.

Результаты и их обсуждение. Часть сортов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, были оценены по устойчивости к возбудите-

лю бурой ржавчины в условиях северо-запада России. В период 2010–2015 гг. их высевали на опытном поле ВИР и искусственно инокулировали сборной северо-западной популяцией. Из 15 сортов 47% были устойчивые, 7% – слабовосприимчивые и 46% – восприимчивые (табл. 3).

Большая часть из 37 изучаемых сортов (73%) в полевых условиях при искусственном заражении северокавказской популяцией на опытном поле ФГБНУ «АНЦ «Донской» бурой ржавчины проявили высокую устойчивость (поражение не выше 15%), 10,8% сортов были слабовосприимчивыми (поражение до 20–30 %) и 16,2% сортов имели поражение выше 50%.

При инокуляции изученных сортов мягкой пшеницы универсально устойчивых ко всем клонам и зерноградской популяции не выявлено. Устойчивостью к трем клонам характеризовались сорта Полина, Вольница и Зерноградка 11, но все сорта в фазе проростка проявили восприимчивость к популяции патогена (табл. 3).

Ген Lr34 относится к группе генов, контролирующей частичную устойчивость в фазе взрослых растений, но, по данным J. A. Kolmer (2002), сочетание гена Lr34 с одним или двумя другими расоспецифическими генами может значительно повысить уровень полевой устойчивости, что и наблюдается в наших исследованиях.

2. Список использованных маркеров
2. List of used markers

Ген	Название маркера	Нуклеотидная последовательность	Размер п. о.	Литературный источник
Lr1	WR003F	GGGACAGAGACCTTGGTGGA	760	Qiu et al., 2007
	WR003R	GACGATGATGATTGCTGCTGG		
Lr3	Xmwg798F	GGCTGTCTACATCTTCTGCA	365	Herrera-Foessel et al., 2007
	Xmwg798R	CAAGTGTTGAGAAGGAGAGT		
Lr9	SCS5F	TGCGCCCTTCAAAGGAAG	550	Gupta et al., 2005
	SCS5R	TGCGCCCTTCTGAAGTGTAT		
Lr10	Fi.2245	GTGTAATGCATGCAGGTTCC	310	Chelkowski et al., 2008
	Lr10-6/r2	AGGTGTGAGTGAGTTATGTT		
Lr19	SCS265 F	GGCGGATAAGCAGAGCAGAG	512	Gupta et al., 2006
	SCS265 R	GGCGGATAAGTGGGTATGG		
Lr20	STS638-L	ACAGCGATGAAGCAATGAAA	542	Neu et al., 2002
	STS638-R	GTCCAGTTGGTTGATGGAAT		
Lr24	Sr24#12F	CACCCGTGACATGCTCGTA	550	Mago et al., 2005
	Sr24#12R	AACAGGAAATGAGCAACGATGT		
Lr26	SCM9F	TGACAACCC CCTTTCCTCTCGT	207	Weng et al., 2007
	SCM9R	TCATCGACGCTAAGGAGGACCC		
Lr34	csLV34F	GTTGGTTAAGACTGGTGATGG	150	Lagudah et al., 2006
	csLV34R	TGCTTGCTATTGCTGAATAGT		
Lr37	Venttriup	AGGGGCTACTGACCAAGGCT	259	Helguera et al., 2003
	LN2	TGCAGCTACAGCAGTATGTACACAAAA		

3. Иммунологическая характеристика сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

3. Immunological characteristics of winter soft wheat varieties developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

Сорт	Инокулянт и тип поражения				Лг-гены, идентифицированные с помощью ММ*	Степень поражения на инфекционных фонах, %	
	K1	K2	K3	З. п.**		г. Зерноград	г. Санкт-Петербург
Аксинья	3	0	3	3	Lr34 Lr3	5–10	0
Бонус	3	3	0	3	Lr34 Lr1 Lr3	0–5	=
Донская безостая	3	3	3	3	Lr34 Lr3	10–15	50–70
Донская юбилейная	3	3	3	3	Lr34 Lr3	20–30	=
Зерноградка 10	3	3	3	3	Lr34 Lr3	5–10	=
Зерноградка 11	1–2	1–2	0	–	Lr34	0–5	50–70
Казачка	3	–	0	3	Lr34 Lr3	5–10	=
Кипчак	–	3	3	3	Lr1	60–80	=
Конкурент	3	–	0	3	Lr34	0–5	=
Лучезар	3	0	0	3	Lr3	0	=
Марафон	3	3	3	3	Lr34	0–5	30
Находка	3	3	3	3	Lr34	0–5	0
Ростовчанка 3	3	3	0	–	Lr34	50–60	50
Ростовчан-ка 5	3	3	3	3	Lr3	5–10	10
Ростовчанка 7	3	3	3	–	Lr3	5–10	10–20
Танаис	3	0	3	3	Lr34	5–10	=
Шеф	3	3	3	3	Lr34 Lr10	15–20	=
Этюд	3	0	0	3	Lr3	0	=
Адмирал	3	0	3	3	Lr34 Lr3	0	=
Аскет	3	2–3	3	3	Lr34 Lr3	0–5	10
Вольница	0–2	0	0	3	Lr34 Lr1	20–30	=
Вольный Дон	3	3	3	3	Lr34	15–20	=
Дон 93	3	2	3	3	Lr34 Lr3	5–10	=
Дон107	3	0	3	3	Lr34 Lr1	60–80	70
Донской сюрприз	3	3	3	3	Lr34 Lr3	0–5	=
Донской маяк	3	3	3	3	Lr34 Lr3	10–15	50
Донской простор	3	3	0	3	Lr34 Lr3	50–60	50
Ермак	3	3	3	3	Lr3	10–15	=
Жаворонок	3	3	3	3	Lr34	0	=
Изюминка	3	3	3	3	Lr34 Lr3	5–10	5–10
Капитан	3	3	3	3	Lr34 Lr3	5–10	=
Капризуля	3	0	3	3	Lr34	50–60	=
Краса Дона	3	3	3	3	Lr3 Lr1	0–5	=
Лидия	3	3	3	3	Lr34 Lr3	5–10	0
Лилит	3	–	3	3	Lr34 Lr3	50–60	=
Полина	1–2	0–1	0–1	3	–	0–5	=
Станичная	3	3	3	3	Lr34	0–5	50

* ММ – молекулярные маркеры; ** З. п. – зерноградская популяция; = – не изучались на инфекционном фоне ВИЗР.

Много лет устойчивость проявляют сорта, содержащие гены устойчивости Lr34 и Lr3 как вместе (Аксинья, Бонус, Зерноградка 10, Казачка, Адмирал, Аскет, Дон 93, Донской сюрприз, Донской маяк, Изюминка, Капитан, Лидия), так и по отдельности: Lr34 – Зерноградка 11, Конкурент, Марафон, Находка, Танаис, Жаворонок, Станичная; Lr3 – Лучезар, Ростовчанка 5, Ростовчанка 7, Этюд. Гены Lr34 и Lr3 являются неэффективными в России. Вероятно, данные сорта наряду с этими генами несут дополнительные гены, которые не определены в данных исследованиях из-за отсутствия молекулярных маркеров.

Для сортов Находка, Бонус, Конкурент, Аксинья, Казачка, Донская безостая, Изюминка, Зерноградка 9, Зерноградка 10 и Зерноградка 11 сведения о наличии гена Lr34 согласуются с исследованиями Н. Н. Вожжовой (2018).

Различия в поражении отдельных сортов клонами и популяциями из разных регионов (Донская безостая, Зерноградка 11, Марафон, Донской маяк, Станичная) могут указывать на наличие у них дополнительных ювенильных Lr-генов (табл. 3).

Выводы. С использованием клонов, маркированных вирулентностью к генам Lr9, Lr19 и Lr26,

данных генов у изученных сортов не выявлено, что подтверждается и результатами, полученными с использованием молекулярных маркеров. С использованием маркера у изучаемых образцов также не выявлен ген Lr24. При этом, согласно ПЦР-анализу, у них широко представлены ген взрослой устойчивости Lr34 и малоэффективный ген Lr3 (табл. 3). У сорта Шеф наряду с геном Lr34 выявлен малоэффективный ген Lr10, а у сортов Бонус, Дон 107, Вольница – ген Lr1. У сорта Кипчак идентифицирован только неэффективный ген Lr1, что подтверждается его восприимчивостью на инфекционном фоне возбудителя.

Различия в степени поражения отдельных сортов (Донская безостая, Зерноградка 11, Донской маяк и др.) в условиях Ростовской области и Санкт-Петербурга свидетельствуют об отличии северокавказской и северо-западной популяций возбудителя бурой ржавчины.

Для успешной селекции на устойчивость к вредным организмам целесообразно и эффективно сочетать полевые исследования с лабораторными с использованием молекулярных маркеров. Молекулярные маркеры более актуальны в фундаментальных исследованиях.

Библиографические ссылки

1. Вожжова Н. Н. Идентификация гена устойчивости к бурой ржавчине Lr34 в сортах и коллекционных образцах озимой мягкой пшеницы Аграрного научного центра «Донской» // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(3). С. 329–332. DOI 10.18699/VJ18.368.
2. Гуляева Е. И., Солодухина О. В. Ржавчинные болезни зерновых культур. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. М.: Книга, 2008. С. 5–11.
3. Данилова А. В., Волкова Г. В. Карликовая ржавчина – прогрессирующее заболевание ячменя // Защита и карантин растений. 2015. № 7. С. 46–48.
4. Дорохов Д. Б., Клоке Э. Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов // Молекулярная генетика. 1997. Т. 3, № 4. С. 443–450.
5. Chelkowski J., Golka L., Steptien I. Application of STS marker for leaf rust resistance genes in near-isogenic lines of spring wheat cv. Tratcher // J. Appl. Genet. 2003. Vol. 44. Pp. 323–338.
6. Gupta S. K., Charpe A., Koul S., Prabhu K. V., Haq Q. M. Development and validation of molecular markers linked to an *Aegilops umbellulata*-derived leaf rust-resistance gene, Lr9, for marker-assisted selection in bread wheat // Genome. 2005. Vol. 48, No. 5. Pp. 823–830.
7. Gupta S. K., Charpe A., Prabhu K. W., Haque O. M. R. Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr19 in wheat // Theor. Appl. Genet. 2006. Vol. 113. Pp. 1027–1036.
8. Helguera M., Khan I. A., Kolmer J., Lijavetzky D., Zhong-qí L., Dubcovsky J. PCR assays for the Lr37-Yr17-Sr38 cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines // Crop Science. 2003. Vol. 43. Pp. 1839–1847.
9. Herrera-Foessel S. A., Singh R. P., Huerta-Espino J., William M., Rosewarne G., Djurle A., Yuen J. Identification and Mapping of Lr3 and a Linked Leaf Rust Resistance Gene in Durum Wheat // CROP SCIENCE. 2007. Vol. 47. Pp. 1459–1466.
10. Kolmer J. A. Virulence phenotypes of puccinia triticina in South Atiantik in 1999 // Plant Diseases. 2002. No. 88(3). Pp. 288–291.
11. Lagudah E. S., McFadden H., Singh R. P., Huerta-Espino J., Bariana H. S., Spielmeier W. Molecular genetic characterization of the Lr34/Yr18 slow rusting resistance gene region in wheat // Theor. Appl. Genet. 2006. Vol. 114. Pp. 21–30.
12. Mago R., Bariana H. S., Dundas I. S., Spielmeier W., Lawrence G. J., Pryor A. J., Ellis J. G. Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm // Theor. Appl. Genet. 2005. Vol. 111. Pp. 496–504.
13. Mains E. B., Jackson H. S. Physiological specialization in leaf rust of wheat? *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology. 1926. Vol. 16. Pp. 89–120.
14. Neu C. H. et al. Genetic mapping of the Lr 20-Pml resistance locus reveals suppressed recombination on chromosome arm 7AL in hexaploid wheat // Genome. 2002. Vol. 45. Pp. 737–744.
15. Peterson R. F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity in leaves and stem of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500.
16. Qiu J. W., Schürch A. C., Yahiaoui N., Dong L. L., Fan H. J., Zhang Z. J., Keller B., Ling H. Q. Physical mapping and identification of a candidate for the leaf rust resistance gene Lr1 of wheat // Theor Appl Genet. 2007. Vol. 115. Pp. 159–168.
17. Weng Y., Azhaguvel P., Devkota R. N., Rudd J. C. PCR based markers for detection of different sources of 1AL.1RS and 1BL.1RS wheat-rye translocations in wheat background. Plant Breed. 2007. Vol. 126. Pp. 482–486.

References

1. Vozzhova N. N. Identifikaciya gena ustojchivosti k buroj rzhavchine Lr34 v sortah i kollekcionnyh obrazcah ozimoy myagkoj pshenicy Agrarnogo nauchnogo centra "Donskoj" [Identification of the gene resistant to brown rust

- Lr34 in the varieties and collection samples of winter soft wheat developed by the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(3). S. 329–332. DOI 10.18699/VJ18.368.
2. Gul'tyaeva E. I., Soloduhina O. V. Rzhavchinnye bolezni zernovykh kul'tur. Izuchenie geneticheskikh resursov zernovykh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam [Rust diseases of grain crops. The study of genetic resources of grain crops for their resistance to pests]. M.: Kniga, 2008. S. 5–11.
3. Danilova A. V., Volkova G. V. Karlikovaya rzhavchina – progressiruyushchee zabolevanie yachmenya [Dwarf rust is a progressive barley disease] // Zashchita i karantin rastenij. 2015. № 7. S. 46–48.
4. Dorohov D. B., Kloke Eh. Bystraya i ehkonomichnaya tekhnologiya RAPD analiza rastitel'nykh genomov [Rapid and economical technology of RAPD analysis of plant genomes] // Molekulyarnaya genetika. 1997. T. 3, № 4. S. 443–450.
5. Chelkowski J., Golka L., Steptien I. Application of STS marker for leaf rust resistance genes in near-isogenic lines of spring wheat cv. Tratcher. // J. Appl. Genet. 2003. Vol. 44. Pp. 323–338.
6. Gupta S. K., Charpe A., Koul S., Prabhu K. V., Haq Q. M. Development and validation of molecular markers linked to an Aegilops umbellulata-derived leaf rust-resistance gene, Lr9, for marker-assisted selection in bread wheat // Genome. 2005. Vol. 48, No. 5. Pp. 823–830.
7. Gupta S. K., Charpe A., Prabhu K. W., Haque O. M. R. Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene Lr19 in wheat // Theor. Appl. Genet. 2006. Vol. 113. Pp. 1027–1036.
8. Helguera M., Khan I. A., Kolmer J., Lijavetzky D., Zhong-qi L., Dubcovsky J. PCR assays for the Lr37-Yr17-Sr38 cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines // Crop Science. 2003. Vol. 43. Pp. 1839–1847.
9. Herrera-Foessel S. A., Singh R. P., Huerta-Espino J., William M., Rosewarne G., Djurle A., Yuen J. Identification and Mapping of Lr3 and a Linked Leaf Rust Resistance Gene in Durum Wheat // CROP SCIENCE. 2007. Vol. 47. Pp. 1459–1466.
10. Kolmer J. A. Virulence phenotypes of puccinia triticina in South Atiantik in 1999 // Plant Diseases. 2002. No. 88(3). Pp. 288–291.
11. Lagudah E. S., McFadden H., Singh R. P., Huerta-Espino J., Bariana H. S., Spielmeyer W. Molecular genetic characterization of the Lr34/Yr18 slow rusting resistance gene region in wheat // Theor. Appl. Genet. 2006. Vol. 114. Pp. 21–30.
12. Mago R., Bariana H. S., Dundas I. S., Spielmeyer W., Lawrence G. J., Pryor A. J., Ellis J. G. Development or PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes Sr24 and Sr26 in diverse wheat germplasm // Theor. Appl. Genet. 2005. Vol. 111. Pp. 496–504.
13. Mains E. B., Jackson H. S. Physiological specialization in leaf rust of wheat? *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology. 1926. Vol. 16. Pp. 89–120.
14. Neu C. H. et al. Genetic mapping of the Lr 20-Pml resistance locus reveals suppressed recombination on chromosome arm 7AL in hexaploid wheat // Genome. 2002. Vol. 45. Pp. 737–744.
15. Peterson R. F. A diagrammatic scale for estimating rust intensity in leaves and stem of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500.
16. Qiu J. W., Schürch A. C., Yahiaoui N., Dong L. L., Fan H. J., Zhang Z. J., Keller B., Ling H. Q. Physical mapping and identification of a candidate for the leaf rust resistance gene Lr1 of wheat // Theor. Appl. Genet. 2007. Vol. 115. Pp. 159–168.
17. Weng Y., Azhaguvel P., Devkota R. N., Rudd J. C. PCR based markers for detection of different sources of 1AL.1RS and 1BL.1RS wheat-rye translocations in wheat background. Plant Breed. 2007. Vol. 126. Pp. 482–486.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 631.526:632.9(470.54/567.58)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-59-5-67-72

РОЛЬ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА В СЕЛЕКЦИИ РЖАВЧИНОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЯ

Л. Т. Мальцева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0003-2926-0933;

Е. А. Филиппова, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-8209-9603;

Н. Ю. Банникова, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-0395-5924;

В. А. Бердюгин, научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-2703-7781

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» г. Екатеринбург

620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112а; e-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Одним из факторов, ограничивающих рост урожайности пшеницы в Зауралье, является поражение посевов листовыми болезнями, проявляющимися с регулярностью три раза в десять лет, унося от 5 до 30% урожая. В 2015–2017 гг. на фоне эпифитотий бурой и стеблевой ржавчины из 17 районированных сортов яровой мягкой пшеницы высокую толерантность проявили лишь два сорта – Радуга (Курганский НИИСХ) и Уралосибирская (СибНИИСХоз), занимающие в области всего 8–9% площади. Для создания новых сортов привлечены генетические коллекции отечественного и зарубежного происхождения. На эпифитотийном фоне выявлены сорта и образцы с эффективными генами устойчивости. Целенаправленно проведен отбор в гибридных популяциях. Оценены морфологически выровненные линии для размножения. Для ускоренного создания новых сортов предложен устойчивый и толерантный к болезням, адаптивный к местным условиям исходный материал из коллекционного питомника: сорта Сигма, Памяти Леонтьева, Боевчанка, Фаворит, Новосибирская 31, Ингала, Сударыня, Геракл,

Уралосибирская, Радуга; в питомнике Казахстано-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) – сорта Лютесценс 120, Новосибирская 18, Родник, Лютесценс 27-12, Лютесценс 248/05-3, ЛД 25, Лютесценс 34/08-19, Элемент 22, Лютесценс 6/04-4. Из 57 гибридных популяций, устойчивых к широкому спектру рас стеблевой и бурой ржавчины, в том числе и к вирулентной расе Ug99, выделено 1340 высокоурожайных линий. Особый интерес представляют 5 линий из Сибирского питомника челночной селекции (СПЧС) с комплексной устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам, мучнистой росе и 6 сортообразцов с идентифицированными генами к стеблевой ржавчине Sr31, Sr25. Изученный материал включен в селекционный процесс.

Ключевые слова: пшеница, исходный материал, устойчивость к болезням, бурая и стеблевая ржавчины, урожайность.



THE ROLE OF THE INITIAL MATERIAL IN BREEDING OF THE SPRING SOFT WHEAT VARIETIES RESISTANT TO RUST IN ZAURALYE

L. T. Maltseva, Candidate of Agricultural Sciences, ORCID ID: 0000-0003-2926-0933;

E. A. Filippova, senior researcher, ORCID ID: 0000-0001-8209-9603;

N. Yu. Bannikova, senior researcher, ORCID ID: 0000-0002-0395-5924;

V. A. Berdyugin, researcher, ORCID ID: 0000-0002-2703-7781

FSBSI "Ural'sky Federal Agricultural Center of the Ural Department of the Russian Academy of Sciences", Ekaterinburg

620142, Ekaterinburg, Str. Belinsky, 112a; e-mail: kniish@ketovo.aural.ru

One of the factors limiting the growth of wheat productivity in Zauralye is the crop infection with leaf-stem diseases, which regularly occur three times in ten years, reducing the harvest on 5 to 30%. In 2015–2017 only two spring soft wheat varieties "Raduga" (Kurgan RIA) and "Uralosibirskaya" (SibRIA) (on 8–9% of the total area) out of 17 regionalized ones showed high tolerance to epiphytity of brown and stem rust. The genetic collections of domestic and foreign origin have been used to develop new varieties. On the epiphytotic background there were identified varieties and samples with effective resistance genes. There has been conducted a target selection in the hybrid populations. There have been estimated morphologically aligned lines for reproduction. For the fast development of new varieties, there has been suggested stable and tolerant to the diseases, adaptive to local conditions initial material, namely the varieties "Sigma", "Pamyati Leontieva", "Bovchanka", "Favorit", "Novosibirskaya 31", "Ingala", "Sudarynia", "Geraki", "Uralosibirskaya", "Raduga" taken in the collection nursery; and the varieties and lines "Lutescens 120", "Novosibirskaya 18", "Rodnik", "Lutescens 27-12", "Lutescens 248/05-3", "LD 25", "Lutescens 34/08-19", "Element 22", "Lutescens 6/04-4" taken in the nursery of the Kazakh-Siberian Spring Wheat Improvement Network (KSSWIN). There have been identified 1340 highly productive lines out of 57 hybrid populations resistant to a wide range of brown rust types, including the virulent type Ug99. The 5 lines from the Siberian Breeding Nursery (SPCS) with complex resistance to brown and stem rust, powdery mildew and 6 varieties with the identified resistance genes to stem rust Sr31, Sr25 are of particular interest. The studied material is included in the breeding process.

Keywords: wheat, initial material, resistance to diseases, brown and stem rust, productivity.

Введение. Селекцию на высокую продуктивность и стабильность урожаев по годам в условиях континентального климата Зауралья необходимо увязывать с засухоустойчивостью и иммунитетом возделываемых сортов, так как в регионе наступление весенне-летней засухи является обычным явлением, а в благоприятные по увлажнению годы велика вероятность поражения растений листостебельными болезнями. За последние годы (2015–2017 гг.) наблюдалось эпифитотийное распространение на посевах мягкой пшеницы бурой (*Puccinia recondite* Rob. Sp. tritici) и стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers.), во многом обусловленное изменением климата, миграцией фитопатогенов, возникновением мутаций по генам вирулентности, потерей резистентности высеваемых в производстве сортов к новым вредоносным расам. Потери урожая от повреждения болезнями достигают от 5 до 30% (Давоян и др., 2014). Существует возможность занесения с африканского континента возбудителя стеблевой ржавчины вирулентной расы Ug99 (открыта в Уганде, 1999 г.), поражающей генотипы с геном устойчивости Sr31.

В настоящее время все районированные в области сорта в разной степени поражаются ржавчиной. Сорт Терция с высокоэффективным геном устойчивости к бурой ржавчине LrTg, включенный в Госреестр по Уральскому и Западно-Сибирскому регионам, в последние годы потерял свою резистентность. Распространение сортов, полученных на основе Терции, привело к отбору вирулентных рас. Эволюция паразита и смена расового состава болезней требуют постоянного поиска новых доноров резистентных генов, привлечения для этой цели молекулярных маркеров (Гультяева, Методическое пособие, 2016).

С их использованием выявлено широкое распространение у яровых сортов генов Lr9 и Lr19, идентифицированных у сортов Волгоуральская, Терция, Тулеевская, Соната, Дуэт, Зауралочка, распространенных в Уральском регионе.

Путь использования генетических возможностей в рекомбинационной селекции наиболее экономически и экологически выгоден в противодействии болезням. Эффективным является перенос генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам, сцепленных между собой: Lr19/Sr25, Lr24/Sr24, Lr37/Sr38, Yr17 и др. – с последующим беккроссированием с целью увеличения адаптации в гибридном потомстве (Воронкова, 1980). Наиболее прочную устойчивость к листовой ржавчине обеспечивают гены Lr13 и Lr34 (Сочалова и Лихенко, 2011). Перспективен в практической работе новый инструмент отбора – генетические маркеры (MAS). Примером может служить сцепление гена устойчивости к бурой ржавчине Lr19 с геном, обуславливающим желтую окраску муки и мякиша хлеба. Ген Lr34 тесно сцеплен с генами устойчивости к мучнистой росе (Pm38), желтой ржавчине (Yr18), а также с геном некроза верхушек листьев. Ген Lr34 обеспечивает неспецифическую устойчивость, протекающую по типу медленного развития. Селекция на иммунитет более эффективна при скрещивании устойчивых сортов, иммунных аналогов и селекционных линий (Белан и др.).

Целью исследований являются: поиск за счет привлечения мировых генетических коллекций эффективных доноров для ускоренного создания генотипического разнообразия сортов мягкой яровой пшеницы для региона, создания на их основе гибридных популяций; отбор в местных условиях адаптивных

форм, сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Курганском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН на естественном инфекционном фоне 2015–2017 гг. Материалом исследования служили сорта мягкой яровой пшеницы отечественных и зарубежных оригинаторов, коллекции ВИР. Увеличили разнообразие резистентного материала сорта из питомников КАСИБ (совместная международная программа Казахстано-Сибирская сеть по улучшению яровой пшеницы). По результатам идентификации, проведенной с использованием молекулярных маркеров, в этих сортах присутствуют гены устойчивости к агрессивной расе стеблевой ржавчины Ug99: Sr2, Sr25, Sr35, Sr36. Против сибирской популяции стеблевой ржавчины выявлены сорта с эффективными генами Sr25, Sr31 и Sr57 (Шаманин и др., 2016). Источниками линий с комплексной устойчивостью к болезням и другим негативным факторам среды явились индивидуальные отборы из гибридных популяций питомника СПЧС (совместная международная программа челночной селекции под эгидой СИММИТ, Мексика), проведенные в местных условиях. Новый материал в настоящее время занимает свыше 50% наполнения селекционных питомников и 70% вновь созданных гибридных комбинаций. Объем скрещиваний составляет ежегодно от 50 до 100 комбинаций, число изучаемых линий – до 2–3 тысяч. Посев проводится в оптимальные сроки на делянках площадью от 1 до 10 м² в 1–3-кратной повторности (в зависимости от наличия семян) без применения удобрений и химзащиты. Наблюдения и учеты проводили по методике Госкомиссии, дисперсионный анализ – по Б. А. Доспехову (Доспехов, 1985). Устойчивость растений к ржавчинам оценена по типу реакции в баллах по шкале Стэкмана и Левина (Гультяева и Солодухина, 2008).

Результаты и их обсуждение. Распространению бурой и стеблевой ржавчин в Зауралье благоприятствовали погодные условия 2015, 2016, 2017 гг. Гидротермический коэффициент вегетационного периода

(ГТК) в 2015 г. составил 1,1; в 2016 г. – 0,95; в 2017 г. – 1,25. Массовая вспышка листовых и стеблевых болезней отмечена в июле. В этом месяце в 2015 г. выпало 90 мм осадков (150% к норме) при среднесуточной температуре 18 °С. В 2016 г. осадки составили 241,8% при 19,6 °С; в 2017 г. – 128% при температуре 17,6 °С.

В качестве исходного материала для гибридизации использована рабочая коллекция в объеме 90–100 сортов различных биотипов. Стандартами в группах по длине вегетационного периода служат районированные сорта Омская 36, Терция, Омская 35. На естественном фоне распространения бурой и стеблевой ржавчин в 2015–2017 гг. они показали низкую устойчивость в 3–4 балла и, следовательно, низкую урожайность – 1,52–1,73 т/га. В раннеспелой группе толерантность проявили следующие сорта: Памяти Леонтьева, Боевчанка, Сигма, превысившие по урожайности Омскую 36 на 0,58–0,87 т/га (табл. 1).

В среднеспелой группе по урожайности превысили стандарт Терцию на 0,42–0,56 т/га такие сорта, как Фаворит, Лютесценс 241/00-4, Ингала. Устойчивость к бурой ржавчине проявили Фаворит, Лютесценс 415/00, Новосибирская 31; к стеблевой – Лютесценс 241/00-4, Ингала, Сударыня. В среднепоздней группе в 2015–2017 гг. среди сортов с урожайностью 2,40–2,67 т/га выделились Геракл, Л-210-99-10, Л-290-99-7, Радуга, Уралосибирская, превысив за счет устойчивости к болезням на 0,74–1,01 т/га стандарт Омская 35.

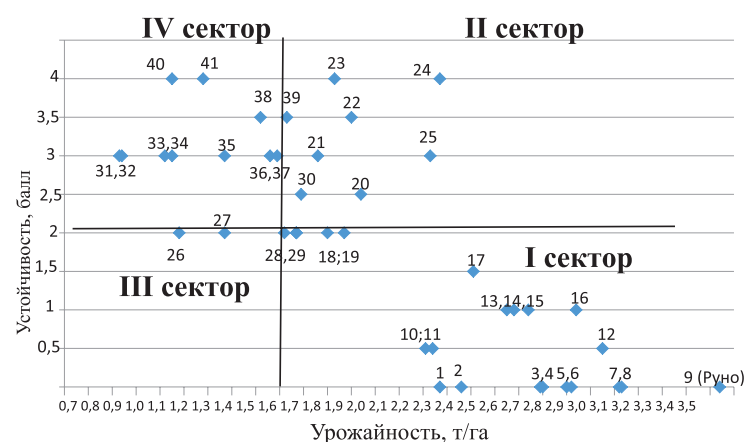
В 2017 г. поражение бурой ржавчиной отмечено в III декаде июня. В коллекции устойчивые сорта (0 баллов) составили 22%, устойчивость в 4 балла имели 44% сортов. Появление стеблевой ржавчины отмечено со II декады июля, погодные условия августа содействовали ее распространению до эпифитотии, что проявилось в суммарном падении урожайности сортов с низким иммунитетом к обеим болезням. Учет поражения стеблевой ржавчиной в разные сроки (в конце июля и в конце августа) позволил выявить сорта с устойчивостью, обусловленной механизмами медленного развития патогена, что в меньшей степени снизило их урожайность (рис.).

1. Урожайность и устойчивость к болезням сортов пшеницы (2015–2017 гг.)

1. Wheat varieties productivity and resistance to diseases (2015–2017)

Сорт	Урожайность, т/га					Ржавчина, балл				
						бурая		стеблевая*		
	2015	2016	2017	X _{ср}	±, к ст.	2016	2017	2016	2017/1	2017/2
Раннеспелая группа										
Омская 36, st.	1,61	1,37	1,59	1,52	st.	4	4	4	3	4
Памяти Леонтьева	1,99	2,71	2,70	2,39	+0,87	3	0	4	0	3
Сигма	1,88	2,48	2,27	2,21	+0,69	3	2,5	3	0	2,5
Боевчанка	1,49	2,59	2,21	2,10	+0,58	3	3	4	0,5	3
Среднеспелая группа										
Терция, st.	1,84	1,72	1,63	1,73	st.	3	4	4	3,5	4
Фаворит	1,83	2,48	2,58	2,29	+0,56	1	0	4	1	4
Лютесценс 241/00-4	1,67	2,39	2,67	2,24	+0,51	3	4	4	0	2,5
Ингала	1,46	2,26	2,73	2,105	+0,42	3	4	3,5	1	3
Среднепоздняя группа										
Омская 35, st.	1,96	1,34	1,69	1,66	st.	3,5	4	4	3	4
Лютесценс 210-99-10	2,20	2,90	2,64	2,58	+0,92	4	0	4	0	1,5
Лютесценс 290-99-7	2,50	2,57	2,78	2,61	+0,95	4	3	4	0	1,5
Геракл	2,30	2,60	3,02	2,64	+0,98	4	2	4	0	1,5
Радуга	2,37	2,42	3,20	2,67	+1,01	2,5	3	4	0	1,5
Уралосибирская	2,02	2,55	2,64	2,40	+0,74	3,5	3	4	1	2

* В 2017 г. наблюдения проведены: 1-е – 31 июля; 2-е – 23 августа. НСР_{0,5} – 0,38 т/га.



♦ № 1–41 – номера испытываемых сортов.

I сектор – устойчивость к стеблевой ржавчине: балл – 0–2; урожайность – 1,80–3,44 т/га.

II сектор – поражение стеблевой ржавчиной: балл – 2,5–4,0; урожайность – 1,76–2,27 т/га.

III сектор – низкоурожайные сорта: балл поражения – 2; урожайность – 1,18–1,67 т/га.

IV сектор – низкоурожайные сорта: балл поражения – 2,5–4,0; урожайность – 0,93–1,69 т/га.

Рис. Связь урожайности сортов с устойчивостью к стеблевой ржавчине (2017 г.)

Fig. Correlation of variety productivity with resistance to stem rust (2017)

Наибольший интерес в секторе I вызывают сорта, сочетающие высокую урожайность (2,64–3,44 т/га) с устойчивостью к ржавчине (0–1 балл): № 3 – Память Леонтьева; № 4 – Радуга; № 5 – Омская 39; № 6 – Элемент 22; № 7 – Омская 41; № 8 – Геракл; № 9 – Руно (полба); № 12 – Л-307-97; № 14 – ОК-2; № 15 – Уралосибирская. Во II секторе толерантные сорта: № 24 – Черноземноруральская; № 25 – Новосибирская 31. Наибольший ущерб стеблевая ржавчина нанесла сортам при их поражении в 3–4 балла (сектор IV): № 31 – Чебаркульская 2; № 32 – Челябинская степная; № 33 – Рикс; № 34 – Омская 18; № 40 – ОмГАУ 90; № 41 – Челябинская 2. Выделенные по комплексу призна-

ков сорта включены в скрещивания по заранее составленной схеме, предусматривающей дополнение и усиление признаков, недостающих в улучшаемых генотипах.

Питомник КАСИБ изучен в объеме 52 сортов различного эколого-географического происхождения в 17 пунктах Казахстана и Сибири. По итоговым результатам испытания в Курганском НИИСХ среди раннеспелых сортов по урожайности за три года выделились Лютесценс 120, Новосибирская 18, Родник (табл. 2). Эти же сорта отнесены по рангу КАСИБ к наиболее пластичным, то есть сохраняющим высокий уровень урожайности в различных условиях выращивания.

2. Урожайность и устойчивость к ржавчине сортов питомника КАСИБ в экологическом испытании (КНИИСХ – КАСИБ)

2. Productivity and resistance to rust of the varieties developed by the KASIB in an ecological trial, KRIA – KASIB

Сорт	Урожайность, т/га					Ржавчина, балл, КНИИСХ				
	КНИИСХ, 2015–2017 гг.		КАСИБ, 2015–2016 гг.			бурая		стеблевая*		
	$\bar{X}_{cp}$	$\pm$, к st.	$\bar{X}_{cp}$	$\pm$, к st.	ранг**	2016	2017	2016	2017/1	2017/2
Раннеспелая группа										
Саратовская 29, st.	1,71	st.	2,14	st.	46	4	4	4	3	4
Новосибирская 18	1,85	+0,14	2,53	+3,9	11	4	4	4	3	4
Обская 2	1,74	+0,03	2,43	+2,9	26	4	0	4	2	4
Родник	1,84	+0,13	2,44	+3,0	25		1,5	4	1,5	4
Среднеспелая группа										
Терция, st.	1,92	st.	2,40	st.	22	4	4	4	2	4
Лютесц. 248/05-3	2,69	+0,77	2,67	+2,7	18	0,5	0	0,5	0	1,5
Лютесценс 27-12	3,20	+1,28	2,56	+1,6	5	0	0	0,5	0	1
ЛД 25	2,32	+0,40	2,80	+4,0	3	0	0	0	0	2,5
Среднепоздняя группа										
Омская 35, st.	1,80	st.	2,56	st.	20	4	4	4	2	4
Айна	2,30	+0,50	2,35	–2,1	21	0,5	0	0	1	3
Элемент 22	3,07	+1,21	3,10	+5,4	1	0,5	0	0,5	0	2,5
Лютесценс 6/04-4	2,93	+1,13	2,76	+2,0	47	0,5	1	0	0	2
Л-654	1,57	–0,23	2,75	+1,9	9	0	0	0	0	4

* В 2017 г. два наблюдения: 1-е – 31 июля; 2-е – 23 августа. $НСР_{0,5}$ – 0,25 т/га.

** Ранг-перечень п/п всех сортов в списке КАСИБ по мере увеличения урожайности.

По такому же принципу выделены среднеспелые сорта Лютесценс 27-12, Лютесценс 248/05-3, ЛД 25; среднепоздние – Лютесценс 34/08-19, Элемент 22 и Лютесценс 6/04-4. Высокий ранг урожайности сортов в экологическом испытании КАСИБ при его совпадении с продуктивностью в наших условиях дает оценку пластичности сортов, ее генетической обусловленности.

При испытании в местных условиях выявлены сорта, наиболее устойчивые как к отдельным болезням, так и к их комплексу. В раннеспелой группе представляют интерес сорта Обская 2, Родник; в среднеспелой – Лютесценс 248/05-3, Лютесценс 27-12, ЛД 25; в среднепоздней – Айна, Элемент 22, Лютесценс 6/04-4, Лютесценс 654. Гетерогенность некоторых сортов была использована в проведении внутрисортных индивидуальных отборов.

Пополнение новыми генетическими источниками устойчивости к листовостебельным болезням осуществлено за счет поступления гибридных популяций по линии членочной селекции (СПЧС) и набора сортообразцов, прошедших испытание в Уганде на фоне искусственного заражения агрессивной расой Ug99. Из этого материала отобраны селекционные линии, перспективные в наших условиях. При испытании по типу контрольного питомника в 2017 г. на фоне эпифитотии ржавчины 17 линий по урожайности превзошли стандарт Омскую 36. По комплексной устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам, мучнистой росе выделено 5 линий от сложных скрещиваний с урожайностью 2,78–3,05 т/га, что выше стандарта на 0,36–0,63 ц/га (табл. 3). С морфологически однородными перспективными образцами продолжится аналитическая работа.

3. Урожайность и устойчивость к болезням линий питомника СПЧС (2016–2017 гг.) 3. Productivity and resistance to diseases of the lines developed by the SPChS (2016–2017)

Каталог СПЧС	Комбинация	Урожайность, т/га				Мучнистая роса	Ржавчина, балл			
		2016	2017	X _{ср}	±, к ст.		бурая		стеблевая*	
						2017	2016	2017	2016	2017
St.	Омская 36	2,24	2,58	2,42	st.	4,0	4	4	3,5	3
ЧС-15/9	CHELYABA/3/PASTOR/ /	2,82	2,75	2,78	+0,30	1,0	2,5	0	1,5	1,5
ЧС-15/11	CHELYABA/3/PASTOR/ /	3,07	3,03	3,05	+0,60	1,5	0	0	3,0	1,5
ЧС-15/14	LUTESCENS 304/3/T.DICOI	2,61	3,08	2,84	+0,40	2,0	0	0	2,0	1,5
ЧС-15/15	GVK 1369.2//JNRB.5/PIFED	2,84	2,73	2,78	+0,30	1,5	1,5	1	3,0	1,5
ЧС-15/23	27.90.98.3/4/MILAN/SHA7/3/	2,64	3,16	2,90	+0,40	1,0	0,5	3	1,5	0,5

* В 2017 г. два наблюдения: 1-е – 31 июля; 2-е – 23 августа. НСР_{0,5} – 0,32 т/га.

Коллекция по устойчивости к вирулентной расе Ug99, отобранная в Кении, и к западносибирской популяции стеблевой ржавчины (по оценке в ОмГАУ, 2014 г.) составила 149 образцов. По сочетанию комплекса признаков урожайности, устойчивости к листовостебельным ржавчинам, качеству зерна в 2017 г. выде-

лены сортообразцы с идентифицированными генами устойчивости к стеблевой ржавчине Sr31, Sr25, представляющие селекционный интерес (табл. 4). Урожайность резистентных образцов составила в среднем за два года от 2,71 до 3,25 т/га, что выше стандарта Омская 36 на 0,25–0,79 т/га.

4. Характеристика образцов питомника Ug99 (2016–2017 гг.) 4. Characteristics of the samples Ug99 (2016–2017)

Каталог	Происхождение	Урожайность, т/га				Мучнистая роса, балл	Ржавчина, балл		Идентифицированные гены
		2016	2017	X_{cp}	$\pm$, к ст.		бурая	стеблевая	
st.	Омская 36	2,34	2,58	2,46	st.	4	4	3	–
Ug-8	L. 7-04-6	2,87	3,63	3,25	+0,79	3	0	0,5	Sr31, Sr25
Ug-25	L. 242-97-22-11	3,01	3,12	3,06	+0,60	2	0	0,5	Sr31
Ug-31	L. 242-97-2-40	2,08	3,39	2,73	+0,27	2	0	0,5	Sr31, Sr25
Ug-60	L 196	2,84	3,21	3,02	+0,56	1	0	0,5	Sr31, Sr25
Ug-74	L 656	2,34	3,21	2,77	+0,31	2	0	1,5	Sr31
Ug-75	L 488	2,68	2,74	2,71	+0,25	3	0	3	Sr31, Sr25

Морфологически выровненные, высокоурожайные, устойчивые к болезням образцы размножены, лучшие из них включены в план гибридизации. Объем скрещиваний в 2015, 2016 и 2017 гг. составил соответственно 97, 84 и 123 комбинации в год. Гибриды F_0 в зимнее время в целях размножения высевали в искусственных условиях освещения, F_1 – F_3 – в теплице и в полевых опытах с последующим индивидуальным отбором в F_3 – F_5 .

Выводы. Появлению новых агрессивных рас листовостебельных болезней противостоит расширение генетических коллекций с набором разнообразных генов устойчивости. На фоне эпифитотии бурой и листовой ржавчин 2015–2017 гг. выделено 11 сортов

отечественной селекции с комплексом хозяйственно ценных признаков, устойчивых и толерантных к поражению ржавчинами. Из питомников КАСИБ, СПЧС, Ug99-Кения (соответственно в объеме 52, 39, 149 сортов и гибридных комбинаций) выделены высокопродуктивные устойчивые формы с широким набором генов. Из 57 гибридных популяций яровой мягкой пшеницы, устойчивых к широкому спектру рас стеблевой и бурой ржавчины, в том числе и к вирулентной расе Ug99, выделено 1340 высокоурожайных линий. Изученный материал включен в селекционный процесс.

Статья написана при поддержке гранта РФФИ № 17-44-450901.

Библиографические ссылки

1. Белан И. А., Россеева Л. П., Мешкова Л. В., Шепелев С. С., Зеленский Ю. И. Иммунологическая оценка материала «КАСИБ» в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского аграрного университета. 2012. № 10(96). С. 39–42.
2. Воронкова А. А. Генетико-иммунологические основы селекции пшеницы на устойчивость к ржавчине. М.: Колос, 1980. 192 с.
3. Гултыяева Е. И. Разнообразие российских сортов мягкой пшеницы по генам устойчивости к бурой ржавчине // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: материалы IV Междунар. конференции. СПб. – Пушкин, 2016. 124 с.
4. Давоян Э. Р., Беспалова Л. А., Давоян Р. О., Зубанова Ю. С., Миков Д. С., Филобок В. А., Худокормова Ж. Н. Использование молекулярных маркеров в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 4/1. С. 732–736.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1958. 351 с.
6. Сочалова Л. П., Лихенко И. Е. Генетическая устойчивость сортов яровой пшеницы к облигатно-аэрогенным заболеваниям в условиях лесостепи Приобья. Каталог сортов-доноров генов устойчивости. Новосибирск, 2011. 15 с.
7. Шаманин В. П., Потоцкая И. В., Клевакина М. В. Оценка сибирской коллекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Казанского ГАУ. 2016. № 2(40). С. 55–58.

References

1. Belan I. A., Rosseeva L. P., Meshkova L. V., Shepelev S. S., Zelenskij Yu. I. Immunologicheskaya ocenka materiala "KASIB" v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [Immunological evaluation of the KASIB material in the southern forest-steppe of the Western Siberia] // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. 2012. № 10(96). S. 39–42.
2. Voronkova A. A. Genetiko-immunologicheskie osnovy selekcii pshenicy na ustojchivost' k rzhavchine [Genetic and immunological basis of wheat breeding on rust resistance]. M.: Kolos, 1980. 192 s.
3. Gul'tyaeva E. I. Raznoobrazie rossijskih sortov myagkoj pshenicy po genam ustojchivosti k buroj rzhavchine [Diversity of the Russian spring soft wheat varieties according to their brown rust resistance] // Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam: materialy IV Mezhdunar. konferencii. SPb. – Pushkin, 2016. 124 s.
4. Davoyan Eh. R., Bepalova L. A., Davoyan R. O., Zabanova Yu. S., Mikov D. S., Filobok V. A., Hudokormova Zh. N. Ispol'zovanie molekulyarnyh markerov v selekcii pshenicy na ustojchivost' k buroj rzhavchine v Krasnodarskom NIISKH im. P. P. Luk'yanenko [The use of molecular markers in wheat breeding on brown rust resistance in the Krasnodar NIIRKh named after P. P. Lukyanenko] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2014. T. 18, № 4/1. S. 732–736.
5. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Agropromizdat, 1958. 351 s.
6. Sochalova L. P., Lihenko I. E. Geneticheskaya ustojchivost' sortov yarovoj pshenicy k obligatno-aehrogennym zabolevaniyam v usloviyah lesostepi Priob'ya [Genetic resistance of spring wheat varieties to obligate-aerogenic diseases in the forest steppe of the Pre-Ob region]. Katalog sortov-donorov genov ustojchivosti. Novosibirsk, 2011. 15 s.
7. Shamanin V. P., Potockaya I. V., Klevakina M. V. Ocenka sibirskoj kolekcii yarovoj myagkoj pshenicy na ustojchivost' k steblevoj rzhavchine v usloviyah yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri [Estimation of the Siberian collection of spring soft wheat on stem rust resistance in the southern forest-steppe of the Western Siberia] // Vestnik Kazanskogo GAU. 2016. № 2(40). S. 55–58.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.