

ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ 1(61)2019

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 «Агролига» – д-р с.-х. н.;
Волкова Г. В., ФГБНУ «ВНИИБЗР» – д-р биол. н.;
Подколзин А. И., Ставропольский ГАУ – д-р биол. н.;
Назаренко О. Г., ФГБУ ГЦАС «Ростовский» – д-р биол. н.;
Романенко А. А., ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко» – академик РАН, д-р с.-х. н.;
Сандухадзе Б. И., МосНИИСХ «Немчиновка» – академик РАН;
Сотченко В. С., ВНИИ кукурузы – академик РАН;
Храмцов И. Ф., СибНИИСХ – академик РАН, д-р с.-х. н., профессор;
Шевченко С. Н., Самарский НИИСХ – чл.-корр. РАН, д-р с.-х. н.;
Ле Зунь Хай, Агрогенетический институт (г. Ханой, Вьетнам);
Халил Сурек, Тракийский аграрный НИИ (г. Эдирне, Турция) – д-р н.;
Подольских А. Н., д-р с.-х. н.

EDITORIAL 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. Lukiyanenko";
Vislobokova L. N. – Candidate of Agr. S., FSBSI "FSC named after I. V. Michurin";
Gontcharenko A. A. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, FSBSI Moscow RIA "Nemchinovka";
Zezin N. N. – Doctor of Agr. S., FSBSI "Ural RIA";
Lukomets V. M. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, FSBSI "RIA of oil crops";
Medvedev A. M. – RAS, corresponding member of RAS;
Dolzhenko V. I. – Doctor of Agr. S., professor, academician RAS, FSBSI "ARRIPP";
Artokhin K. S. – Doctor of Agr. S., the Rostov Affiliate of the RCC 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. Lukiyanenko";
Sandukhadze B. I. – academician of RAS, FSBSI "Moscow RIA "Nemchinovka";
Sotchenko V. S. – academician of RAS, ARRI of maize;
Khramtsov I. F. – Doctor of Agr. S., professor, Academician of RAS, SibRIA;
Shevchenko S. N. – Doctor of Agr. S., academician of RAS, Samarsky RIA;
Le Zun Hai – Agrogenetic Institute (Hanoi, Vietnam);
Khalil Surek – PhD, Trakia Agricultural Research Institute (Edirne, Turkey);
Podolskikh A. N. – Doctor of Agr. S.

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

Журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (группа научных специальностей 06.01.00 – агрономия). Импакт-фактор РИНЦ – 0,416.

Перевод на английский язык – Скуйбедина О.Н.

Периодичность издания – 6 номеров. Подписано в печать 25.02.2019. Дата выхода: 28.02.2019.

Формат 60x84/8. Тираж 300. Заказ № 10/19028.

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

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Брагин Р. Н. Анализ экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя в межстанционном сортоиспытании **3**

Фетюхин И. В., Баранов А. А. Интегрированная защита озимой пшеницы от сорняков **6**

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Филенко Г. А., Марченко Д. М., Скворцова Ю. Г., Кравченко Н. С., Фирсова Е. В. Урожайные, сортовые и посевные качества семян озимой пшеницы в зависимости от репродукции **10**

Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Лушпина О. А., Сухенко Н. Н., Игнатьева Н. Г. Новый белозерный сорт сорго зернового Атаман **14**

Симонова Е. Н., Кравченко Н. С. Активность ферментов в прорастающих семенах мягкой озимой пшеницы в условиях смены светового режима при УФ-облучении семян **18**

Костылев П. И., Кудашкина Е. Б., Краснова Е. В., Вожжова Н. Н. Селекция риса на солеустойчивость **22**

Алексеев О. А., Горбунов В. С., Жужукин В. И., Зайцев С. А., Волков Д. П. Перспективные сортообразцы сафлора красильного (*Carthamus Tinctorius* L.) в Саратовской области **28**

Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н., Трипутин В. М., Шварцкопф Т. В., Мазепа Н. Г. Результаты селекции озимой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи западной Сибири **32**

Барковская Т. А., Гладышева О. В. Озимый компонент в селекции яровой мягкой пшеницы в условиях центрального региона **35**

Морозов Н. А., Самсонов И. В., Панкратова Н. А. Новый сорт ярового ячменя Булат **40**

Дзюба В. А., Есаулова Л. В., Чухирь И. Н., Коротенко Т. Л., Зеленский А. Г. Генетика признаков цветения риса **44**

Шаболкина Е. Н., Бишарев А. А., Анисимкина Н. В., Беляева М. В. Влияние водорастворимых пентозанов на хлебопекарные свойства озимой ржи **49**

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Кремнева О. Ю., Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Исмаилов В. Я., Данилов Р. Ю. Оценка эффективности ловушек насекомых различных конструкций для фитосанитарного мониторинга **52**

Шайдаук Е. Л., Гультьяева Е. И., Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Яковлева Д. Р., Иличкина Н. П. Характеристика вирулентности возбудителя бурой ржавчины на сортах озимой твердой пшеницы в условиях Ростовской области **56**

Лактионов Ю. В., Косульников Ю. В., Дудникова Д. В., Яхно В. В., Кожемяков А. П. Оценка устойчивости штаммов клубеньковых бактерий сои к рекомендуемым химическим фунгицидам **62**

GENERAL AGRICULTURE AND PLANT-BREEDING

Filippov E. G., Dontsova A. A., Bragin R. N. The analysis of ecological plasticity and stability of the spring barley varieties in the station testing **3**

Fetyukhin I. V., Baranov A. A. Integrated protection of winter wheat from weeds **6**

PLANT-BREEDING AND SEED-GROWING
OF AGRICULTURAL CROPS

Filenko G. A., Marchenko D. M., Skvortsova Yu. G., Kravchenko N. S., Firsova E. V. Productive, varietal and sowing traits of winter wheat seeds depending on reproduction **10**

Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Lushpina O. A., Sukhenko N. N., Ignatieva N. G. The new white-kernelled grain sorghum variety "Ataman" **14**

Simonova E. N., Kravchenko N. S. Enzyme activity in germinating seeds of winter soft wheat when the light regime changes due to UV seed radiation **18**

Kostylev P. I., Kudashkina E. B., Krasnova E. V., Vozhzhova N. N. Rice breeding on salt tolerance **22**

Alekseev O. A., Gorbunov V. S., Zhuzhukin V. I., Zaytsev S. A., Volkov D. P. The promising variety-samples of bastard saffron (*Carthamus Tinctorius* L.) in the Saratov region **28**

Kashuba Yu. N., Kovtunencko A. N., Triputin V. M., Shvartskopf T. V., Mazepa N. G. The results of winter soft wheat breeding in the southern forest-steppe of the West Siberia **32**

Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V. Winter component in spring soft wheat breeding in the Central region **35**

Morozov N. A., Samsonov I. V., Pankratova N. A. The new spring barley variety "Bulat" **40**

Dzyuba V. A., Esaulova L. V., Chukhir I. N., Korotenko T. L., Zelensky A. G. Genetics of the signs of rice clusters **44**

Shabolkina E. N., Bisharev A. A., Anisimkina N. V., Belyaeva M. V. The effect of water soluble pentosanes on baking properties of winter rye **49**

PLANT PROTECTION

Kremneva O. Yu., Sadkovsky V. T., Sokolov Yu. G., Ismailov V. Ya., Danilov R. Yu. The estimation of efficiency of insect traps of various construction for phytosanitary monitoring **52**

Shaydayuk E. L., Gulytyaeva E. I., Shishkin N. V., Derova T. G., Yakovleva D. R., Ilichkina N. P. Characteristics of brown leaf rust virulence on winter durum wheat varieties in the Rostov region **56**

Laktionov Yu. V., Kosulnikov Yu. V., Dudnikova D. V., Yakhno V. V., Kozhemyakov A. P. Estimation of stability of soybean root nodule bacterial strains to the recommended chemical fungicides **62**

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.161:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2019-61-1-3-5

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В МЕЖСТАНЦИОННОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

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

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

Р. Н. Брагин, агроном, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3

Яровой ячмень имеет большое значение как ценная зернофуражная культура, его зерно также используется для производства различных видов круп, которые по своим пищевым достоинствам не уступают рисовой и гречневой. В настоящее время селекция ярового ячменя направлена на выведение адаптивных сортов, способных формировать стабильную урожайность даже в условиях усиления засушливости климата. Для изучения данного вопроса проводили оценку экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя в условиях южной зоны Ростовской области. Исследования проводили в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2016–2018 гг. В изучении находилось 10 сортов ярового ячменя различного географического происхождения, в том числе: РФ – 6, Украина – 2 и Германия – 2, высеванных в двукратной повторности. Учетная площадь делянки – 10 м². В качестве стандарта использовали сорт Ратник. В исследовании применяли методику S. A. Eberchart, W. A. Rassel (1966) в редакции В. А. Зыкина (2005). По результатам анализа выявлены отзывчивые сорта – Приазовский 9, Грис, Грейс и стабильные – Ратник, Щедрый, Новик, Вакула, Одесский 22. Сорта Грис, Грейс, Thessa показали наиболее высокие результаты среди изученных сортов. Их линии регрессии значительно превысили линию средней и сформировали наивысшую среднюю урожайность по отношению к другим сортам. Наибольшее влияние на формирование урожайности оказал фактор «год» – 94,9%. Полученные данные объясняются тем, что за годы исследований (2016–2018) на урожайность ярового ячменя значительное влияние оказали условия внешней среды.

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, сорт, экологическая пластичность, стабильность.



THE ANALYSIS OF ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF THE SPRING BARLEY VARIETIES IN THE STATION TESTING

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

R. N. Bragin, agronomist, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X
FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy»,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

Currently spring barley breeding is aimed at breeding of adaptive varieties capable to produce stable yields even in the conditions of increasing climate aridity. To study this issue, there has been carried out an estimation of environmental plasticity and stability of spring barley varieties in the southern part of the Rostov region. The study was conducted in the FSBSI «Agricultural Research Center «Donskoy» in 2016–2018. There were studied 10 spring barley varieties of various geographical origin, including the 6 Russian, 2 Ukrainian and 2 German, sown in three replications. The area of the plot was 10 m², the variety «Ratnik» was given as a standard variety. There was used the method of S. A. Eberchart, W. A. Rassel (1966), amended by V. A. Zykina (2005). According to the results, there were identified such responsive varieties as «Priazovsky 9», «Gris», «Grays» and such stable varieties as «Ratnik», «Shchedry», «Novik», «Vakula», «Odessky 22». The varieties «Gris», «Grays» and «Thessa» showed the best results among the studied varieties. Their regression lines exceeded the line of average productivity and formed the largest average productivity in respect to other varieties. The «year» factor had the greatest effect on the yield (94.9%). The obtained data can be explained by the environmental conditions that significantly influenced on spring barley productivity over the years of research (2016–2018).

Keywords: spring barley, productivity, variety, ecological plasticity, stability.

Введение. Южный федеральный округ – один из ключевых зернопроизводящих регионов РФ. Наибольшие площади посева зернофуражных культур здесь отводятся под яровой ячмень, доля производства которого составляет 12–15% от общероссийского (Донцова и др., 2016).

Кроме зернофуражного направления стоит также отметить использование ячменя в пищевой и пивоваренной промышленности. Зерно ячменя применяется в качестве сырья для производства пива, выработки

круп, суррогатов кофе, применяется в фармацевтической промышленности. Пивоваренные сорта ячменя богаты активными ферментами – амилазой, пероксидазой, протеазой и др. В составе зерна ячменя находятся необходимые для здоровья человека водорастворимые витамины группы В, жирорастворимые витамины А, D, Е, а также разнообразие полезных макро- и микроэлементов (марганец, селен, кремний, фосфор, калий, кальций, бром, медь, магний, сера, цинк, кобальт, хром, фтор и др.) (Филиппов и др., 2014).

Сохранение и повышение урожайности и качественных показателей зерна являются приоритетной задачей селекции. Поэтому создание сортов ярового ячменя, которые способны наиболее продуктивно использовать технологические и природно-климатические факторы для формирования урожайности, является основной задачей на сегодняшний день (Филиппов и др., 2014).

В связи с этим цель работы заключалась в проведении оценки сортов ярового ячменя по параметрам экологической пластичности и стабильности урожайности к изменениям условий.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в отделе селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2016–2018 гг. Объектом исследований послужили 10 сортов отечественной и зарубежной селекции ярового ячменя: Ратник (стандарт), Приазовский 9, Сокол, Новик, Щедрый, Леон, Грис (ФГБНУ «АНЦ «Донской») – РФ; Одесский 22, Вакула (СГИ НЦСИС) – Украина; Thessa (KWS-Lohow), Грейс (BAYWA AG) – Германия. Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – двукратная, норма высева – 500 всхожих зерен на 1 м².

Оценку и учетные наблюдения изучаемых сортов осуществляли по Методике государственного сортоиспытания с.-х. культур (1989).

Математическую обработку результатов исследований проводили согласно методике Б. А. Доспехова (1985).

В исследовании применяли методику S. A. Eberchart, W. A. Rassel (1966) в редакции В. А. Зыкина (2005).

Результаты и их обсуждение. В годы проведения исследований погодные условия характеризовались значительными отклонениями от средних многолетних данных. Так, в условиях 2016 и 2017 гг. наблюдалось повышенное количество осадков в период весенней вегетации в сравнении со средними многолетними показателями, что выразилось в наибольших значениях урожайности за годы исследований. Стоит также отметить засуху весенне-летний периода 2018 г., которая в значительной мере снизила урожайность. Такой контраст позволил более точно оценить экологическую пластичность изучаемых сортов и выделить наилучшие по этому показателю сорта ярового ячменя.

Для выявления значимости факторов в формировании урожайности проводили дисперсионный анализ, который позволил корректно провести расчет параметров экологической пластичности.

Основное влияние на формирование урожайности в годы проведения исследований (2016–2018 гг.) показал фактор «год» – 94,9%, что свидетельствует о том, что урожайность изучаемых сортов за годы исследования сильно варьировала под воздействием

условий внешней среды. Факторы «сорт» (3,4%) и их взаимодействие (1,7%) не оказали существенного влияния на урожайность за данный период времени.

По методике для вычисления пластичности изучаемых сортов рассчитывается коэффициент линейной регрессии (b_i), показывающий изменение урожайности сортов под воздействием условий выращивания. Данный показатель может отражать значения меньше и больше 1 либо быть равным 1. При значении коэффициента $b_i > 1$ сорт выделяется большей отзывчивостью на изменение условий выращивания. Такие сорта дают максимум отдачи при высоком уровне агротехники. При значении $b_i < 1$ сорт реагирует слабо на изменение условий среды по сравнению с остальными изучаемыми сортами. Используя экстенсивный фон, такие сорта дадут наибольшую отдачу с минимальными затратами на производство. Если коэффициент линейной регрессии $b_i = 1$, урожайность сорта соответствует изменению условий выращивания (Рыбась, 2016; Рыбась и др., 2018).

Более подробную информацию реакции сортов на изменяющиеся условия внешней среды показывают линии регрессии урожайности при изменении условий выращивания. Средняя по опыту (\bar{x}) с коэффициентом регрессии, равным 1, и с индексом условий среды 0 наглядно показывает на варьирование урожайности по отношению к ней, при этом фиксируя среднюю по опыту – 5,4 т/га (рис. 1).

Наклон линий регрессии демонстрирует полную информацию влияния изменений условий выращивания на урожайность изучаемых сортов по сравнению со средней по опыту. Сорта Новик, Вакула, Леон со средней урожайностью, уступающей средней по опыту, представлены тремя нижними линиями относительно средней по опыту. Щедрый, Грис, Thessa, Грейс сформировали урожайность выше средней по опыту, поэтому их линия регрессии находится выше. Сокол и Приазовский 9 находятся на пересечении ординаты средней по опыту, что объясняется более высоким уровнем урожайности этих сортов по сравнению со средней при благоприятных условиях среды.

Коэффициент линейной регрессии b_i позволил определить пластичность изучаемых сортов, разделив их на отзывчивые и менее отзывчивые при изменяющихся условиях выращивания. Сорта Сокол ($b_i = 1,01$) и Леон ($b_i = 1,07$) при средней урожайности за годы исследования выделились как пластичные, изменение показателей у сортов соответствует внешним условиям: при благоприятном агрофоне они высокие, при низком – снижают свои показатели урожайности. Одесский 22 ($b_i = 0,43$) и Ратник ($b_i = 0,78$) характеризуются низкой отзывчивостью на улучшение условий выращивания, но дают стабильный урожай при неблагоприятных погодных условиях.

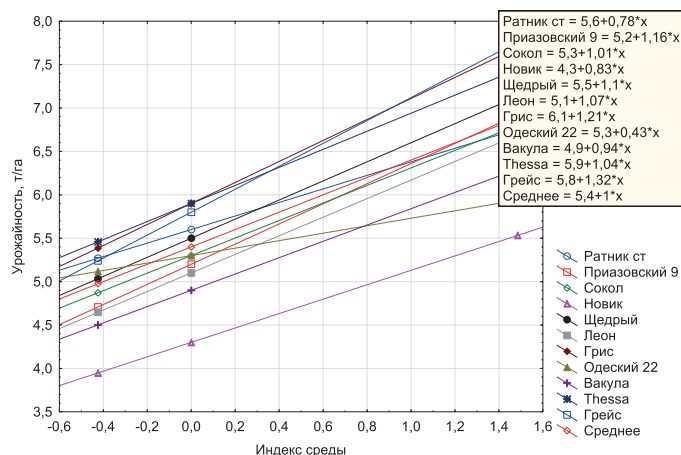


Рис. 1. Линии регрессии урожайности сортов ярового ячменя (среднее за 2016–2018 гг.)

Fig. 1. Lines of yield decrease of spring barley varieties (average in 2016–2018)

Сорта Грейс ($b_i = 1,32$) и Приазовский 9 ($b_i = 1,16$) характеризуются высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания. Данные сорта могут показать высокий урожай при благоприятных условиях выращивания, однако в условиях жесткого стресса они снижают свою урожайность. Грис показал наивысшую среднюю урожайность по отношению к другим сортам (6,1 т/га). Он имеет показатель $b_i = 1,21$, что также характеризует его как сорт с высокой отзывчивостью на

улучшение условий выращивания, однако в отличие от сортов Грейс и Приазовский 9 он в условиях жесткой засухи 2018 г. показал высокую урожайность (4,6 т/га), уступив только сорту Щедрый (4,8 т/га). Также стоит отметить Щедрый и Thessa, формировавшие высокую среднюю урожайность – 5,5 и 5,9 т/га соответственно, которые относились к пластичным ($b_i = 1,10$ и $1,04$).

Показатель σ^2d характеризует стабильность сорта в различных условиях среды (табл. 1).

1. Урожайность и показатели экологической пластичности сортов ярового ячменя (2016–2018 гг.) 1. Productivity and indicators of ecological plasticity of spring barley varieties (2016–2018)

Сорта	Годы исследований			Средняя урожайность, т/га	Параметры адаптивности	
	2016	2017	2018		b_i	σ^2_d
Ратник, ст.	6,0	6,6	4,2	5,6	0,78	0,88
Приазовский 9	4,5	7,0	4,1	5,2	1,16	0,07
Сокол	4,6	6,9	4,4	5,3	1,01	0,12
Новик	3,6	5,6	3,7	4,3	0,83	0,21
Щедрый	4,4	7,3	4,8	5,5	1,10	0,66
Леон	4,1	6,8	4,4	5,1	1,07	0,51
Грис	6,0	7,7	4,6	6,1	1,21	0,00
Одесский 22	6,2	5,7	4,0	5,3	0,43	1,94
Вакула	3,9	6,4	4,3	4,9	0,94	0,54
KWS-Thessa	6,0	7,4	4,4	5,9	1,04	0,44
Грейс	5,4	7,8	4,3	5,8	1,32	0,03
X_{cp}	5,4					
HCP_{05}	1,71					$F_{ф>F_{т}}$

При анализе коэффициента стабильности было выявлено, что все сорта являются стабильными: наиболее стабильным был сорт Грис ($\sigma^2d = 0,00$), а самым нестабильным – Одесский 22 ($\sigma^2d = 1,94$). Остальные изучаемые образцы занимали промежуточное положение ($\sigma^2d = 0,03 - 0,88$).

Выводы. Проведенная оценка экологической пластичности позволила ранжировать сорта ярового ячменя на пластичные и отзывчивые к условиям

внешней среды. Грис, Грейс и Приазовский 9 выделились как наиболее отзывчивые на улучшение условий выращивания. Кроме этого, сорт Грис отмечен как наиболее стабильный из всех изучаемых сортов. Одесский 22 и Ратник дают стабильный урожай и рекомендуются для возделывания при неблагоприятных условиях внешней среды. Щедрый и Thessa проявили себя как пластичные с высокой средней урожайностью.

Библиографические ссылки

1. Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Терновская Е. А. Производство ячменя в мире и России // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 47–51.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
3. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: Изд-во БашГАУ, 2005. 100 с.
4. Рыбась И. А., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Иванисов М. М., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54.
5. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 5. С. 617–626.
6. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга». 2014. 208 с.

References

1. Doncova A. A., Filippov E. G., Doncov D. P., Ternovskaya E. A. Proizvodstvo yachmenya v mire i Rossii [Barley production in the world and in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 5. S. 47–51.
2. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 336 s.
3. Zykin V. A., Belan I. A., Yusov V. S. Metodika rascheta i ocenki parametrov ehkologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennykh rasteniy [Method of calculation and estimation of parameters of ecological plasticity of agricultural plants]. Ufa: Izd-vo BashGAU, 2005. 100 s.
4. Rybas' I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Ivanisov M. M., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Assessment of the parameters of adaptability of winter soft wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54.
5. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovykh kul'tur [Increase of adaptability in grain crop breeding] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. № 5. S. 617–626.
6. Filippov E. G., Alabushev A. V. Selekcija yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga". 2014. 208 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.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ СОРНЯКОВ

И. В. Фетюхин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID ID: 0000-0003-4975-8085;

А. А. Баранов, магистрант, ORCID ID: 0000-0002-0512-7532

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,

346493, Ростовская обл., Октябрьский р-н, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24; e-mail: fetuchin@yandex.ru

Низкая конкурентная способность культурных растений к сорнякам и высокая потенциальная засоренность почвы наиболее вредоносными сорняками являются самой актуальной причиной недобора урожайности зерновых колосовых культур. Предметом исследований явилась разработка интегрированных мер борьбы с сорняками на основании анализа структуры сорного компонента в посевах озимой пшеницы. Исследования показали, что малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности является преобладающим на исследуемом участке. На основании определения встречаемости видов сорняков установлено, что наибольшая доля малолетних сорняков в посевах озимой пшеницы представлена яруткой полевой, а многолетних – бодяком полевом. По результатам изучения ярусности агрофитоценоза, наибольшую вредоносность проявляют сорняки, находящиеся в верхнем ярусе в период колошения озимой пшеницы, – бодяк полевой и марь белая; в этот период в среднем и нижнем ярусах находились специализированные для озимой пшеницы сорняки – ярутка полевая, дескурайния Софии, яснотка стеблеобъемлющая. Для эффективной защиты посевов озимой пшеницы против сорных растений различных биологических групп, в том числе специализированных для культуры, предложены интегрированные меры борьбы с сорняками, предусматривающие сочетание предупредительных, фитоценотических, механических и химических мер. Установлено, что при смешанном типе засоренности и численности сорняков в посевах озимой пшеницы 32,2 шт./м² наблюдается экономический порог вредоносности, что определяет необходимость применения интегрированных мер борьбы с сорняками. Внедрение разработанных мер борьбы с сорняками обеспечивает повышение уровня рентабельности возделывания озимой пшеницы на 15...20%.

Ключевые слова: сорняки, порог вредоносности, озимая пшеница, агрофитоценоз, интегрированная защита.



INTEGRATED PROTECTION OF WINTER WHEAT FROM WEEDS

I. V. Fetyukhin, Doctor of Agricultural Sciences, professor, ORCID ID: 0000-0003-4975-8085;

A. A. Baranov, Master's Degree student, ORCID ID: 0000-0002-0512-7532

FSBEI HE "Donskoy State Agricultural University",

346493, Rostov region, Oktyabrsky district, v. Persianovsky, Krivoshlykov Str., 24; e-mail: fetuchin@yandex.ru

The low resistance of plants to weeds and the high potential contamination of the soil by the most harmful weeds is the most important reason for the shortage of the crop yield. The subject of research was the development of integrated weed control measures based on the analysis of the structure of the weed component in winter wheat. The study has shown that infestation with juvenile and offset weeds of is predominant in the studied area. Due to the occurrence of weeds, it was found that the largest proportion of juvenile weeds in winter wheat sowings is represented by penny cress (*Thlaspi*), and the perennial weeds are represented by Canadian thistle (*Cirsium arvense*). According to the study results of the agrophytocenosis, such weeds as Canadian thistle (*Cirsium arvense*) and goosefoot (frost blite) are the most harmful in the upper layer during winter wheat earing period. During this period in the middle and lower layers there were such weeds specific for winter as penny cress (*Thlaspi*), flaxweed (herb-Sophia) and henbit dead-nettle (common henbit). There has been proposed a combination of preventive, phytocenotic, mechanical and chemical measures for weed control to protect winter wheat crops against weeds of various biological groups, including those specialized for the very crops. It has been established that with a mixed type of weed infestation and 32.2 pcs/m² of weeds in winter wheat crops, there is an economic threshold of harmfulness, which determines the necessity to apply integrated weed control measures. The introduction of the developed measures to control weeds provides an increase in profitability level of winter wheat cultivation on 15...20%.

Keywords: weeds, level of harmfulness, winter wheat, agrophytocenosis, integrated protection.

Введение. Исторически сложилось, что в Ростовской области ведущим направлением в растениеводческой отрасли является выращивание зерновых культур. Ежегодно регион входил в пятерку крупнейших производителей зерна в России. В 2017 г. Ростовская область завершила уборку зерновых с рекордным урожаем: собрано более 12 млн т зерна. Таким образом, регион занял первое место в России. Однако средняя урожайность зерновых культур, составившая чуть более 4 т с гектара, – это не предел и свидетельствует о значительных возможностях повышения потенциальной продуктивности культур в почвенно-климатических условиях Ростовской области.

Ежегодные потенциальные потери урожая зерна от сорных растений в России составляют около 10–15 млн т. В зависимости от видового состава, плотности заселения, продолжительности конкурентных взаимоотношений культуры с сорняками урожайность зерна снижается до 70%. Низкая конкурентная

способность культурных растений к сорнякам и высокая потенциальная засоренность почвы являются наиболее актуальной причиной недобора урожайности зерновых колосовых культур. В настоящее время для производственного применения широко используют интегрированную защиту посевов от сорных растений (Баздырев, 2002).

Таким образом, уничтожение сорной растительности является одним из важнейших резервов рационального использования земли в земледелии, повышения потенциальной урожайности и качества озимой пшеницы, что определяет актуальность выбранной темы исследования.

Материалы и методы исследований. Целью данной работы явились изучение структуры сорного компонента посевов озимой пшеницы и разработка интегрированных мер борьбы с сорняками.

Исследования проводили в производственных посевах на территории ООО «Донская степь»

в 2017–2018 гг. Предприятие расположено в Октябрьском районе в приазовской сельскохозяйственной зоне Ростовской области.

Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным, *теплым, кратковременно промерзающим*. Территория хозяйства относится к умеренно жаркому району с гидротермическим коэффициентом 0,7–0,8.

Исследования проводили по стандартным методикам (Фетюхин и др., 2018). Засоренность посевов определяли количественным методом, ярусность сорняков – по методу А. И. Мальцева. Встречаемость рассчитывали по формуле (1):

$$R = \frac{m \cdot 100}{n}, \quad (1)$$

где R – встречаемость данного вида, %; m – число пробных площадок, на которых данный вид встре-

чается; n – общее число взятых для исследований пробных площадок.

Результаты и их обсуждение. Объективная оценка засоренности сельскохозяйственных угодий, определение видового состава и уровня распространения сорных растений представляют важнейший элемент интегрированной защиты культурных растений от их конкурентов и позволяют более обоснованно и всесторонне планировать систему борьбы с сорняками.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что в посевах озимой пшеницы сорные растения представлены двумя биологическими группами: малолетние двудольные (яснотка стеблеобъемлющая, марь белая, амброзия полыннолистная, дескурайния Софии, ярутка полевая) и многолетние корнеотпрысковые сорняки (вьюнок полевой, бодяк полевой).

1. Определение балла и типа засоренности в посевах озимой пшеницы 1. Determination of the degree and the type of weed infestation of winter wheat

Биологическая группа сорных растений	Виды сорняков	Среднее число сорняков, шт./м ²	Балл засоренности	Тип засоренности
Малолетние	Яснотка стеблеобъемлющая	6,8	III	Малолетне-корнеотпрысковый
	Марь белая	5,2		
	Амброзия полыннолистная	5,8		
	Дескурайния Софии	2,0		
	Ярутка полевая	5,8		
Корнеотпрысковые	Бодяк полевой	3,8		
	Вьюнок полевой	2,8		

По данным учета установлено, что преобладающим типом засоренности в посевах озимой пшеницы был малолетне-корнеотпрысковый. Общая численность сорняков всех биологических групп в посевах озимой пшеницы составила 32,2 шт./м², что соответствует III баллу засоренности. В посевах озимой пшеницы наиболее существенный уровень засоренности составляют малолетние сорные растения (25,6 шт./м²); многолетние виды составили 20% от общего числа сорняков (6,6 шт./м²).

В исследуемых посевах произрастают, как правило, многие виды сорняков, что нередко приводит

к необходимости определения частоты встречаемости того или иного вида в конкретном полевом сообществе. По результатам исследований установлено, что в посевах озимой пшеницы наибольшая встречаемость отмечается малолетних сорняков (в среднем 73%, из них наиболее часто встречалась ярутка полевая – 90%), таких как специализированный зимующий сорняк и амброзия полыннолистная (85%). Встречаемость многолетних видов сорняков составила в среднем 57%, а наиболее часто встречался бодяк полевой (60%). Средняя встречаемость по всем видам составила 68% (табл. 2).

2. Встречаемость видов сорных растений в посевах озимой пшеницы 2. Occurrence rate of weeds in winter wheat

Видовой состав сорняков	Число пробных площадок, на которых данный вид встречается	Общее число пробных площадок	Встречаемость, %
Яснотка стеблеобъемлющая	15	20	75
Марь белая	15		75
Амброзия полыннолистная	17		85
Дескурайния Софии	8		40
Ярутка полевая	18		90
Бодяк полевой	12		60
Вьюнок полевой	11		55
Среднее	13,7		68,5

Таким образом, на основании определения встречаемости видов сорняков установлено, что наибольшая доля малолетних сорняков в посевах озимой пшеницы представлена яруткой полевой, а многолетних – бодяком полевым.

Под ярусностью сообщества полевых растений понимают распределение надземных органов сорняков над уровнем почвы в сравнении с высотой культурного растения. Обычно ярусность рассматривают как один из показателей структуры полевого сообщества, который характеризует посевы в фитоценоотическом аспекте. В то же время ярусность характеризует

и обилие сорняков, дает представление о мощности их развития, а также степени вредоносности.

Как показали исследования ярусности сорняков, в период всходов озимой пшеницы в нижнем ярусе преобладали специализированные зимующие и озимые сорняки дескурайния Софии, ярутка полевая и яснотка стеблеобъемлющая (табл. 3). В фазу кушения в верхнем ярусе находилась ярутка полевая, а в среднем – бодяк полевой, дескурайния Софии и яснотка стеблеобъемлющая. В этот период припочвенный ярус был представлен малолетними яровыми поздними видами – амброзией полыннолистной и марью белой.

3. Ярусность сорняков в посевах озимой пшеницы 3. Weeds layering in winter wheat

Ярус	Высота яруса сорняков по отношению к культуре	Состояние, развитие сорняков и фаза роста культуры	Видовой состав сорняков
IV Верхний	Превосходят по высоте культуру	<i>Всходы</i>	Нет
		<i>Кущение</i>	Ярутка полевая
		Растения набирают вегетативную массу	
		<i>Колошение</i>	Бодяк полевой Марь белая
III Средний	Не превышают культуру, ниже 1/2 высоты	<i>Всходы</i>	Нет
		<i>Кущение</i>	Бодяк полевой Дескурайния Софии Яснотка стеблеобъемлющая
		Растения набирают вегетат. массу, начало цветения	
		<i>Колошение</i>	Амброзия полыннолистная Ярутка полевая
II Нижний	Не достигают 1/2 высоты культуры	<i>Всходы</i>	Дескурайния Софии Ярутка полевая Яснотка стеблеобъемлющая
		<i>Кущение</i>	Нет
		Растения набирают вегетативную массу	
		<i>Колошение</i>	Хорошо развитые растения, стебли восходящие
I Припочвенный	Ниже 8–10 см от поверхности почвы	<i>Всходы</i>	Нет
		<i>Кущение</i>	Амброзия полыннолистная Марь белая
		Растения набирают вегетативную массу	
ВН Внеярусный	Вьющиеся и цепляющиеся	<i>Колошение</i>	Нет
		<i>Кущение – колошение</i>	Вьюнок полевой

В фазу колошения бодяк полевой и марь белая превосходили по высоте культуру, а в среднем ярусе находились амброзия полыннолистная и ярутка полевая. В нижнем ярусе в этот период наблюдали дескурайнию Софии и яснотку стеблеобъемлющую. В период кущения – колошения вне яруса наблюдали корнеотпрысковый сорняк вьюнок полевой.

Таким образом, по результатам изучения ярусности агрофитоценоза наибольшую вредоносность проявляют сорняки, находящиеся в верхнем ярусе в период колошения озимой пшеницы – бодяк полевой и марь белая. В этот период в среднем и нижнем ярусах находились специализированные для озимой пшеницы сорняки – ярутка полевая, дескурайния Софии и яснотка стеблеобъемлющая.

Проведенный анализ структуры сорного компонента озимой пшеницы лег в основу разработки интегрированных мер борьбы с сорняками.

Севооборот составляет основу борьбы с сорняками. Чередование культур с различными особенностями агротехники позволяет более эффективно использовать механические и химические приемы, ликвидировать сорняки различных биологических групп на отдельных полях и в севообороте в целом.

На исследуемом участке получил распространение пятипольный зернопропашной полевой севооборот: яровой ячмень – озимая пшеница – озимая пшеница – кукуруза на зерно – подсолнечник. Таким образом, озимая пшеница размещена повторно по колосовым предшественникам (2–3 года). С точки зрения научных основ севооборота, размещение озимой пшеницы в повторном посеве по непаровому предшественнику недопустимо. Данное звено севооборота приводит к ухудшению фитосанитарного состояния посевов и увеличению затрат на применение пестицидов. Кроме этого, в агрофитоценозах интенсивно распространяются, прежде всего, специализированные для озимой пшеницы сорняки – ярутка полевая, дескурайния

Софии и яснотка стеблеобъемлющая. Размещение озимой пшеницы по колосовым предшественникам два года подряд вызывает накопление и распространение возбудителей болезней, например, фузариоза, мучнистой росы; способствует массовому развитию хлебной жужелицы, хлебных пилильщиков и др.

Значительную роль в предупреждении распространения сорных растений в агрофитоценозе озимой пшеницы играют предупредительные мероприятия, в частности: карантинные мероприятия, предупреждающие проникновение на посевы ранее не встречавшихся сорняков; обкашивание краев полей и участков несельскохозяйственного пользования до обсеменения сорняков; своевременное скашивание зерновых культур на высоте до 10 см; регулировка уборочной техники, предотвращение потерь урожая и рассева семян сорняков; очистка транспортных средств при переезде на новые поля; очистка посевного материала и др. Соблюдение этих мер позволит снизить засоренность посевов и сократить затраты на проведение истребительных мероприятий (Захаренко В. А. и Захаренко А. В., 2007).

В целях сокращения отрицательного влияния предшественника на фитосанитарное состояние посевов подготовка почвы под посев озимой пшеницы начинается с измельчения и тщательной заделки пожнивных остатков. Учитывая опасность сорняков и падалицы, следует предусматривать наряду с агротехническими приемами применение гербицидов.

Так как в борьбе с сорняками малолетнего типа засорения мероприятия направлены на уничтожение надземных органов сорняков до их обсеменения, а также на провоцирование прорастания семян в верхнем слое почвы и последующее уничтожение проросших растений механическим или химическим методом, очень важно подобрать приемы, обеспечивающие условия для прорастания максимального количества семян. В условиях неустойчивого увлажнения лушение под озимую пшеницу необходимо проводить одновременно

с уборкой предшественника или непосредственно после нее на глубину 8–10 см дисковыми луцильниками.

В системе послеуборочной подготовки почвы под озимую пшеницу в период активного роста сорняков (преимущественно многолетних) целесообразно использование гербицидов на основе глифосата. После пропашных культур поля дискую и культивируют на глубину посева семян.

Для эффективной борьбы с малолетне-корнеотпрысковым типом засорения после уборки раноубираемых предшественников проводят дискование на глубину 8–10 см сразу после уборки и повторное дискование через 2–3 недели тяжелыми дисковыми боронами на глубину 12–14 см (Захаренко В. А. и Захаренко А. В., 2007).

Повышению конкуренции озимой пшеницы в агрофитоценозе способствует качественное выполнение технологии посева высококачественными семенами в оптимальные сроки при соблюдении нормы высева и глубины заделки семян.

Весной, при физической спелости почвы, эффективным методом механической борьбы с малолетними яровыми ранними (в фазе белых нитей), а также вегетирующими зимующими и озимыми сорняками является боронование легкими или средними игольчатыми боронами. Данный прием обеспечивает также улучшение водно-физических свойств почвы, что стимулирует развитие растений и повышает конкурентоспособность с сорняками в агрофитоценозе.

Весной при наступлении экономического порога вредности сорняков в период от кущения и до появления 1-го междоузлия рекомендуется обработка гербицидами против малолетних двудольных и многолетних корнеотпрысковых сорняков, в том числе устойчивых к 2,4-Д и МЦПА (Диален супер (0,6–0,8 л/га), Магnum супер (12 г/га), Деметра (0,43–0,57 л/га) и др.).

Интегрированная защита растений обеспечивает экономии материальных и денежных средств, сокращает кратность химических обработок и общую обрабатываемую гербицидами площадь. В результате внедрения интегрированных мер борьбы с сорняками хозяйства получают прибавку урожая и дополнительную прибыль, а израсходованные на защиту растений химические средства имеют значительную окупаемость.

По данным урожайности, полученной в хозяйстве, и соответствующего уровня засоренности, а также

с использованием данных других источников (Шпаар и др., 1998) были определены пороги вредности сорных растений и уравнение регрессии (2), описывающее зависимость урожайности зерновых колосовых культур от количества сорняков

$$y = 0,0002x^2 + 0,0192x + 0,0547 (R^2=0,947). \quad (2)$$

Расчет потерь урожая показал, что при смешанном типе засоренности в посевах озимой пшеницы 32,2 шт./м² наблюдается экономический порог вредности, а потери урожая составят 0,81 т/га.

Оценка экономической эффективности внедрения интегрированных мер борьбы с сорняками в посевах озимой пшеницы свидетельствуют, что наибольшие затраты сложились в варианте с использованием интегрированных мер и составили 24 247 руб./га. Себестоимость продукции в соответствии с этим наименьшая при использовании разработанных мероприятий (4440,8 руб./т). Наибольший уровень рентабельности получен при интегрированных мерах борьбы с сорняками в посевах озимой пшеницы (101,8%), наименьший (84,1%) – при традиционной технологии, что свидетельствует о нецелесообразности проведения всего комплекса мероприятий по борьбе с сорняками при состоянии посевов на уровне экономического порога вредности.

Выводы. При организации борьбы с сорняками в посевах зерновых колосовых культур необходим их точный количественный и качественный учет. При принятии решения о применении истребительных мероприятий необходимо учитывать порог вредности. При смешанном типе засоренности в посевах озимой пшеницы 32,2 шт./м² наблюдается экономический порог вредности, что определяет необходимость применения интегрированных мер борьбы с сорняками.

Для эффективной защиты посевов озимой пшеницы против малолетних и многолетних видов сорных растений, в том числе специализированных для культуры, рекомендуется внедрение интегрированной защиты растений, предусматривающей сочетание предупредительных, фитоценологических, механических и химических мер.

Применение интегрированных мер борьбы с сорняками обеспечит повышение уровня рентабельности возделывания озимой пшеницы на 15–20%.

Библиографические ссылки

1. Баздырев Г. И. Агроэкологические основы интегрированной защиты полевых культур от сорных растений на равнинных и склоновых землях // Известия ТСХА. 2002. Вып. 1. С. 15–35.
2. Захаренко В. А., Захаренко А. В. Борьба с сорняками в посевах зерновых колосовых культур // Защита и карантин растений. 2007. № 2. 45 с.
3. Фетюхин И. В., Авдеенко А. П., Авдеенко С. С., Черненко В. В., Рябцева Н. А. Методы учета структуры сорного компонента в агрофитоценозах: учеб. пособие. Персиановский: Донской ГАУ, 2018. 76 с.
4. Шпаар Д., Постников А., Крацш Г., Маковски Н. Возделывание зерновых. М.: Аграрная наука, ИК «Родник», 1998. 336 с.

References

1. Bazdyrev G. I. Agroekologicheskie osnovy integrirovannoy zashchity polevyh kul'tur ot sornyh rastenij na ravninnyh i sklonovyh zemlyah [Agro-environmental basis of integrated protection of field crops from weeds on flat and sloping lands] // Izvestiya TSKHA. 2002. Vyp. 1. S. 15–35.
2. Zaharenko V. A., Zaharenko A. V. Bor'ba s sornyakami v posevah zernovyh kolosovyh kul'tur [Weed control in grain crops] // Zashchita i karantin rastenij. 2007. № 2. 45 s.
3. Fetyuhin I. V., Avdeenko A. P., Avdeenko S. S., Chernenko V. V., Ryabceva N. A. Metody ucheta struktury sornogo komponenta v agrofytocenozah: uchebnoe posobie [Accounting methods for the structure of the weed component in agrophytocenosis: a textbook]. Persianovskij: Donskoj GAU, 2018. 76 s.
4. Shpaar D., Postnikov A., Kracsh G., Makovski N. Vozdelyvanie zernovyh [Grain crops breeding]. M.: Agrarnaya nauka, IK "Rodnik", 1998. 336 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 633.11:631.531.1

DOI 10.31367/2079-8725-2019-61-1-10-13

УРОЖАЙНЫЕ, СОРТОВЫЕ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕПРОДУКЦИИ

Г. А. Филенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;

Д. М. Марченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Ю. Г. Скворцова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства и семеноведения, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

Н. С. Кравченко¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

Е. В. Фирсова², аспирант, ORCID ID: 0000-0002-7519-2719

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

²ФГБОУ ВО «Азово-Черноморский инженерный институт Донской ГАУ»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Озимая пшеница является одной из важнейших продовольственных культур в Ростовской области, ценность зерна которой определяется высоким содержанием белка, жира, углеводов и т. д. Установлено, что в процессе репродуцирования сортов озимой пшеницы в результате механического, биологического засорения увеличения уровня поражения болезнями, передаваемыми через семена, происходит постепенное ухудшение сортовых и посевных качеств семян. Цель исследований – выявить динамику изменения урожайных, сортовых и посевных качеств семян озимой пшеницы различных репродукций. Материалом для исследования являлись оригинальные семена (ОС) питомников размножения первого (ПР-1) и второго годов (ПР-2), суперэлиты (С/Э), элитных семян (ЭС) и первой репродукции (РС-1) сорта озимой пшеницы Лидия. Установлено, что наибольшие урожайность и крупность семян были получены в питомнике размножения первого года (ПР-1), наименьшие – у репродукционных семян (РС-1). Изучение посевных качеств семян в зависимости от их категорий позволило выявить, что при репродуцировании происходило снижение показателей энергии прорастания с 95 до 89%, лабораторной всхожести – с 99–94% и силы роста – с 93 до 85%. Выявлено, что содержание массовой доли белка и клейковины в семенах также снижается в процессе репродуцирования семян.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, репродукция, посевные и биохимические показатели, урожайность, масса 1000 семян.



PRODUCTIVE, VARIETAL AND SOWING TRAITS OF WINTER WHEAT SEEDS DEPENDING ON REPRODUCTION

G. A. Filenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of primary seed-growing and seed study, ORCID ID: 0000-0003-4271-0003;

D. M. Marchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of winter wheat breeding and seed-growing department, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

Yu. G. Skvortsova¹, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of primary seed-growing and seed study, ORCID ID: 0000-0002-1490-2422;

N. S. Kravchenko¹, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

E. V. Firsova², post graduate student, ORCID ID: 0000-0002-7519-2719

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

²FSBEI HE "Azov-Blacksea Engineering Institute, Donskoy SAU",
347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

Winter wheat is one of the most important food crops in the Rostov region. Grain value is determined by the high percentage of protein, oil, carbohydrates, etc. It has been established that in the reproduction of winter wheat varieties there is a gradual deterioration of the varietal and sowing traits of seeds as a result of mechanical, biological contamination, and an increase in the damage caused by the diseases transmitted through seeds. The purpose of research is to identify the changing dynamics in productive, varietal and sowing traits of winter wheat seeds of various reproductions. The material for the study was the original seeds (OS) of breeding nurseries of the first (BN-1) and the second (BN-2), super-basic (S/B), basic seeds (BS) and the first reproduction (BN-1) of the winter wheat variety "Lydia". It was established that the largest yield and seed size was obtained in the first-year breeding nursery (BN-1), the smallest yield and seed size was produced by the reproduction seeds (BN-1). The study the sowing traits of seeds, depending on their categories, made it possible to reveal that during reproduction, germination energy reduced from 95 to 89%, laboratory germination decreased from 99–94% and growth forces reduced from 93 to 85%. It was found out that the percentage of protein and gluten in the seeds also decrease in the process of seed reproduction.

Keywords: winter soft wheat, reproduction, sowing and biochemical indicators, productivity, 1000-kernel weight.

Введение. Качественные семена зерновых колосовых культур должны в полной мере отвечать требованиям стандарта на сортовые и посевные качества. Это неперемное условие, которое обеспечивается необходимой технологией семеноводства. Ведение

семеноводства озимой пшеницы основывается на представлении о процессах воспроизводства сорта – оригинальных семян, элите и репродукциях, а также об изменении сортовой чистоты семян при их пересевах (Потапова, 2006; Тимошенкова, 2017).

В процессе размножения и производственного использования хозяйственно ценные признаки и свойства сорта постепенно ухудшаются в результате механического засорения, переопыления другими сортами, расщепления, появления мутаций, увеличения заболеваемости растений и других причин, из-за которых у сорта постепенно ухудшаются и урожайные, сортовые и посевные качества. Поэтому без правильного ведения первичного семеноводства вообще нельзя сохранять и поддерживать длительное время высокие сортовые и посевные качества семян (Алабушев, 2016).

Поиск наиболее рациональной организации первичного семеноводства зерновых колосовых культур в рыночных условиях должен проходить одновременно с увеличением устойчивого производства оригинальных, элитных и репродукционных семян при сохранении генетической чистоты. В связи с этим возникает необходимость периодической замены сортовых семян, находящихся в производстве, на более новые, высококачественные семена высоких категорий тех же сортов, то есть проводить сортообновление (Малкандуев, 2017).

Качество оригинальных семян в значительной степени предопределяет ценность семян последующих репродукций, которые используются в хозяйствах для получения элитных семян. Поэтому без правильного ведения первичного семеноводства вообще нельзя сохранять и поддерживать длительное время высокие сортовые и посевные качества семян.

Цель исследований – выявить динамику изменения урожайных, сортовых и посевных качеств семян озимой пшеницы различных репродукций.

Материалы и методы исследований. Научные исследования проводили на полях лаборатории первичного семеноводства и семеноведения ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2016–2018 гг. Материалом для исследования послужили оригинальные семена (ОС) питомников размножения первого (ПР-1) и второго годов (ПР-2), суперэлита (С/Э), семена элиты (ЭС), первой репродукции (РС-1) сорта озимой пшеницы Лидия. Технология выращивания – общепринятая для южной зоны Ростовской области. Посев проводили сеялкой ССФК-7 в оптимальные агротехнические сроки. Площадь учетной делянки – 10 м², повторность – трехкратная, предшественник – черный пар. Исследования проводили на черноземе обыкновенном карбонатном тяжелосуглинистом со следующими агрохимическими

показателями пахотного слоя почвы: рН – 7,1; гумус – 3,5%; P₂O₅ – 20–25; K₂O – 300–350 мг/кг. Закладку полевых опытов проводили согласно методике полевого опыта (Доспехов, 1985). Посевные качества семян определяли в соответствии с действующим ГОСТ 12038-84, массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80. Силу роста определяли морфофизиологическим методом оценки проростков. Показатели качества зерна (натурная масса зерна, массовая доля белка, количество клейковины, содержание крахмала и влажность зерна) определяли на приборе INFRATEC. Уборку делянок осуществляли в период полного созревания зерна комбайном Wintersteiger Classic. Очистку семян проводили на сеяноочистительной машине Petkus K 531 с верхним решетом 5,0 мм, нижним – 2,4 мм. Статистическая обработка данных проведена с использованием компьютерной программы Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Семена – носители биологических и хозяйственных свойств растений, поэтому от их качества при посеве зависят величина и качество получаемого урожая. Урожайные, сортовые и посевные качества оригинальных и элитных семян являются центральным вопросом первичного семеноводства, что в значительной мере предопределяет ценность семян последующих репродукций.

Одним из необходимых условий получения дружных и полноценных всходов с оптимальной густотой стояния является использование на посев высококачественных семян. В результате исследований было выявлено, что формирование густоты стояния озимой мягкой пшеницы незначительно зависело от репродукции. Имеющиеся отклонения не подчинялись определенным закономерностям во все годы исследований. Наибольшая полевая всхожесть и сохранность растений к полной спелости отмечались в питомниках размножения (ОС) первого (ПР-1) и второго годов (ПР-2), где посев проводили более крупными семенами (48,7–47,8 г) (табл. 1).

Высокая продуктивность – основной показатель ценности сорта озимой мягкой пшеницы, который обуславливается сложным сочетанием многих морфо-биологических и хозяйственно ценных признаков и свойств. В ходе исследований, было установлено, что наибольшая урожайность была получена в питомниках размножения оригинальных семян первого года (ПР-1) – 9,4 т/га и второго года (ПР-2) – 9,1 т/га (табл. 2).

1. Полевая всхожесть и изреживаемость посевов озимой мягкой пшеницы в зависимости от репродукции семян (2016–2018 гг.)

1. Field germination and thinness of winter soft wheat sowings depending on seed reproduction (2016–2018)

Репродукция	Масса 1000 зерен высеянных семян, г	Полные всходы		Сохранность к полной спелости		
		Число растений, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений, шт./м ²	% от числа всходов	% от числа высеянных семян
Оригинальные семена (ПР-1)	48,7	378	94,5	328	87,6	82,0
Оригинальные семена (ПР-2)	47,8	373	93,2	322	87,0	80,5
Оригинальные семена (суперэлита)	47,2	369	92,2	320	86,7	80,0
Элита (ЭС)	47,0	364	91,0	317	86,5	79,2
Репродукционные семена (РС-1)	46,9	358	89,5	310	86,3	77,5
НСР _{0,5}	1,2	9,0	2,6	10,0	0,8	0,4

2. Урожайность и сортовые качества семян озимой пшеницы в зависимости от репродукции (2016–2018 гг.)

2. Productivity and varietal traits of winter wheat seeds depending on reproduction (2016–2018)

Репродукция	Урожайность, т/га	Масса 1000 семян, г	Выход семян, %	Сортовая чистота, %
Оригинальные семена (ПР-1)	9,4	49,5	78,4	100
Оригинальные семена (ПР-2)	9,1	49,2	76,4	100
Оригинальные семена (суперэлита)	8,9	48,5	76,2	99,9
Элита (ЭС)	8,8	48,2	76,0	99,8
Репродукционные семена (РС-1)	8,5	47,6	73,8	98,7
НСР _{0,5}	0,5	0,2	0,9	0,2

Отмечено, что по мере репродуцирования сорта озимой пшеницы происходит снижение урожайности с каждой последующей репродукцией вследствие биологического и механического засорения, повреждения вредителями и болезнями, мутации растений. Существенные отличия были также выявлены и по такому показателю, как масса 1000 семян, где в процессе репродуцирования размах варьирования составил от 49,5 до 47,6 г. Более крупные семена были получены в питомниках (ПР-1) – 49,5 г; (ПР-2) – 49,2 г; суперэлита (С/Э) – 48,5 г. В среднем за годы изучения максимальный выход семян у сорта озимой пшеницы Лидия отмечался в питомниках первого (ПР-1) – 78,4% и второго годов размножения (ПР-2) – 76,4%, которые превысили значения репродукционных семян (РС-1) на 4,6–4,4% за счет крупности семян.

Согласно ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортотипы и посевные качества» сортотипы оригинальных и элитных семян должны составлять не менее 99,7%. Установлено, что с каждым последующим пересевом снижалась сортотипность семян со 100% у оригинальных семян (ПР-1) до 98,7% у репродукционных семян (РС-1) в результате постепенного накопления в них сортотипных

и видовых примесей из-за механического засорения.

Для посева очень важно иметь семена с высокими посевными качествами и урожайными свойствами. Под посевными качествами понимают совокупность свойств и признаков семян (чистота, всхожесть, энергия прорастания и др.), характеризующих степень их пригодности к посеву. Энергия прорастания – один из важнейших показателей, характеризующих дружность прорастания, влияющий на качество полевой всхожести семян. При сравнении значений показателей различных репродукций было выявлено, что энергия прорастания варьировала по репродукциям от 89 до 95%. При этом максимальные значения признака были отмечены у семян в питомнике размножения оригинальных семян первого и второго годов (ПР-1) и (ПР-2).

Лабораторная всхожесть в полной мере не отражает посевной ценности семян озимой пшеницы. Установлено, что показатели лабораторной всхожести варьировали в зависимости от репродукции от 94 до 99%, то есть разница составила 5%. Максимальные значения были получены у оригинальных семян первого года (ПР-1) – 99%, а минимальное значение этого показателя получено у репродукционных семян (РС-1) – 94% (табл. 3).

3. Посевные качества семян озимой пшеницы (2016–2018 гг.) 3. Sowing traits of winter wheat seeds (2016–2018)

Репродукция	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Жизнеспособность, %	Сила роста				
				количество, %	длина ростка, см	масса сухих ростков, г	длина корешка, см	масса сухих корешков, г
Оригинальные семена (ПР-1)	95	99	99	93	11,5	0,56	18,1	0,49
Оригинальные семена (ПР-2)	93	98	99	92	11,4	0,54	17,9	0,46
Оригинальные семена (суперэлита)	93	98	99	90	11,0	0,51	17,5	0,45
Элита (ЭС)	91	96	97	88	9,7	0,39	15,9	0,37
Репродукционные семена (РС-1)	89	94	96	85	9,4	0,33	15,4	0,35
НСР _{0,5}	1,0	1,3	0,6	1,6	0,5	0,03	0,3	0,01

В формировании урожая семян большое значение имеет их жизнеспособность. Жизнеспособность семян в питомнике размножения первого года (ПР-1) составила 99%, что на 3% выше, чем у репродукционных семян (РС-1). При воспроизводстве сорта происходит постепенное понижение значений показателей энергии прорастания, интенсивности начального роста и полевой всхожести, характеризующих жизнеспособность семян.

Качество семян характеризуется интенсивностью начального роста, то есть их силой роста. Согласно агрономическим требованиям семена озимой мягкой пшеницы, используемые для посева, должны иметь силу роста не менее 80%. Лучшие показатели силы роста были отмечены в питомнике размножения оригинальных семян первого (ПР-1) и второго годов (ПР-2). Несколько ниже они в питомнике размножения оригинальных семян суперэлита, семян элиты (ЭС) и достоверно ниже у репродукционных семян (РС-1).

Дальнейшие исследования показали, что по мере репродуцирования семян не только имеют различную способность прорасти и формировать всходы, но также образуют проростки различного качества. Наибольшая длина ростков семян и их сухая масса были получены в питомниках размножения первого (11,5 см и 0,56 г) и второго годов (11,4 см и 0,54 г). Наименьшая длина и масса сухих ростков отмечены у семян первой репродукции (РС-1).

Изменение длины корешков и их сухой массы подтвердило вышеуказанную закономерность изменения посевных качеств семян в зависимости от репродукций озимой мягкой пшеницы. Максимальное снижение этих показателей отмечено у репродукционных семян (РС-1) и составило 2,7 см и 0,12 г соответственно. Значение длины корешка варьировало от 18,1 до 15,4 см, масса сухих корешков изменялась от 0,49 до 0,37 г. При этом максимальные значения этих признаков получены у семян высших репродукций (ПР-1) и (ПР-2).

Одним из наиболее важных показателей качества зерна является содержание белка и клейковины, что определяет биологическую полноценность зерна (Кравченко, 2018). Выявлено, что при увеличении числа лет репродуцирования прослеживается тенденция к снижению содержания массовой доли белка с 13,59 до 13,35%, а количества клейковины – с 24,7 до 24,2% в зависимости от питомников размножения (табл. 4).

Проведенными исследованиями было установлено, что по мере репродуцирования сортотипных семян не выявлено значительных изменений в показателях содержания крахмала, натуре и общей стекловидности. В целом биохимические показатели являются сортотипными особенностями и могут изменяться в зависимости от конкретных условий года выращивания.

4. Показатели качества зерна озимой пшеницы в зависимости от репродукции (2016–2018гг.) 4. Indicators of quality of winter wheat grain depending on reproduction (2016–2018)

Репродукция	Массовая доля белка, %	Количество клейковины, %	Содержание крахмала, %	Натурная масса, г/л	Общая стекловидность, %
Оригинальные семена (ПР-1)	13,59	24,7	65,9	815	74,1
Оригинальные семена (ПР-2)	13,59	24,6	65,7	813	73,5
Оригинальные семена (суперэлита)	13,57	24,6	65,6	812	72,0
Элита (ЭС)	13,45	24,3	65,6	810	70,7
Репродукционные семена (РС-1)	13,35	24,2	65,5	806	70,1
НСП _{0,5}	0,2	0,3	0,2	3,0	0,6

Вывод. В процессе воспроизводства сорта озимой пшеницы Лидия происходило постепенное ухудшение хозяйственно ценных свойств и качеств семян вследствие механического и биологического засорения. В результате исследований установлено, что урожайные, сортовые и посевные показатели семян озимой мягкой пшеницы по мере репродукции снижаются от высших репродукций (ПР-

1 и ПР-2) к низшим репродукциям (РС-1). В связи с этим для повышения урожайных, сортовых и посевных качеств семян озимой пшеницы необходимо проводить периодическую замену сортовых семян низкого качества, возделываемых в производстве, на более высококачественные семена высоких категорий тех же сортов, то есть проводить сортообновление.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Ковтунов В. В., Ковтунова Н. А., Горпиниченко С. И. Семеноводство сорго зернового в Ростовской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016. № 1(50). С. 12–15.
2. Кравченко Н. С., Ионова Е. В., Вожжова Н. Н., Олдырева И. М. Качественные показатели зерна и муки сортов и линий озимой мягкой пшеницы // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 5. С. 6–10.
3. Малкандуев Х. А., Малкандуева А. Х., Шамурзаев Р. И., Гажева Р. А. Влияние репродукции семян на урожайность и качество озимой пшеницы // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2017. № 1(75). С. 129–131.
4. Потапова Г. Н. Влияние сорта и репродукции семян на формирование зерна озимой ржи // *Достижения сельскохозяйственной науки Урала – агропромышленному комплексу: сб. науч. трудов, посвященный 50-летию образования Уральского НИИСХ*. Екатеринбург, 2006. С. 64–70.
5. Тимошенко Т. А., Мухитов Л. А. Состояние и особенности семеноводства зерновых культур в условиях степи Оренбургского Предуралья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 3(65). С. 8–11.

References

1. Alabushev A. V., Kovtunov V. V., Kovtunova N. A., Gorpichenko S. I. Semenovodstvo sorogo zernovogo v Rostovskoj oblasti [Seed-growing of grain sorghum in the Rostov region] // *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka*. 2016. № 1(50). S. 12–15.
2. Kravchenko N. S., Ionova E. V., Vozhzhova N. N., Oldyreva I. M. Kachestvennye pokazateli zerna i muki sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy [Quality indicators of grain and flour of the winter soft wheat varieties and lines] // *Zernovoe hozyajstvo Rossii*. 2018. № 5. S. 6–10.
3. Malkanduev H. A., Malkandueva A. H., Shamurzaev R. I., Gazheva R. A. Vliyanie reproducirovaniya semyan na urozhajnost' i kachestvo ozimoy pshenicy [Effect of seed reproduction on yield and quality of winter wheat] // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN*. 2017. № 1(75). S. 129–131.
4. Potapova G. N. Vliyanie sorta i reprodukcii semyan na formirovanie zerna ozimoy rzi [The influence of variety and seed reproduction on the formation of winter rye kernels] // *Dostizheniya sel'skohozyajstvennoj nauki Urala – agropromyshlennomu kompleksu: sb. Nauch. trudov, posvyashchennyj 50-letiyu obrazovaniya Ural'skogo NIISKH*. Ekaterinburg, 2006. S. 64–70.
5. Timoshenkova T. A., Muhitov L. A. Sostoyanie i osobennosti semenovodstva zernovykh kul'tur v usloviyah stepi Orenburgskogo Predural'ya [The state and features of seed production of grain crops in the Orenburg Pre-Urals steppe] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. № 3(65). S. 8–11.

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.

НОВЫЙ БЕЛОЗЕРНЫЙ СОРТ СОРГО ЗЕРНОВОГО АТАМАН

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

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

О. А. Лушпина, агроном лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ORCID ID: 0000-0002-0325-1521;

Н. Н. Сухенко, агроном лаборатории селекции и семеноводства сорго зернового, ORCID ID: 000-0002-0856-6661;

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

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: kowtunow85@mail.ru

Создание и включение нового сорта в Государственный реестр селекционных достижений РФ являются значимым и эффективным средством повышения урожайности и улучшения качества зерна всех сельскохозяйственных культур. Целью наших исследований являлась оценка нового сорта сорго зернового Атаман, допущенного к использованию с 2018 г., по урожайности и другим хозяйственно ценным признакам. Сорт создан методом индивидуального отбора белозерных форм из гибридной комбинации А-006 х Зерноградское 204. В статье приведены результаты исследований, проводившихся в 2013–2015 гг. на базе ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», расположенного в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области. Урожайность зерна в конкурсном испытании у сорта Атаман в среднем составила 5,56 т/га, что существенно выше, чем у стандартного сорта Лучистое (4,73 т/га). Кроме того, данный сорт обладает белой окраской зерна и относится к раннеспелой группе созревания (период вегетации «всходы – полная спелость» составляет 89–95 дней), что позволяет выращивать его без досушки зерна. Выращивание нового сорта способствует не только повышению урожайности зерна, но и наряду с агротехническими приемами оказывает большое влияние на улучшение его качества. В результате биохимической оценки установлено, что у сорта Атаман в зерне накапливается очень высокое содержание крахмала (76,1%). Кроме того, он характеризуется средним содержанием белка (11,6%) и незначительным содержанием танина (0,06%).

Ключевые слова: сорго зерновое, сорт, урожайность, зерно, качество, белок, крахмал.



THE NEW WHITE-KERNELLED GRAIN SORGHUM VARIETY “ATAMAN”

V. V. Kovtunov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of grain sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-7510-7705;

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;

O. A. Lushpina, agronomist of the laboratory of grain sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-0325-1521;

N. N. Sukhenko, agronomist of the laboratory of grain sorghum breeding and seed-growing, ORCID ID: 000-0002-0856-6661;

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

FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: kowtunow85@mail.ru

The development and introduction of a new variety in the State List of Breeding Achievements of the Russian Federation is a significant and effective means to improve yields and grain quality of all agricultural crops. The purpose of our research was to evaluate the new grain sorghum variety “Ataman”, approved for use since 2018 due to productivity and other economically valuable traits. The variety was developed by the method of individual selection of white-kerneled forms from the hybrid combination “A-006 x Zernogradskoe 204”. The article presents the study results obtained in 2013–2015 by the FSBSI “Agricultural Research Center “Donskoy”, located in the part of the Rostov region with insufficient and unstable humidity. The grain productivity in the competitive testing of the variety “Ataman” was 5.56 t/ha on average, which is significantly larger than that of the standard variety “Radiant” (4.73 t/ha). In addition, this variety has a white color of kernels and belongs to the early ripening group (the vegetation period “sprouts – full ripeness” is 89–95 days), which allows it to be grown without drying. Cultivation of a new variety contributes to grain productivity increase as well as it has a great influence on its quality improvement if agrotechnical methods are applied. The biochemical estimation established that the variety “Ataman” accumulates a very high starch percentage in the kernels (76.1%). In addition, it is characterized with average protein (11.6%) and low tannin percentage (0.06%).

Keywords: grain sorghum, variety, productivity, grain, quality, protein, starch.

Введение. Сорго является широко распространенной в мировом земледелии культурой, которая возделывается в засушливых, полувасушливых и зонах недостаточного увлажнения на площади 39–46 млн га.

В России в период с 1996 по 2017 г. посевная площадь сорго имела широкое варьирование, но только с 2011 г. отмечено ее существенное и стабильное увеличение с 67 тыс. га до 140–220 тыс. га.

Сорго зерновое возделывают для получения зерна, являющегося хорошим кормом для сельскохозяйственных животных, домашней птицы, а также для прудовой рыбы. Оно положительно влияет на их рост и развитие, обеспечивает высокий уровень продуктивности и хорошее качество продуктов животноводства. По биохимическому составу и питательной ценности зерно сорго соответствует таким культурам, как ячмень и кукуруза. Кроме кормовых целей, зерно

сорго может использоваться как сырье в перерабатывающей промышленности для производства спирта, крахмала, крупы и других продуктов переработки (Алабушев, 2007; Горпиниченко, 2017).

Данная культура обладает рядом достоинств, одним из которых является высокая засухоустойчивость. Первые признаки засухоустойчивости, обусловленные экономным расходом влаги, проявляются уже в начале роста и развития сорго. В период прорастания количество воды для набухания семян сорго составляет только 35% от собственного веса, а на образование единицы сухого вещества расходуется 300 частей воды, что ниже по сравнению с другими зерновыми и зернофуражными культурами. Кроме того, сорго характеризуется способностью произрастать на засоленных и солонцеватых почвах, выдерживая концентрацию солей до 0,6–0,8% (Шепель, 1994; Горпиниченко, 2018). В связи с этим сорго способно формировать сравнительно высокую и стабильную урожайность по годам в отличие от других основных зернофуражных культур (Васильченко, 2016).

Цель исследований – оценить новый сорт сорго зернового Атаман по урожайности и другим хозяйственно ценным признакам в сравнении со стандартом.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2013–2015 гг. на базе ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ростовской области (Зерноградский район). Почвенный покров

опытного участка представлен обыкновенным карбонатным черноземом с содержанием гумуса в пахотном слое 3,6%. Агроклиматические условия в годы исследований существенно различались как по температурному режиму (от 2327,4 °С в 2015 г. до 2446,6 °С в 2013 г.), так и по количеству осадков (от 158 мм в 2014 г. до 230 мм в 2015 г.) за вегетационный период, что позволило объективно оценить сорта сорго зернового по основным хозяйственно ценным признакам. В качестве объекта исследований использовали сорт сорго зернового Атаман. Стандартом являлся сорт Лучистое. Предшественник – озимая пшеница. Посев проводили в оптимальные сроки (I–II декадах мая) на глубину 5–6 см широкорядным способом с междурядьем 70 см и нормой высева 280 тыс. шт./га. Площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная. Закладку опыта, наблюдения и учеты осуществляли согласно Методике полевого опыта (2014) и Методике государственного сортоиспытания (1989). Оценка хозяйственно ценных признаков зернового проводили согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ и Международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* (1982).

Результаты и их обсуждение. С 2018 г. в Государственный реестр селекционных достижений включен новый сорт сорго зернового Атаман (рис. 1). Сорт создан методом индивидуального отбора белозерных форм из гибридной комбинации А-006 х Зерноградское 204.



Рис. 1. Сорт сорго зернового Атаман

Fig. 1. The grain sorghum variety "Ataman"

Создание новых сортов и включение их в Государственный реестр селекционных достижений РФ имеют большое значение в повышении урожайности всех сельскохозяйственных культур, в том числе и сорго. Поэтому сельхозтоваропроизводители должны обращать внимание на замену старых сортов на новые, которые превосходят их по урожайности и другим хозяйственно ценным признакам (Васильченко и др., 2016).

Урожайность зерна в конкурсном испытании (2013–2015 гг.) у сорта Атаман в среднем составила 5,56 т/га, что существенно выше, чем у сорта стандарта Лучистое (4,73 т/га). Кроме того, данный сорт относится к раннеспелой группе созревания (период

вегетации «всходы – полная спелость» составляет 89–95 дней), что позволяет выращивать его без дозушки зерна (табл. 1).

Высота растений у нового сорта сорго зернового Атаман при созревании составляет 120–135 см. Метелка длиной 27–32 см, симметричная, желтовато-белая, опушенная, прямостоячая, рыхлая, массой 46–63 г, расстояние от раструба верхнего листа до первой веточки метелки составляет 13–14 см. Листья зеленые, ланцетовидные, длиной 65–70 см, шириной 6,5–7,0 см. Зерно округло-эллиптической формы, желтовато-белое, голозерное, легко вымолачивается. Масса 1000 семян – 25,3–26,6 г (табл. 2).

1. Урожайность и вегетационный период сорта сорго зернового Атаман (2013–2015 гг.)
1. Productivity and vegetation period of the grain sorghum variety "Ataman" (2013–2015)

Сорт	Урожайность зерна, т/га				Период вегетации «всходы – полная спелость», дни			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Лучистое, ст.	4,3	4,7	5,2	4,73	95	93	94	94
Атаман	5,0	5,8	5,9	5,56	95	89	92	92
НСР ₀₅	0,3	0,4	0,4	–	–	–	–	–

2. Морфологическая и биохимическая характеристика сорта сорго зернового Атаман (2013–2015 гг.)
2. Morphological and biochemical characteristics of the grain sorghum variety "Ataman" (2013–2015)

Показатели	Единица измерения	Атаман				Лучистое, ст.			
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Масса 1000 зерен	г	25,3	26,4	26,6	26,1	24,8	25,8	26,3	25,6
Масса метелки с зерном	г	46,3	54,5	63,0	54,6	30,5	48,9	53,3	44,2
Окраска зерновки	–	Желтовато-белая				Розовая			
Выдвинутость ножки метелки	см	13	14	14	14	5	4	4	4
Высота растений при созревании	см	120	122	135	126	120	119	130	123
Содержание сырого белка в зерне	%	12,0	10,6	12,1	11,6	12,9	11,9	11,4	12,1
Содержание лизина в белке	%	3,65	4,46	3,79	3,96	3,54	3,98	3,88	3,80
Содержание крахмала в зерне	%	75,6	74,1	78,7	76,1	72,5	73,2	76,8	74,2
Содержание жира в зерне	%	3,3	3,5	4,1	3,6	3,0	4,1	2,8	3,3
Содержание танина в зерна	%	0,06	0,04	0,07	0,06	1,01	0,97	0,98	0,99

Сорт способствует как повышению урожайности зерна, так и наряду с агротехническими приемами оказывает большое влияние на улучшение его качества (Васильченко и др., 2016).

Содержание сырого белка в зерне нового сорта Атаман (11,6%) находится на уровне сорта Лучистое (12,1%), что согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ соответствует среднему значению.

Белки большинства зерновых культур, к которым относится и сорго зерновое, неполноценны по ряду незаменимых аминокислот, прежде всего по содержанию лизина. Значения данного показателя в среднем за годы изучения составили 3,96% у сорта Атаман и 3,80% у сорта Лучистое.

Как и у других зерновых и зернофуражных культур, большую часть эндосперма зерна сорго составляет крахмал, который является основным источником энергии для сельскохозяйственных животных. В результате биохимического анализа установлено, что у сорта Атаман накапливается очень высокое содержание крахмала в зерне (76,1%).

В оболочке зерна сорго содержатся танины, которые снижают переваримость зерна при кормлении животных. Поэтому селекционная работа в ФГБНУ «АНЦ «Донской» направлена на уменьшение данного показателя в зерне. В результате целенаправленной селекции создан сорт с незначительным содержанием (0,06%) танина в зерне.

Новые допущенные к использованию сорта, имеющие существенные преимущества перед возделываемыми сельхозтоваропроизводителями сортами, должны ускоренно внедряться в сельскохозяйственное производство. Чтобы ускорить внедрение нового высокоурожайного сорта, размножение его в семеноводческой сети следует начинать еще до районирования, с момента включения его в число перспективных сортов. К их числу относятся высокоценные сорта, проходящие государственное сортоиспытание и в первые же годы показавшие существенные преимущества перед уже включенными в Госреестр сортами (Алабушев, 2012). Внесенный в 2018 г. в Государственный реестр селекционных достижений сорт сорго зернового Атаман выращен в семеноводческих хозяйствах ФГБНУ «АНЦ «Донской» и подготовлен к реализации в 2019 г. сельхозтоваропроизводителям.

Выводы. Новый сорт сорго зернового Атаман, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2018 г., характеризуется урожайностью зерна 5,56 т/га, что выше на 0,83 т/га, чем у стандарта. Данный сорт относится к раннеспелой группе созревания (89–95 дней), обладает белой окраской зерна, отличается высоким содержанием крахмала (76,1%) в зерне и очень малым содержанием танина (0,06%). По высоте растений и выдвинутости ножки метелки является технологичным и пригоден к механизированной уборке.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В. Технологические приемы возделывания и использования сорго. Ростов н/Д., 2007. 224 с.
2. Алабушев А. В., Фирсова Т. И., Филенко Г. А. Семеноводство зерновых культур в Ростовской области. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2012. 240 с.
3. Васильченко С. А., Метлина Г. В., Ковтунов В. В. Влияние метеоусловий на продуктивность сорго зернового в южной зоне Ростовской области // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 120(06). С. 744–754.
4. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Ермолина Г. М., Муслимов М. Г. Сорго – культура для засушливых территорий // Проблемы развития АПК региона. 2017. № 3. С. 5–9.
5. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Ермолина Г. М., Романюкин А. Е. Особенности семеноводства сорго в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 5–9.
6. Шепель Н. А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 448 с.

References

1. Alabushev A. V. Tekhnologicheskie priyomy vozdel'yvaniya i ispol'zovaniya sorgo [Technologies of sorghum cultivation and use]. Rostov n/D., 2007. 224 s.
2. Alabushev A. V., Firsova T. I., Filenko G. A. Semenovodstvo zernovykh kul'tur v Rostovskoy oblasti [Seed-growing of grain crops in the Rostov region]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2012. 240 s.
3. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V., Kovtunov V. V. Vliyaniye meteouslovij na produktivnost' sorgo zernovogo v yuzhnoy zone Rostovskoy oblasti [Influence of weather conditions on grain sorghum productivity in the southern area of the Rostov region] // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2016. № 120(06). S. 744–754.
4. Gorpnichenko S. I., Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Ermolina G. M., Muslimov M. G. Sorgo – kul'tura dlya zasushlivykh territorij [Sorghum is a culture for arid areas] // Problemy razvitiya APK regiona. 2017. № 3. S. 5–9.
5. Gorpnichenko S. I., Kovtunova N. A., Shishova E. A., Ermolina G. M., Romanyukin A. E. Osobennosti semenovodstva sorgo v Rostovskoy oblasti [Features of sorghum seed production in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 5–9.
6. Shepel' N. A. Sorgo [Sorghum]. Volgograd: Komitet po pečati, 1994. 448 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.

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ В ПРОРАСТАЮЩИХ СЕМЕНАХ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СМЕНЫ СВЕТОВОГО РЕЖИМА ПРИ УФ-ОБЛУЧЕНИИ СЕМЯН

Е. Н. Симонова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e.n.simonova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5665-6699;

Н. С. Кравченко², кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

¹ДКГИПТТБ (филиал) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ)»,

г. Ростов-на-Дону, пр. Семашко, 55;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Один из ведущих экологических факторов, действующий при нарушении целостности озонового слоя, – естественная ультрафиолетовая радиация влияет на растительные организмы в естественной природной среде. Искусственные источники ртутно-кварцевые лампы, такие как БНПО 2-30-001У3,5, могут использоваться в растениеводстве для стимулирования процессов прорастания семян. В статье показано, что УФ-облучение семян вызывает изменения в ходе процесса роста и морфогенеза растений. Ультрафиолетовое облучение, как и любой стрессовый фактор, вызывает реакции адаптации, включающие изменения физиолого-биохимических процессов, в том числе и повышение активности ферментов. Стимуляция во время прорастания семени, ускоряющая рост проростков и развитие листьев, включает электрофизические способы, в частности обработку посевного материала ультрафиолетовыми источниками излучения. Экологическая безопасность таких технологий делает их актуальными и востребованными в сельскохозяйственном производстве. Использование ртутно-кварцевой лампы БНПО 2-30-001У3,5 для стимулирования физиологических и биохимических процессов в прорастающих семенах позволило выявить морфологические отличия проростков, различную активность ферментов в зависимости от времени экспозиции в процессе облучения. Облучив семена ртутно-кварцевой лампой БНПО 2-30-001У3,5, проводили замачивание в дистиллированной воде и в процессе набухания и наклевывания определяли активность амилазы и каталазы. В ходе эксперимента были установлены оптимальные режимы облучения семян источником УФ-излучения. У семян, подвергавшихся облучению в течение 3 и 5 минут, лабораторная всхожесть повышалась на 4–11%.

Ключевые слова: озимая пшеница, ферменты, амилаза, каталаза, семенной материал, УФ-облучение.



ENZYME ACTIVITY IN GERMINATING SEEDS OF WINTER SOFT WHEAT WHEN THE LIGHT REGIME CHANGES DUE TO UV SEED RADIATION

E. N. Simonova¹, Candidate of Agricultural Sciences, docent, e.n.simonova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5665-6699;

N. S. Kravchenko², Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

¹Branch of the FSBEI HE Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky (PKU), Rostov-on-Don, Semashko Ave., 55;

²FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

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

One of the main environmental factors occurring if the integrity of the ozone layer is violated, is natural ultraviolet radiation, which affects plant organisms in the natural environment. In plant breeding in order to stimulate seed germination, mercury-quartz lamps, such as BNPO 2-30-001U3.5 can be used as artificial sources. The article shows that UV treatment of seeds causes changes in the growth and morphogenesis of plants. Ultraviolet radiation, as any stress factor, causes adaptation, including changes in physiological and biochemical processes, as well as an increase of enzymes activity. Stimulation during seed germination, which accelerates seed growth and foliage development, includes electrophysical methods, in particular, seed treatment with ultraviolet radiation. The environmental safety of such technologies makes them relevant and in great demand in agricultural production. The use of a BNPO 2-30-001U3.5 mercury-quartz lamp to stimulate physiological and biochemical processes in germinating seeds made it possible to identify the morphological differences of sprouts, various enzyme activity depending on the exposure time during irradiation. After the seeds had been irradiated with a BNPO 2-30-001U3.5 mercury-quartz lamp, they were soaked in distilled water, and amylase and scavenger enzyme activity was determined during swelling and sprouting. During the experiment, there were identified optimal modes of seed UV irradiation. Laboratory germination of seeds treated with UV radiation for 3-5 minutes ranged from 4 to 11%.

Keywords: winter wheat, enzymes, amylase, scavenger enzyme, seeding material, UV radiation.

Введение. Естественная ультрафиолетовая радиация – один из основных экологических факторов, действующих на растения. Облучение УФ-источниками как простой, энергосберегающий и экологически безопасный метод воздействия на прорастающие семена можно применять для повышения и регуляции всхожести семян в растениеводстве.

Скорость течения процессов роста и морфогенетические изменения могут вызываться различными по природе видами стимулирующих воздействий (Медведев, 2013).

Ферментативная активность, ускоряющая процессы прорастания семян, является проявлением адапционных механизмов к стрессу, вызванному облучением ультрафиолетовыми источниками – ртутно-кварцевыми лампами.

Регуляция адаптивных реакций ферментными системами в условиях стресса включается в процессе онтогенеза на различных этапах (Чиркова, 2002).

Цель исследований состояла в изучении влияния УФ-облучения на морфофизиологические показатели и активность ферментов прорастающих семян ози-

мой пшеницы, а также в выборе режимов излучения, оптимальных для стимулирования прорастания.

В задачи исследований входило:

– изучение воздействия разных режимов УФ-облучения на морфофизиологические признаки и ферментативную активность прорастающих семян пшеницы;

– выбор оптимальных режимов облучения для стимуляции процесса прорастания семян.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2017–2018 гг., в качестве объекта служили семена пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Ростовчанка 5.

Облучение семян УФ-источниками дает выраженный эффект только в том случае, когда семена предварительно замачивали в дистиллированной воде.

Семена пшеницы в количестве 100 шт. помещали в чашку Петри на кружок фильтровальной бумаги и доливали в нее 10 мл дистиллированной воды. Процесс замачивания семян продолжался в течение двух часов. После этого семена подвергали облучению УФ-источником. Затем семена проращивали в термостате в течение семи суток при 20 °С.

Набухшие семена подвергали облучению УФ-источником БНПО2-30-001У3,5 с интенсивностью облучения 30 Вт/м². Были выбраны экспозиции облучения 1, 3, 5 и 7 минут; расстояние от источника излучения до семян составило 25 см. Целью обработки семян было индуцирование активности ферментов. Через семь суток после начала прорастания определяли посевные качества – энергию прорастания и всхожесть семян.

Определение энергии прорастания и всхожести проводили в соответствии с ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». В процессе прорастания поглощение семенами влаги определяли через 1, 2, 4, 8, 24, 48 часов после замачивания (Ермаков и др., 1972).

Активность амилаз определяли по гидролизу крахмала. Навеску растительного материала (1 г) растирали с 1% раствором NaCl, полученный фильтрат использовали при определении суммарной активности α - и β -амилаз. Затем проводили инкубацию

фильтрата с 2% раствором крахмала и ацетатным буфером (pH = 5,5) при 40 °С в течение 30 мин. Активность α -амилазы определялась при условии инaktivации β -амилазы, которая достигалась добавлением уксуснокислого кальция и нагреванием до 70 °С. Интенсивность гидролиза крахмала определяли по реакции с раствором йода. Оптическую плотность оценивали при 595 нм.

Активность β -амилазы определяли как разность суммарной активности амилаз и α -амилазы (Методы биохимического анализа растений, 1978).

Активность каталазы проводили газометрическим методом (Ермаков, 1972).

Результаты и их обсуждение. При набухании и прорастании семян активизируются метаболические процессы, которые связаны с активностью амилазы.

Процесс прорастания семян дифференцирован на четыре этапа: набухание, проклевывание, рост проростка за счет гетеротрофного типа питания и переход к автотрофному типу питания. В течение периода набухания выделены две стадии – физическая и биологическая. На физической стадии временно нарушается целостность клеточных мембран, а вода быстро поступает во внутренние ткани семени, обводняя клетки эндосперма (Мейер и Зейтц, 1982).

Наступление биологической стадии знаменует критическим уровнем оводненности, при котором количество воды становится постоянным и активирует метаболизм, при этом происходит запуск гидролитических процессов, синтезируются белки, усиливается дыхание (Медведев, 2013). При изучении водопоглощения определяли влажность сухих семян, взятых для эксперимента. Было обнаружено, что через один час после замачивания семян пшеницы расхождение во влажности по всем вариантам было незначительным.

Для определения изменения водопоглощения семян в зависимости от времени облучения фиксировали влажность через промежутки в 1, 2, 4, 8, 24 и 48 часов от начала обработки УФ-источником. Было установлено, что продолжительность облучения семян УФ-источником излучения влияет на интенсивность поглощения воды семенами (табл. 1).

1. Действие УФ-излучения на содержание воды в прорастающих семенах, %
1. The effect of UV radiation on the water percentage in germinating seeds, %

Время замачивания, ч	Время обработки				
	контроль	1 минута	3 минуты	5 минут	7 минут
0	14,3±0,1	14,5±0,1	14,5±0,1	14,5±0,1	14,5±0,1
1	23,9±0,2	24,3±0,1	24,3±0,1	24,4±0,1	24,2±0,1
2	41,3±0,6	42,9±0,2	46,6±0,3	48,4±0,6	45,1±1,0
4	52,8±0,5	56,2±1,2	58,6±0,9	59,6±0,5	57,2±1,0
8	65,8±0,2	69,6±0,2	72,6±1,2	72,8±0,2	70,0±1,2
24	68,5±0,3	71,0±0,7	73,0±0,2	73,1±1,0	71,1±0,1
48	72,2±0,7	73,5±0,7	75,4±0,8	78,7±0,9	75,1±0,6

Анализ данных, представленных в таблице 1, позволил сделать заключение о том, что наиболее интенсивно поглощали воду семена, подвергшиеся обработке в течение 3 и 5 минут. В трехминутном варианте облучения семян через 2 ч влажность семян была выше, чем в контроле, на 12,8%, а в пятиминутном – на 17,1%, в то время как в одноминутном варианте обработки влажность семян увеличилась на 3,8%, а в семи минутном – на 9,2% в сравнении с контролем.

Водопоглощение семян на отрезке времени 4 и 8 ч имело сходную динамику. Изменение водопоглоще-

ния по вариантам было невыраженным. Через 24 ч отмечалось изменение в характере водопоглощения. Самая высокая влажность семян была в вариантах после трех- и пятиминутного облучения по сравнению с контролем. Таким образом, очевидно изменение водопоглощения семян пшеницы под действием УФ-излучения. По прошествии первых суток наблюдается снижение уровня водопоглощения в опытных вариантах, что, вероятно, связано с понижением осмотического потенциала за счет торможения деградации биополимеров (Дубров, 1963).

Для выявления целесообразности обработки семян ультрафиолетовым источником облучения проводили лабораторные исследования посевных качеств семян после обработки источником УФ-излучения. Экспозиция обработки была выбрана от 1 до 7 минут.

Было установлено, что энергия прорастания и лабораторная всхожесть изменяются в результате воздействия на семена источником УФ-излучения. Масса ростков также существенно отличалась от контроля (табл. 2).

2. Посевные качества семян и масса ростков озимой пшеницы Ростовчанка 5 после обработки УФ

2. Sowing qualities of seeds and mass of winter wheat sprouts "Rostovchanka 5" after UV treatment

Вариант и экспозиция	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса ростков сырых, г
Контроль	61	85	5,02
1 минута	69	89	5,43
3 минуты	78	92	5,66
5 минут	79	94	5,67
7 минут	77	90	5,52
НСР ₀₅	2,9	3,1	0,21

Обработка семян с экспозицией от 1 до 7 минут свидетельствовала о повышении лабораторной всхожести в трехминутном варианте на 8,2% и в пятиминутном – на 10,5% в сравнении с контролем. В этих же вариантах обработки семян масса сырых ростков была выше в сравнении с контролем на 12,6 и 12,9% соответственно. Наиболее эффективно происходило увеличение массы ростков при обработке в течение 3 и 5 минут. Энергия прорастания семян при обработке в течение 3 и 5 минут увеличивалась по сравнению с контролем на 27,8 и 29,5%.

В результате проведенных исследований было установлено, что варианты обработки семян в течение

3 и 5 минут наиболее оптимальны в сравнении с остальными вариантами облучения.

Одним из основных ферментов, участвующих в процессе прорастания семян, является амилаза. Процесс гидролиза крахмала начинается при влиянии амилаз, интенсивное образование амилаз начинается с момента прорастания зерен злаков (Медведев, 2013). В процессе исследования последствий облучения семян пшеницы УФ-источником изучали активности амилаз пшеницы в разных диапазонах облучения. В результате было установлено, что активность амилаз повышается при 3- и 5-минутном облучении семян по сравнению с контролем (табл. 3).

3. Активность амилазы в семенах озимой пшеницы при прорастании, мг гидролизованного крахмала за 30 мин/г сырой массы

3. Amylase activity in winter wheat seeds during germination, mg of hydrolyzed starch per 30 min/g of wet weight

Вариант	Время, сут				
	1	2	3	4	5
Контроль	19,47	43,37	56,68	70,41	90,16
1	20,59	44,81	63,38	75,52	93,56
3	22,98	51,36	76,58	101,53	109,53
5	23,94	53,58	92,98	111,84	112,66
7	21,63	49,79	71,21	83,91	107,54

Активность амилазы проявилась уже по прошествии первых суток прорастания; ко вторым суткам активность амилазы увеличилась в варианте с обработкой 3 мин на 19% по сравнению с контролем, а в варианте с 5-минутной обработкой – на 23,5%. Максимум активности амилазы в вариантах с 3- и 5-минутной обработкой был отмечен на третьи сутки с начала прорастания семян пшеницы и превысил значения в контроле на 58,6 и 64,1% соответственно. В течение четвертых суток активность амилазы начала снижаться, но оставалась еще достаточно высокой и превышала значения в контроле на 44 и 58,8% соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что трех- и пятиминутное облучение семян увеличивает скорость активации амилазы по сравнению с другими вариантами опыта, а прорастающий зародыш интенсивнее использует запасные вещества эндосперма, что в итоге повышает посевные качества семян в этих вариантах по сравнению с остальными вариантами.

Каталаза, участвующая в процессе дыхания, содержится в покоящихся семенах в значительно боль-

ших количествах, чем амилаза. Активность каталазы увеличивается параллельно интенсивности дыхания прорастающих семян, которое объединяет все процессы жизнедеятельности – белковый, углеводный и липидный обмен.

В результате проведенных исследований влияния обработки семян озимой пшеницы Ростовчанка 5 УФ-источником облучения на активность каталазы в прорастающих семенах выявлено, что высшая активность фермента – до максимальных значений происходит на протяжении первых семидесяти двух часов, когда она возрастает в 7,3–7,5 раза по сравнению с первыми двенадцатью часами проращивания, после чего снижается. Обработка семян пшеницы перед проращиванием УФ-источником излучения повысила активность каталазы на третьи сутки с начала прорастания в вариантах обработки семян в течение 3 и 5 минут, активность каталазы возросла на 6,3 и 17,7% соответственно по сравнению с контролем. Далее, на четвертые сутки с начала прорастания содержание каталазы в семенах пшеницы начало

снижаться. Таким образом, установлено, что амилолитические ферменты достигают максимума своих значений на третьи сутки с момента прорастания семян, после чего их уровень снижается. К девяности шести часам после начала прорастания активность снизилась как в контроле, так и во всех вариантах опыта. Усиление ферментной активности обусловле-

но ускорением физиолого-биохимических процессов, протекающих в прорастающих семенах в результате обработки семян УФ-источником излучения. Анализируя полученные результаты, можно констатировать, что высокая активность каталазы при обработке семян свидетельствует об усилении процессов синтеза в проростках пшеницы (Шакирова, 2001).

4. Активность каталазы в проростках озимой пшеницы, мк/моль H_2O_2 , разложившейся за 1 мин в расчете на 1 г сухого материала
4. Scavenger enzyme activity in winter wheat sprouts, micron/mol of H_2O_2 decomposed in 1 minute per 1 g of dry material

Вариант	Время, ч				
	12	24	48	72	96
Контроль	10,66	19,78	53,06	78,72	59,45
1	11,05	21,62	56,25	81,58	61,99
3	13,33	22,39	58,27	83,68	68,14
5	12,56	24,57	63,92	92,70	70,44
7	11,98	22,91	62,83	90,36	64,60

Выводы. Под действием УФ-излучения происходит изменение морфофизиологических параметров прорастающего семени. Степень этих изменений зависит от вида и интенсивности воздействия. Установлено, что интенсивную активацию ростовых процессов у пшеницы вызывает экспозиция облучения УФ-источником в течение 3 и 5 минут.

Лабораторная всхожесть семян при обработке семян УФ-облучением ртутно-кварцевым источником УФ-излучения БНПО2-30-001У3,5 увеличивалась в трехминутном варианте на 8,2% и в пятиминутном – на 10,5% в сравнении с контролем. В этих же вариантах обработки семян масса сырых ростков была выше в сравнении с контролем на 12,6 и 12,9%. Таким образом, для семян пшеницы были выявлены режимы обработки, к которым они более восприимчивы, а именно 3 и 5 минут.

Активность амилазы проявилась уже по прошествии первых суток прорастания. Максимум активности амилазы в вариантах с 3- и 5-минутной обработкой был отмечен на третьи сутки с начала прорастания семян пшеницы и превысил значения в контроле на 58,6 и 64,1% соответственно.

При изучении активности каталазы было установлено, что высшая активность фермента до максимальных значений происходит на протяжении первых 72 ч, когда она возрастает в 7,3–7,5 раза по сравнению с первыми 20 ч проращивания, после чего снижается во всех вариантах опыта. Но на третьи сутки с начала прорастания в вариантах обработки семян в течение 3 и 5 минут активность каталазы возрастала на 6,3 и 17,7% соответственно по сравнению с контролем.

Библиографические ссылки

1. Веселовский В. А., Веселова Т. В., Чернавский Д. С. Стресс растения. Биофизический подход // Физиология растений. 1993. Т. 40, № 4. С. 553–557.
2. Дубров А. П. Действие ультрафиолетовой радиации на растения. М.: АН СССР, 1963. 123 с.
3. Медведев С. С. Физиология растений. СПб.: БВХ, Петербург, 2013. 336 с.
4. Мейер А., Зейтц Э. Ультрафиолетовое излучение. М.: Наука, 1982. 63 с.
5. Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2002. 244 с.
6. Шакирова М. Ф. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.

References

1. Veselovskij V. A., Veselova T. V., Chernavskij D. S. Stress rasteniya. Biofizicheskij podhod [Stress of plants. Biophysical approach] // Fiziologiya rastenij. 1993. T. 40, № 4. S. 553–557.
2. Dubrov A. P. Dejstvie ul'trafioljetovoj radiacii na rasteniya [The effect of ultraviolet radiation on plants]. M.: AN SSSR, 1963. 123 s.
3. Medvedev S. S. Fiziologiya rastenij [Plant physiology]. SPb.: BVH, Peterburg, 2013. 336 s.
4. Mejer A., Zejtc Eh. Ul'trafioljetovoe izluchenie [Ultraviolet radiation]. M.: Nauka, 1982. 63 s.
5. Chirkova T. V. Fiziologicheskie osnovy ustojchivosti rastenij [Physiological basis of plant resistance]. SPb.: Izd-vo SPb. un-ta, 2002. 244 s.
6. Shakirova M. F. Nespetsificheskaya ustojchivost' rastenij k stressovym faktoram i ee reguljacija [Non-specific resistance of plants to stress factors and its regulation]. Ufa: Gilem, 2001. 160 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 РИСА НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ

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

Е. Б. Кудашкина, аспирант, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

Е. В. Краснова, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-5026-3832;

Н. Н. Вожжова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории маркерной селекции, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Солеустойчивость риса имеет большое значение в сельскохозяйственном производстве, так как от нее зависит зерновая продуктивность на засоленных землях. Статья посвящена определению наличия гена солеустойчивости *Saltol* у гибридов риса от скрещивания контрастно различающихся образцов. Для анализа солеустойчивости использовали проращивание семян в стаканчиках с дистиллированной водой и 1,5% раствором NaCl, после чего взвешивали 10-дневные проростки и определяли их соотношение в опыте к контролю. В результате исследований выделены солеустойчивые линии, несущие ген *Saltol* в гомозиготном состоянии. Лучшие образцы изучены в контрольном питомнике по урожайности и элементам ее структуры. Выделены две линии из гибрида IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Новатор: 7328 и 7322, достоверно превышающие стандартный сорт Южанин на 0,57–1,28 т/га. В среднем за 2 года они сформировали урожайность 6,82–7,53 т/га (у стандарта – 6,25 т/га).

Ключевые слова: рис, гибрид, солеустойчивость, ПЦР-анализ, урожайность.



RICE BREEDING ON SALT TOLERANCE

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

E. B. Kudashkina, post-graduate student, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

E. V. Krasnova, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory of ice breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-5026-3832;

N. N. Vozhzhova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of marker breeding, ORCID ID: 0000-0002-2840-6219

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

Salt tolerance of rice is of great importance in agricultural production, since productivity of grain grown on saline lands largely depends on it. The paper deals with determining the presence of salt tolerance gene "Saltol" in rice hybrids obtained from crossing contrasting samples. To analyze salt tolerance, there were used seeds germinated in cups with distilled water and 1.5% NaCl solution, after which 10-day-old seedlings were weighed and their ratio to the control was determined. As a result of studies, there have been identified salt tolerant lines carrying the gene "Saltol" in a homozygous state. In the control nursery there were studied the best samples on productivity and elements of its structure. Two lines "7328" and "7322" were selected from the hybrid IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Novator which significantly exceeded the standard variety "Yuzhanin" on 0.57–1.28 t/ha. On average for 2 years, they produced 6.82–7.53 t/ha (6.25 t/ha of the standard variety).

Keywords: rice, hybrid, salt tolerance, PCR-analysis, productivity.

Введение. Селекция на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам является важным способом борьбы со снижением урожайности. Рис, самый любимый злак Азии, кормит большинство населения мира. Более 90% мирового риса выращивается и потребляется в Азии, где проживает 60% населения Земли и около двух третей населения мира (Khush and Virk, 2000). Зеленая революция помогла решить мировой спрос на продовольствие, но этого недостаточно для удовлетворения растущего населения XXI в. Для повышения производственных потребностей необходимо увеличить посевные площади под рисом. Около 6,5% общей площади земли подвержено воздействию соли в почвах. Площадь, подвергающаяся солевой нагрузке, увеличивается из-за многих факторов, включая изменение климата, повышение уровня моря, чрезмерное орошение без надлежащего дренажа на внутренних землях, подстилающих породах, богатых вредными солями и т. д. Обширные участки земли не используются из-за проблем с соленостью и щелочностью.

Засоление является одним из основных препятствий для увеличения производства риса в районах

его выращивания во всем мире. Рис классифицируется как особенно чувствительная к соли культура (Shannon et al., 1998). Установлено, что влияние засоления на рост риса связано со стадией развития растений, концентрацией и типом соли, длительностью ее воздействия, pH почвы, водного режима, температуры, влажности и солнечной радиации (Akbar, 1986).

Лабораторные испытания сортов риса показали, что концентрация соли в растворе при обработке семян особенно важна для оценки взаимосвязи между накоплением ионов и солеустойчивостью. Засоление стимулировало накопление ионов Na⁺, Na⁺/K⁺, Cl⁻ в побегах и корнях и уменьшало содержание K⁺, NO₃⁻ в обоих органах при концентрации NaCl 1,2%, но не всегда при 0,6%. Показана достоверная отрицательная корреляция между содержанием Na⁺ и сухой массой побега и корня при концентрации NaCl 1,2%. Также были установлены достоверное отрицательное влияние ионов Cl⁻ на рост биомассы и выживаемость растений риса и положительная связь между сухой массой корня и содержанием K⁺ и NO₃⁻ при высокой концентрации NaCl (Azarin et al., 2016).

Janaguiraman et al. (2003) сообщили, что толерантные генотипы риса показывают более высокий процент прорастания, длину корня и роста, индекс энергии роста, активность амилазы и дегидрогеназы с меньшим накоплением антоциана в корнях. Sankar et al. (2006) оценили солеустойчивость сортов риса по всхожести и росту проростков в условиях солевого стресса при 1,6% NaCl. Генотипы CSR 23 и CSR 10 хорошо показали себя по проценту всхожести, CO 43 и Nona Vokra – по доле зерна в биомассе, а CSSRI 60 – по индексу энергии роста.

В последние годы создание солеустойчивых сортов было предложено в качестве средства расширения сельского хозяйства в регионах, затронутых засолением (Erstein, 1980). Селекция сортов риса с генетически обусловленной солеустойчивостью реализуется как наиболее перспективный, менее ресурсоемкий, экономически жизнеспособный и социально приемлемый подход. Солеустойчивость – это мультигенный признак, который позволяет растениям расти и формировать экономически значимый урожай при наличии физиологически невысоких и относительно постоянных уровней соли, в частности NaCl (Hurkman, 1992). Урожайность риса в засоленных районах очень низка (<1,5 т/га), но вполне может быть увеличена по меньшей мере на 2 т/га (Ponnamperuma, 1994). В Индии созданы солеустойчивые сорта риса CSR, Panvel, Pokkali, Vytilla, Savitri и др. (Sankar et al., 2011). Подобная работа ведется и в других странах.

В России эта проблема также актуальна, что вызывает необходимость проведения селекционной работы по созданию солеустойчивых сортов риса. Для этого нужно привлекать в скрещивания с местными сортами лучшие азиатские образцы и использовать современные методы контроля переноса генов и диагностики солеустойчивости.

Во ВНИИ риса Гишевой Н. Г. (Диссертация канд. биол. наук, 1999) проведены исследования морфологических признаков растений риса, количественно изменяющихся под воздействием избытка солей в почве, тесно связанных с солеустойчивостью, дана оценка сортообразцов на устойчивость к этому стрессу. Полученные данные имеют практическое значение для селекции, позволяя проводить оценку селекционных образцов на солеустойчивость по комплексу морфологических и физиолого-биохимических признаков. Ладатко Н. А. (2006) показала влияние засоления и уровня азотного питания на интегральные показатели фотосинтеза сортов.

Ученые-селекционеры ВНИИ риса создали сорта, сочетающие высокую степень толерантности к хлоридному засолению почвы с хозяйственно ценными признаками, для возделывания по различным технологиям. В период с 1999 по 2006 г. переданы на ГСИ солеустойчивые сорта Курчанка, Фонтан, Серпантин, Айсберг, Соната. Сорт Соната создан методом культуры пыльников из гибридной популяции F₃ Поккали/Славянец/Славянец (Остапенко и Досеева, 2008).

Целью наших исследований было создание солеустойчивых сортов риса для условий юга России.

Материалы и методы исследований. В качестве исходного материала послужили скороспелый сорт селекции ВНИИ риса Новатор и три азиатских солеустойчивых образца IR 52713-2B-8-2B-1-2-2B-8-2B-1-2, IR 74099-3R-3-3-3R-3-3 и NSIC Rc 106, несущий ген Saltol, локализованный в 1-й хромосоме риса. Эти образцы были скрещены с сортом Новатор в 2013 г. в условиях климатической камеры ВНИИ риса.

Гибридные растения выращивали в Ростовской области на чеках Опытной станции «Пролетарская» Аграрного научного центра «Донской». Из отобранных листьев риса выделяли геномную ДНК в усло-

виях лаборатории маркерной селекции АНЦ «Донской» СТАВ-методом (Murray and Thompson, 1980). С помощью ПЦР-анализа на основе маркера RM 493 (Chowdhury et al., 2016) проводилась проверка наличия в расщепляющемся гибридном потомстве целевого гена Saltol. Амплификацию проводили в термоциклере Applied Biosystems 2720: денатурация – 94 °С – 5 мин, 35 циклов (94 °С – 30 с; 60 °С – 30 с; 72 °С – 30 с), финальная элонгация – 72 °С – 8 мин. ПЦР-продукты разделяли с помощью электрофореза в 2,0% агарозном геле, окрашивали бромидом этидия и фотографировали при помощи прибора Bio-Rad GelDoc XR+.

Образцы риса проверяли на солеустойчивость с помощью лабораторного (стаканчики) метода. Проростки взвешивали в 10-дневном возрасте после их роста в дистиллированной воде и 1,5% растворе NaCl. Для дифференцировки образцов по солеустойчивости на стадии развития проростка использовали шкалы, разработанную IRR1 (<http://www.knowledgebank.irri.org>): неустойчивые – от 0 до 20%; слабоустойчивые – от 21 до 40%; среднеустойчивые – от 41 до 60%; устойчивые – от 61 до 80%; высокоустойчивые – более 80%. В лабораторных опытах стандартом служил родительский сорт Новатор, в полевых при оценке урожайности – сорт Южанин.

Изучение лучших по комплексу признаков линий проводили в контрольном питомнике на делянках 25 м² в 2-кратной повторности. Учет урожайности проводили в поле после уборки делянок комбайном. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программ Excel и Statistica 6.

Результаты и их обсуждение. Гибриды первого поколения в 2013 г. характеризовались позднеспелостью и высокой стерильностью колосков, вызванной генетической отдаленностью скрещенных форм. Сорт Новатор относится к подвиду japonica, а другие образцы – indica. Гибриды второго поколения в 2014 г. значительно варьировали по периоду вегетации (110–150 дней), длине стебля (70–120 см), длине метелки (13–24 см), количеству зерновок (81–200 шт.) и колосков (100–300 шт.), массе 1000 зерен (26–35 г), массе метелки (2–5 г) и др.

Из этих гибридных популяций были отобраны метелки с лучших растений, имевших оптимальные значения хозяйственно ценных признаков: скороспелость, низкорослость, хорошая озерненность, низкая пустозерность. Из их листьев выделили ДНК для анализа наличия гена Saltol. Семена с проанализированных растений второго поколения, несущих целевой ген в гомо- и гетерозиготном состоянии, были высеяны в 2015 г. в поле для получения 3-го поколения. Для очередного ПЦР-анализа из них взяли лучшие кустистые растения с хорошо озерненной метелкой и вызревшим зерном. Работа по отбору и анализу лучших образцов продолжалась несколько поколений.

Анализ ДНК показал различия между образцами по наличию аллелей гена Saltol (Usatov et al., 2015). В 2016 г. из 205 проанализированных растений F₄ только 41 растение имело ген Saltol в гомозиготном доминантном состоянии, 29 растений – в гетерозиготном и 135 – в рецессивном. Пример электрофореграммы представлен на рисунке 1.

У донора IR 74099-3R-3-3-3R-3-3 и линий 7267 и 7275 имелся доминантный аллель, у 7270, 7274, 7278, 7281 и 7282 – гетерозиготное аллельное состояние, у остальных линий – рецессивный аллель.

Проверка их на солеустойчивость в стаканчиках с 1,5% раствором NaCl по сравнению с контролем (дистиллированная вода) позволила выявить существенное разнообразие по относительной массе проростков (рис. 2).

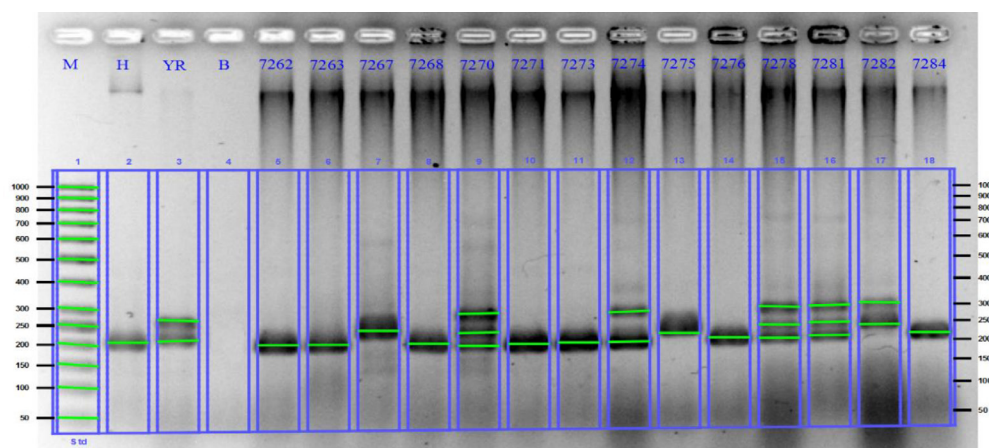


Рис. 1. Электрофореграмма линий риса F_4 на наличие гена Saltol, 2016 г. Примечание: M – маркер молекулярного веса Thermo Scientific Gene Ruler 50+bp; H – сорт Новатор; YR – образец IR 74099-3R-3-3-3R-3-3; B – H_2O деионизированная (отрицательный контроль опыта)

Fig. 1. Electrophoregram of the rice lines F_4 for the presence of the gene “Saltol”, 2016. Note: M is the molecular weight marker “Thermo Scientific Gene Ruler 50 + bp”; N is the variety “Novator”; YR is the sample IR 74099-3R-3-3-3R-3-3; B is deionized H_2O (negative control of the experience)

Основная масса образцов (86%) имела слабую и среднюю солеустойчивость – от 20 до 60%. Около 3% образцов оказались совершенно неустойчивыми (0–20%); 44% – слабоустойчивыми (21–40%); 42% – среднеустойчивыми (41–60%); 7% – устойчивыми (61–80%); 3% (7 образцов) показали высокую устойчивость к засолению – соотношение массы проростков в соленой и пресной воде у них превышало 80%.

Лучшие устойчивые и высоко устойчивые образцы представлены в таблице 1. У стандартного сорта Новатор солеустойчивость, определенная по соотношению массы одного проростка в опыте к контролю, составила 41,9%, тогда как у лучших образцов она достигала 97,8%. При этом ранги солеустойчивости, определенной по всхожести семян и массе проростка, не всегда совпадали.

Сопоставление данных по солеустойчивости и наличию гена Saltol, выявленного с помощью ПЦР-анализа, позволило установить положительную связь между ними и тенденцию повышения толерантности

к засолению при увеличении числа доминантных аллелей (рис. 3).

Рецессивные гомозиготы показали солеустойчивость в среднем 41,5%; гетерозиготы – несколько выше – 42,4%; доминантные гомозиготы – 47,5%. Таким образом, наличие гена Saltol повышало солеустойчивость на 6%. Небольшие различия между тремя группами образцов свидетельствуют о наличии других механизмов устойчивости к засолению, контролируемой различными полигенами.

Изучение в 2017 г. лучших солеустойчивых линий из трех гибридных комбинаций показало, что самым урожайным из них был образец 7328 (IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Новатор), сформировавший 6,85 т/га зерна, или на 0,75 т/га больше стандарта (табл. 2). В контрольном питомнике 2018 г. было продолжено изучение этих линий. Из них по продуктивности 2 линии из гибрида IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Новатор: 7328 и 7322 – существенно превысили стандартный сорт Южанин на 1,80 и 1,02 т/га. В среднем за 2 года они сформировали урожайность 6,82–7,53 т/га (у стандарта – 6,25 т/га) (табл. 2).

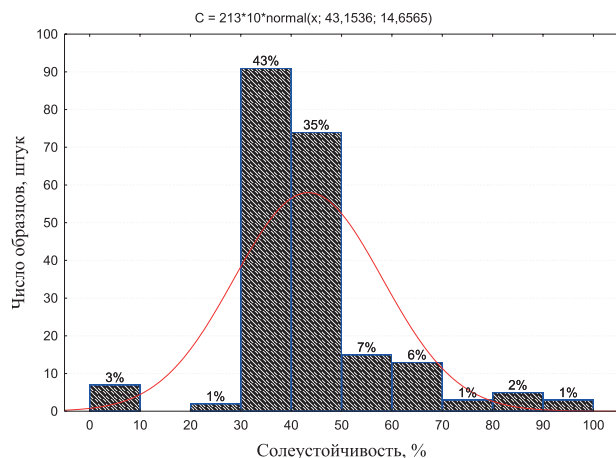


Рис. 2. Распределение линий риса F_4 по солеустойчивости, 2016 г.

Fig. 2. Distribution of the rice lines F_4 according to salt tolerance, 2016

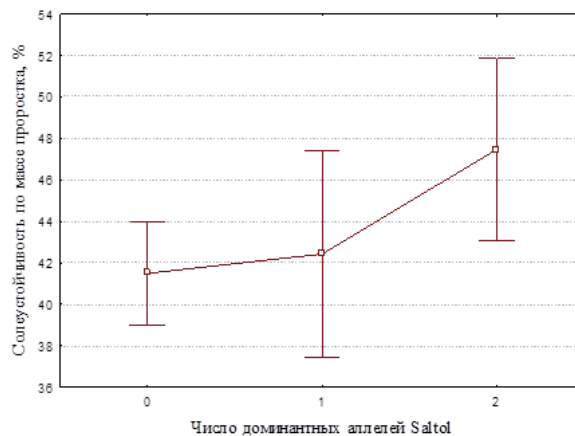


Рис. 3. Связь солеустойчивости с числом аллелей гена Saltol

Fig. 3. Correlation of salt tolerance with allele number of the gene “Saltol”

1. Выделившиеся по солеустойчивости образцы риса, 2016 г.
1. The rice samples, distinguished according to salt tolerance, 2016

№	Всхожесть, %			Масса одного проростка, мг		
	Опыт	Контроль	Соотношение, %	Опыт	Контроль	Соотношение, %
Новатор, ст.	18	100	18,0	36	86	41,9
7328	90	100	90,0	109	112	97,8
7340	22	68	32,4	44	47	92,2
7343	22	98	22,4	78	86	91,2
7322	46	98	46,9	79	91	86,8
7337	46	98	46,9	72	83	86,4
7356	44	94	46,8	94	114	82,3
7108	20	92	21,7	82	102	80,8
7156	34	100	34,0	69	90	77,0
7085	60	100	60,0	47	64	74,0
7097	60	98	61,2	35	50	69,4
7285	26	82	31,7	49	71	68,9
7370	58	100	58,0	61	90	68,0
7363	72	90	80,0	50	74	67,4
7101	82	100	82,0	41	62	66,5
7268	22	100	22,0	95	144	66,3
7149	74	92	80,4	51	79	64,6
Ст. отклонение	26,2	9,2	26,7	12,9	21,1	14,8

2. Урожайность линий риса в контрольном питомнике
2. Rice lines productivity in the control breeding nursery

№	Название	Урожайность, т/га			Прибавка к стандарту, т/га
		2017 г.	2018 г.	средняя	
Стандарт	Южанин	6,10	6,40	6,25	–
7328	IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Новатор	6,85	8,20	7,53	1,28
7322	IR 52713-2B-8-2B-1-2 x Новатор	6,22	7,42	6,82	0,57
7343	IR 74099-3R-3-3 x Новатор	6,53	5,93	6,23	–0,02
7337	IR 74099-3R-3-3 x Новатор	6,00	6,58	6,29	0,04
7340	IR 74099-3R-3-3 x Новатор	6,55	6,04	6,30	0,05
7356	NSIC Rc 106 x Новатор	5,75	6,65	6,20	–0,05
	HCP ₀₅	0,34	0,33		

Остальные линии из гибридов IR 74099-3R-3-3 x Новатор и NSIC Rc 106 x Новатор были на уровне стандарта, хотя один из них (7340) созрел на 4 дня раньше Южанина.

Таким образом, комбинируя классические методы селекции с выращиванием проростков на засоленном

фоне и ПЦР-анализом наличия гена солеустойчивости, удалось создать урожайные линии риса с комплексом хозяйственно ценных признаков. По своим морфотипам они отличаются от стандарта Южанин меньшей высотой, более короткой метелкой и меньшей массой 1000 семян (табл. 3).

3. Биометрические характеристики образцов КП, 2018 г.
3. Biometric characteristics of the BN samples, 2018

Сорт, образец	Высота растений, см	Длина метелки, см	Количество колосков, шт./мет.	Количество зерен, шт./мет.	Масса 1000 зерен	Число продуктивных стеблей на 1 м ²
Южанин	110	18,8	110,0	97,3	30,0	228
7328	100	12,8	97,3	87,3	26,5	360
7322	89	14,5	99,0	87,0	26,0	328
7343	87	14,5	93,3	82,0	27,5	264
7337	92	16,3	97,0	86,8	26,8	284
7340	86	14,0	77,0	69,0	30,0	308
7356	85	14,5	100,8	87,0	24,3	316
σ	8,0	1,4	12,7	10,4	2,3	43,6

За счет большей густоты стеблестоя (328–360 шт./м²) в обычных условиях выращивания они формируют урожайность зерна на уровне и выше стандарта. На засоленных землях они будут иметь более значительное преимущество перед обычными сортами. В 2019 г. планируется посеять их на чеках с засоленным фоном.

Выводы

Получены гибриды сорта Новатор с тремя азиатскими линиями – донорами гена солеустойчивости Saltol.

Из расщепляющихся гибридных популяций отобраны скороспелые линии с комплексом хозяйственных ценных признаков.

С помощью ПЦР-анализа выявлены формы риса с доминантным аллелем гена Saltol.

Методом проращивания семян в 1,5% растворе поваренной соли выделено 7 образцов с солеустойчивостью более 80%.

В контрольном питомнике из 6 образцов два достоверно превысили стандарт Южанин по урожайности зерна.

Библиографические ссылки

1. Ладатко Н. А. Влияние засоления и уровня азотного питания на интегральные показатели фотосинтеза сортов // Рисоводство. 2006. № 8. С. 29–37.
2. Остапенко Н. В., Досеева О. А. Селекция солеустойчивых сортов риса // Селекция сортов риса, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам, для стран умеренного климата и центральной Азии. 2008. С. 172–179.
3. Akbar M. Breeding for salinity resistance in rice / In : (Eds.) R. Ahmed, A. S. Pietro // Prospects for bio-saline research, Department of Botany, University of Karachi, Pakistan. 1986. Pp. 37–55.
4. Azarin K. V., Usatov A. V., Kolokolova N. S., Usatova O. A., Alabushev A. V., Kostylev P. I. Effects of salt stress on ion balance at vegetative stage in rice (*Oryza sativa* L.) // OnLine Journal of Biological Sciences. 2016. Vol. 16, no. 1. Pp. 76–81. DOI 10.3844/ojbsci.2016.76.81.
5. Chowdhury A. D., Haritha G., Sunitha T., Krishnamurthy S. L., Divya B., Padmavathi G., Ram T., Sarla N. Haplotyping of rice genotypes using simple sequence repeat markers associated with Salt Tolerance // Rice Science. 2016. No. 23(6). Pp. 317–325. DOI 10.1016/j.rsci.2016.05.003.
6. Deepa Sankar P., Saleh M. A., Selvaraj C. I. Rice breeding for salt tolerance // Research in Biotechnology. 2011. No. 2(2). Pp. 1–10.
7. Deepa Sankar P., Subbaraman N., Narayanan S. L. Ranking of salt tolerant rice lines based on germination and seedling growth under salt stress conditions // Res. on Crops. 2006. No. 7(3). Pp. 798–803.
8. Epstein E. Response of plants to saline environment / In : (Eds.) P. W. Rains, R. C. Valentine, A. Hollander // Genetic engineering of osmoregulation. Plenum Press, New York. 1980. Pp. 7–21. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-3725-6_2.
9. Hurkman W. J. Effect of salt stress on plant gene expression: a review // Plant and Soil. 1992. No. 146. Pp. 145–151.
10. Janaguiraman D. M., Ramadass R., Durga Devi D. Effect of salt stress on germination and seedling growth in rice genotypes // Madras Agric. J. 2003. No. 90(1-3). Pp. 50–53.
11. Khush G. S., Virk P. S. Rice breeding: Achievements and future strategies // Crop Improv. 2000. No. 27(2). Pp. 115–144.
12. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // Nucleic Acids Res. 1980. Vol. 8. Pp. 4321–4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>.
13. Ponnamperna F. N. Evaluation and improvement of lands for wetland rice production / In : (Eds.) Senadhira D. // Rice and problem soils in South and Southeast Asia. IRRI, Manila, Philippines. 1994. Discussion Paper Series. No. 4. Pp. 3–19.
14. Shannon M. C., Rhoades J. D., Draper J. H., Scardaci S. C., Spyres M. D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California // Crop Sci. 1998. No. 38(2). Pp. 394–398. DOI 10.2135/cropsci1998.0011183X003800020021x.
15. Usatov A. V., Alabushev A. V., Kostylev P. I., Azarin K. V., Makarenko M. S., Usatova O. A. Introgression the saltol QTL into the elite rice variety of Russia by marker-assisted selection // American Journal of Agricultural and Biological Science. 2015. Vol. 10, no. 4. Pp. 165–169. DOI 10.3844/ajabssp.2015.165.169.
16. Stress and disease tolerance [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.knowledgebank.irri.org/ricebreedingcourse/Breeding_for_salt_tolerance.htm.

References

1. Ladatko N. A. Vliyanie zasoleniya i urovnya azotnogo pitaniya na integral'nye pokazateli fotosinteza sortov [The effect of salinization and the level of nitrogen nutrition on the integral indices of variety photosynthesis] // Nauchnyj zhurnal "Risovodstvo". 2006. № 8. S. 29–37.
2. Ostapenko N. V., Doseeva O. A. Selekcija soleustojchivykh sortov risa [Breeding of salt tolerant rice varieties] // Selekcija sortov risa, ustojchivykh k abioticheskim i bioticheskim stressam, dlya stran umerennogo klimata i central'noj Azii. 2008. S. 172–179.
3. Akbar M. Breeding for salinity resistance in rice / In : (Eds.) R. Ahmed, A. S. Pietro // Prospects for bio-saline research, Department of Botany, University of Karachi, Pakistan. 1986. Pp. 37–55.
4. Azarin K. V., Usatov A. V., Kolokolova N. S., Usatova O. A., Alabushev A. V., Kostylev P. I. Effects of salt stress on ion balance at vegetative stage in rice (*Oryza sativa* L.) // OnLine Journal of Biological Sciences. 2016. Vol. 16, no. 1. Pp. 76–81. DOI 10.3844/ojbsci.2016.76.81.
5. Chowdhury A. D., Haritha G., Sunitha T., Krishnamurthy S. L., Divya B., Padmavathi G., Ram T., Sarla N. Haplotyping of rice genotypes using simple sequence repeat markers associated with Salt Tolerance // Rice Science. 2016. No. 23(6). Pp. 317–325. DOI 10.1016/j.rsci.2016.05.003.
6. Deepa Sankar P., Saleh M. A., Selvaraj C. I. Rice breeding for salt tolerance // Research in Biotechnology. 2011. No. 2(2). Pp. 1–10.
7. Deepa Sankar P., Subbaraman N., Narayanan S. L. Ranking of salt tolerant rice lines based on germination and seedling growth under salt stress conditions // Res. on Crops. 2006. No. 7(3). Pp. 798–803.

8. Epstein E. Response of plants to saline environment / In : (Eds.) P. W. Rains, R. C. Valentine, A. Hollander // Genetic engineering of osmoregulation. Plenum Press, New York. 1980. Pp. 7–21. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-3725-6_2.
9. Hurkman W. J. Effect of salt stress on plant gene expression: a review // Plant and Soil. 1992. No. 146. Pp. 145–151.
10. Janaguiraman D. M., Ramadass R., Durga Devi D. Effect of salt stress on germination and seedling growth in rice genotypes // Madras Agric. J. 2003. No. 90(1-3). Pp. 50–53.
11. Khush G. S., Virk P. S. Rice breeding: Achievements and future strategies // Crop Improv. 2000. No. 27(2). Pp. 115–144.
12. Murray M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA // Nucleic Acids Res. 1980. Vol. 8. Pp. 4321–4325. <https://doi.org/10.1093/nar/8.19.4321>.
13. Ponnampetuma F. N. Evaluation and improvement of lands for wetland rice production / In : (Eds.) Senadhira D. // Rice and problem soils in South and Southeast Asia. IRRI, Manila, Philippines. 1994. Discussion Paper Series. No. 4. Pp. 3–19.
14. Shannon M. C., Rhoades J. D., Draper J. H., Scardaci S. C., Spyres M. D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California // Crop Sci. 1998. No. 38(2). Pp. 394–398. DOI 10.2135/cropsci1998.0011183X003800020021x.
15. Usatov A. V., Alabushev A. V., Kostylev P. I., Azarin K. V., Makarenko M. S., Usatova O. A. Introgression the saltol QTL into the elite rice variety of Russia by marker-assisted selection // American Journal of Agricultural and Biological Science. 2015. Vol. 10, no. 4. Pp. 165–169. DOI 10.3844/ajabssp.2015.165.169.
16. Stress and disease tolerance [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.knowledgebank.irri.org/ricebreedingcourse/Breeding_for_salt_tolerance.htm.

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.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТООБРАЗЦЫ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. Алексеев, младший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-9120-7343;
В. С. Горбунов, доктор экономических наук, директор, ORCID ID: 0000-0003-3158-9922;
В. И. Жужукин, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-5212-5938;
С. А. Зайцев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-6395-5539;
Д. П. Волков, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0001-8055-6516
 ФГБНУ *Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»*,
 410050, г. Саратов, ул. 1-й Институтский пр-д, 4; тел.: 8 (8452) 79-49-69, e-mail: rossorgo@yandex.ru

В статье представлены результаты многолетнего изучения сортообразцов сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В Саратовской области имеются значительные по площади микрозоны, отличающиеся крайне засушливыми условиями, но пригодные для возделывания сафлора красильного. В повышении урожайности и улучшении качества продукции важнейшее значение принадлежит ассортименту сортов. Исследования, проведенные в институте, позволили сформировать ценный исходный материал для селекции сафлора красильного при использовании традиционной технологии возделывания. В изучение включены сорта отечественной селекции (Ершовский 4, Камышинский 73, ГАС 2014, Борец, Тотем), а также линии, отобранные из сортообразцов сафлора красильного, полученных из коллекции ВИР (Л-25, Л-26, Л-27, Л-28, Л-29, Л-30, Л-31). К преимуществу сортов, описание которых представлено в работе, относится тот факт, что при проведении государственных испытаний, а также рекомендациях производству для вновь созданных сортов не предлагаются финансово затратные изменения в технологии выращивания. Выявленное в эксперименте варьирование элементов структуры урожая обуславливается взаимодействием «генотип – среда». В ходе эксперимента установлено, что амплитуда варьирования средних значений морфологических признаков за период 2013–2016 гг. существенно ниже, чем общий размах изменчивости в опыте, что обусловлено экспрессией генов, проявляющихся в норме реакции сортообразцов сафлора красильного. Биохимический состав семян варьировал в следующих пределах: протеин – 15,13–20,38%; жир – 30,36–38,40%; клетчатка – 11,63–31,98%; зола – 3,02–4,01%; БЭВ – 20,40–34,08%. Высокое содержание жира в семенах сафлора красильного (Борец, Л-27, ГАС 2014, Л-30) указывает на перспективность сортообразцов для включения в селекционный процесс. В описании сортов сафлора красильного, выведенных в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (Борец, ГАС 2014, Хамелеон), указаны параметры важнейших хозяйственно ценных признаков, а также некоторые агротехнические указания, которые необходимо соблюдать при возделывании в Нижневолжском регионе.

Ключевые слова: сафлор красильный, среда, варьирование, амплитуда, урожайность, содержание, протеин, жир.



THE PROMISING VARIETY-SAMPLES OF BASTARD SAFFRON (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) IN THE SARATOV REGION

O. A. Alekseev, junior researcher, ORCID ID: 0000-0002-9120-7343;
V. S. Gorbunov, Doctor of Economic Sciences, director, ORCID ID: 0000-0003-3158-9922;
V. I. Zhuzhukin, Doctor of Agricultural Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0001-5212-5938;
S. A. Zaytsev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, ORCID ID: 0000-0002-6395-5539;
D. P. Volkov, senior researcher, ORCID ID: 0000-0001-8055-6516
 FSBSI *Russian Research and Project-technological Institute of Sorghum and Maize "Rossorgo"*,
 410050, Saratov, 1-st Institutsky proezd, 4; tel.: 8 (8452) 79-49-69; e-mail: rossorgo@yandex.ru

The article presents the results of a long-term study of the bastard saffron variety samples (*Carthamus tinctorius* L.) in the FSBSI RRPtISM "Rossorgo". In the Saratov region there are significant microzones with extremely dry conditions, but suitable for the cultivation of bastard saffron. The range of varieties is of great importance to improve the crop yields and quality. The research conducted at the institute, allowed forming a valuable source material for the bastard saffron breeding using traditional cultivation technology. The study included varieties of domestic breeding ("Ershovsky 4", "Kamyshinsky 73", "GAS 2014", "Borets", "Totem"), as well as lines selected from the variety samples of bastard saffron obtained from the VIR collection ("L-25", "L-26", "L-27", "L-28", "L-29", "L-30", "L-31"). The advantage of the varieties described in the work is the fact that when conducting state testings, as well as in the production recommendations for newly developed varieties, financially costly changes in the cultivation technology are not proposed. The variation of structure elements identified in the experiment, is determined by the interaction of "genotype-environment". The experiment established that the variation amplitude of the mean values of morphological traits for the period 2013–2016 is significantly lower than the total range of variability in the experiment, and it is caused by gene expression that are normal in the reaction of the saffron variety samples. The biochemical composition of the seeds varied within the following limits: 15.13–20.38% of protein, 30.36–38.40% of oil, 11.63–31.98% of fiber, 3.02–4.01% of ash, 20.40–34.08% of BEV. The high oil percentage in the saffron seeds ("Borets", "L-27", "GAS 2014", "L-30") indicates the prospects to include variety samples in the breeding process. In the description of the bastard saffron varieties developed by the FSBSI RRPtISM "Rossorgo" ("Borets", "GAS 2014", "Khameleon"), there are the parameters of the most important economically valuable traits, as well as some agrotechnical instructions that must be followed in the cultivation in the Nizhne-Volga region.

Keywords: bastard saffron, medium, varying, amplitude, productivity, content, protein, oil.

Введение. В последние годы возросло потребление сафлорового масла на пищевые и технические цели, а, следовательно, сельхозтоваропроизводители проявляют активный интерес к этой культуре (Иванов и Толмачев, 2010; Кушнир, 2003).

В Саратовской области имеются значительные земельные ресурсы, пригодные для возделывания сафлора красильного. Задачи увеличения производства семян сафлора красильного с целью дальнейшей переработки связаны с технологией выращивания

ния и набором сортов, допущенных к использованию. В связи с этим исследования, проведенные в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», позволили оценить ассортимент сортообразцов сафлора красильного для использования в сельскохозяйственном производстве, а также в решении следующих задач селекции: 1) максимально широкое внедрение отечественных научно-технических разработок (результаты интеллектуальной деятельности); 2) создание инновационной продукции (сорт) на основе иностранных научных разработок с использованием потенциала российских научных учреждений; 3) внедрение инновационных разработок (сорт) по сафлору красильному иностранного производства (Жученко, 2001).

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в 2013–2016 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Климат региона характеризуется как резко континентальный и суровый. ГТК во влажные годы – 1,20–1,45; в среднеобеспеченные – 0,70–0,95 и засушливые – 0,60–0,68. Среднегодовая сумма осадков – 360–455 мм. Сумма осадков за период с 10 мая по 10 сентября составляет: 2013 г. – 243,5 мм; 2014 г. – 125,0 мм; 2015 г. – 106,2 мм; 2016 г. – 253,0 мм. Среднесуточные температуры в период вегетации 2013–2016 гг. варьировали в интервале: май – 13,1–19,5 °С; июнь – 20,9– 23,8 °С; июль – 21,9–23,6 °С; август – 20,1–24,8 °С; сентябрь – 11,9–17,5 °С. Средняя относительная влажность воздуха за период июнь – август составила 35–66%. Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднесиловый тяжелосуглинистый.

Агротехника выращивания – зональная, разработанная в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Норма высева – 0,5 млн семян/га. Способ посева – широкорядный (междурядье – 0,7 м) с применением кассетной сеялки СКС 6-10. Площадь деланки – 15,4 м². Повторность – трехкратная. В ходе эксперимента выполняли следующие агротехнические мероприятия: весеннее боронование, предпосевную культивацию, посев, прикатывание кольчатыми катками, допосевное внесение гербицидов (гезагارد – 2,3 л/га; расход рабочей жидкости – 200 л/га), междурядную обработку, уборку комбайном Terrior.

Результаты и их обсуждение. При оценке степени адаптации линий и сортов необходимо учитывать, что среднее значение хозяйственно ценных признаков и их варьирование находятся под генетическим контролем, а с изменением лимитирующих факторов также проявляется различная экспрессия генов, контролирующих проявление признаков (Жученко, 2001).

В процессе проведения эксперимента выявлен дискретный характер изменчивости признаков. По средним значениям сортообразцов амплитуда варьирования признаков составила: высота растений – 53,0–64,6 см; высота прикрепления нижней корзинки – 31,6–41,2 см; число корзинок на 1 растении – 14,1–28,3 шт.; диаметр корзинки – 2,3–3,0 см; число семян с 1 корзинки – 26,9–35,0 шт.; масса семян с 1 растения – 14,1–46,8 г; урожайность семян – 1,32–2,08 т/га; масса 1000 семян – 34,1–50,1 г. Однако амплитуда варьирования по средним значениям за период 2013–2016 гг. значительно ниже (табл. 1), так как у каждого сортообразца проявляется индивидуальная норма реакции на изменяющиеся погодные условия проведения опытов. Наибольшей урожайностью семян отличались следующие сортообразцы: Л-30, ГАС 2014, Камышинский 73, Л-27. Относительно высокая масса 1000 семян отмечена у сортообразцов Л-25, Л-26.

Варьирование элементов структуры урожая у линий и сортов сафлора красильного позволяет планировать гибридизацию по оптимальному сочетанию показателей продуктивности в экспериментальных генотипах.

Биохимический состав семян сортов и линий сафлора красильного указывает на перспективность использования в переработке на масло семян наиболее урожайных сортов (табл. 2). В данном случае необходимо отметить, что сафлор выращивают в тех микрорайонах, в которых другие масличные культуры подвергаются стрессовому воздействию температуры и недостатка влаги. Относительно высокое содержание жира в семенах сафлора выявлено у сортообразцов Л-27 и Борец. По содержанию протеина значимо на 5%-м уровне выделяется линия Л-25.

В ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» создано несколько сортов сафлора красильного.

1. Элементы продуктивности сортообразцов сафлора (2013–2016 гг.)
1. Elements of bastard saffron variety productivity (2013–2016)

Сортообразец	Высота растений, см	Высота прикрепления нижней корзинки, см	Число корзинок, шт.	Диаметр корзинки	Число семян с 1 корзинки, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Урожайность семян, т/га	Масса 1000 семян, г
Л-25	60,1	41,2	14,1	2,9	27,0	19,31	1,71	50,3
Л-27	56,3	39,0	16,8	2,6	27,0	20,63	1,81	44,7
Л-26	54,6	39,1	19,2	2,4	27,7	27,42	1,49	50,1
Л-28	56,8	38,4	16,7	2,7	33,4	24,77	1,64	41,8
Л-29	56,4	38,7	21,0	2,3	29,1	24,35	1,32	36,8
Л-30	64,6	43,5	28,3	2,7	34,2	46,78	2,08	36,7
Л-31	58,1	34,9	17,1	2,7	30,1	20,58	1,48	37,0
Тотем	56,0	34,6	18,3	2,6	35,0	27,00	1,64	35,7
Борец	58,4	34,1	16,1	2,5	29,6	16,58	1,69	34,1
ГАС2014	68,4	38,8	18,1	2,6	26,9	14,10	1,80	35,4
Ершовский 4	61,1	40,3	15,0	2,8	29,9	15,95	1,34	36,1
Камышинский 73	53,0	31,6	14,1	3,0	28,5	18,65	1,89	40,1
х	58,7	37,9	17,9	2,66	29,9	23,01	1,63	39,9
НСР _{0,05}	6,10	5,30	5,10	0,25	4,70	6,80	0,35	5,32

2. Биохимический состав семян сафлора красильного (2013–2015 гг.)
2. Biochemical composition of bastard saffron seeds (2013–2015)

Сортообразец	Протеин, %	Жир, %	Клетчатка, %	Зола, %	БЭВ, %
Л-25	20,4	30,4	12,6	3,8	32,8
Л-27	15,5	34,0	25,3	4,1	21,1
Л-26	15,4	30,8	16,9	3,1	33,8
Л-28	17,3	31,1	32,0	3,1	16,5
Л-29	16,0	31,2	17,3	3,2	32,3
Л-30	15,7	33,8	11,7	3,3	35,5
ГАС2014	15,2	33,9	26,8	3,9	20,2
Тотем	15,9	32,3	22,1	3,9	25,8
Борец	16,3	38,5	17,7	3,6	23,9
НСР _{0,05}	0,13	0,19	0,52	0,14	0,41

3. Агробиологическая характеристика сортов сафлора красильного, созданных в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»
3. Agrobiological characteristics of bastard saffron varieties, developed by the FSBSI RRPtISM “Rossorgo”

Признак	Борец	ГАС 2014	Хамелеон
Год допуска	2015	2017	2018
Период вегетации, дней	89,0–97,0	112,0–120,0	102,0–110,0
Высота растений, см	60,0–65,0	70,0–80,0	68–75
Наличие шипов	присутствуют	присутствуют	отсутствуют
Число корзинок на растении, шт.	6,0–10,0	7,0–12,0	7,0–10,0
Диаметр корзинки, см	2,3–2,5	3,0–4,0	2,5–4,0
Окраска семян	белая	белая	белая
Урожайность семян, т/га	0,92–1,46	0,72–1,42	0,76–1,45
Масса 1000 семян, г	31,1–32,1	32,0–33,4	31,8–33,7
Панцирность	96,0–97,0	95,0–97,0	95,0–97,0
Содержание жира в семенах, %	38,0–38,4	34,8–38,8	40,4–43,1
Содержание линолевой кислоты, %	82,5	*	*
Содержание олеиновой кислоты, %	8,8	*	*
Засухоустойчивость, балл	5,0	5,0	5,0
Устойчивость к осыпанию, балл	5,0	5,0	5,0
Пригодность к механизированной уборке	пригоден	пригоден	пригоден
Норма высева:			
сплошной посев, кг/га	17,0–29,0	18,0–30,0	16,0–32,0
широкорядный посев, кг/га	9,0–17,0	10,0–17,0	8,0–17,0
Рекомендуемые гербициды	гезагард, трефлан, харнес	гезагард, трефлан	гезагард, трефлан
Ширина междурядий, см	15,0; 30,0; 45,0; 70,0	15,0; 30,0; 45,0; 70,0	15,0; 30,0; 45,0; 70,0
Глубина заделки семян, см	5,0–8,0	5,0–8,0	5,0–8,0

*Определение не проводилось.

Выводы. По результатам изучения сортообразцов сафлора красильного из коллекции ВИР сформирован перспективный исходный материал для селекции. Используя индивидуально-семейственный отбор, из сортообразцов получили селекционно ценные формы-линии сафлора красильного, которые проходят комплексную оценку по фенологическим

показателям, морфологическим признакам и биохимическому составу семян. Отсутствие шипов у сорта Хамелеон позволяет рекомендовать использовать биомассу на кормовые цели. Сорта Борец и ГАС 2014 значительно расширяют ассортимент сортов для выращивания на масло в микрорайонах с недостаточным увлажнением.

Библиографические ссылки

1. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические аспекты). Том I– II. М.: Изд-во РУДН, 2001. 1480 с.
2. Иванов В. М., Толмачев В. В. Сроки, нормы и способы посева сафлора в Волгоградском Заволжье // Аграрный вестник Урала. 2010. № 7. С. 72–74.
3. Кушнир А. С. Адаптивная технология возделывания сафлора в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья. Адаптивные системы и природоохранные технологии производства с.-х. продукции в аридных районах Волгодонской провинции // Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. земледелия. М., 2003. С. 292–232.

References

1. Zhuchenko A. A. Adaptivnaya sistema selekcii rastenij (ehkologo-geneticheskie aspekty) [Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic aspects)]. Tom I– II. M.: Izd-vo RUDN, 2001. 1480 s.
2. Ivanov V. M., Tolmachyov V. V. Sroki, normy i sposoby poseva saflora v Volgogradskom Zavolzh'e [Planting terms, norms and methods of bastard saffron in the Volgograd Za-Volga region] // Agrarnyj vestnik Urala. 2010. № 7. S. 72–74.
3. Kushnir A. S. Adaptivnaya tekhnologiya vzdelyvaniya saflora v suhostepnoj zone kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ya. Adaptivnye sistemy i prirodohrannye tekhnologii proizvodstva s.-h. produkcii v aridnyh rajonah Volgodonskoj provincii [Nizhne-Volga region. Adaptive systems and environmental technologies of production of agricultural products in the arid regions of the Volga-Don province] // Prikasp. nauch.-issled. in-t arid. zemledeliya. M., 2003. S. 292–232.

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 631.527:633.11«321»(571.1.)

DOI 10.31367/2079-8725-2019-61-1-32-34

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю. Н. Кашуба, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, kaschuba.jurij@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2842-3270;

А. Н. Ковтуненко, зав. лабораторией селекции озимых культур, ORCID ID: 0000-0001-7271-1205;

В. М. Трипутин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, ORCID ID: 0000-0002-3210-5507;

Т. В. Шварцкопф, научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, ORCID ID: 0000-0002-8901-792X;

Н. Г. Мазепа, научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, ORCID ID: 0000-0001-7333-7489

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,

644012, г. Омск, пр-т Королева, 26; тел.: 8 (3812) 77-50-51; e-mail: agric@yandex.ru

Расширение площадей посева озимой пшеницы является одним из резервов повышения производства зерна в Сибирском регионе. Здесь получили распространение сорта озимой пшеницы Омская озимая, Омская 4 и Омская 5, созданные в Омском аграрном научном центре (АНЦ). Определенный вклад в становление селекции озимой пшеницы внесли сорта Сибирская Нива, Северная Заря, Омская 6 и Юбилейная 180, используемые при создании нового гибридного материала. Новый сорт Омского АНЦ Прииртышская отличается высокой урожайностью, зимостойкостью и устойчивостью к полеганию. Зерно этого сорта соответствует требованиям ценной пшеницы. В 2018 г. сорт Прииртышская включен в Государственный реестр селекционных достижений по Восточно-Сибирскому региону. Цель наших исследований – выявить формы озимой мягкой пшеницы, адаптированные к местным условиям и сочетающие высокую урожайность с высоким качеством зерна. Исследования проводили в 2015–2017 гг. Объектом изучения являлись образцы озимой пшеницы из конкурсного сортоиспытания. В этом питомнике выделены перспективные линии КСИ 34/17, КСИ 35/17 и КСИ 38/17. Они характеризуются более высокой урожайностью, достоверно превысив стандарт Омская 4 на 0,86–1,12 т/га. Достоинствами этих линий являются высокая зимостойкость, устойчивость к полеганию и качество зерна. По комплексу показателей качества зерна можно выделить линию КСИ 35/17. Она имеет повышенное содержание белка в зерне, хорошие реологические свойства теста, объем хлеба и общую хлебопекарную оценку, находящиеся на уровне стандарта Омская 4, а линии КСИ 34/17 и КСИ 38/17 формируют хорошие технологические и хлебопекарные показатели качества зерна.

Ключевые слова: линия, сорт, озимая пшеница, урожайность, качество.



THE RESULTS OF WINTER SOFT WHEAT BREEDING IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE WEST SIBERIA

Yu. N. Kashuba, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for winter crops breeding, kaschuba.jurij@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2842-3270;

A. N. Kovtunencko, head of the laboratory for winter crops breeding, ORCID ID: 0000-0001-7271-1205;

V. M. Triputin, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for winter crops breeding, ORCID ID: 0000-0002-3210-5507;

T. V. Shvartskopf, researcher of the laboratory for winter crops breeding, ORCID ID: 0000-0002-8901-792X;

N. G. Mazepa, researcher of the laboratory for winter crops, breeding ORCID ID: 0000-0001-7333-7489

FSBSI "Omsk Agricultural Research Center",

644012, Omsk, Korolev Avenue, 26; tel.: 8 (3812) 77-50-51; e-mail: agric@yandex.ru

The expansion of winter wheat sowing areas is one of the reserves to increase grain production in the Siberian region. The winter wheat varieties "Omskaya ozimaya", "Omskaya 4" and "Omskaya 5", developed in the Omsk Agricultural Research Center (ARC), have become popular here. The winter wheat varieties "Siberskaya Niva", "Severnaya Zarya", "Omskaya 6" and "Yubileynaya 180", which were used to develop a new hybrid material, made a definite contribution to the development of winter wheat breeding. The new variety of the Omsk Agricultural Research Center (ARC) is characterized with high yields, winter tolerance and resistance to lodging. The grain of this variety meets the requirements applied to valuable wheat. In 2018 the variety "Priirtyshskaya" was introduced in the State List of Breeding Achievements in the East Siberian Region. The purpose of our research is to identify forms of winter soft wheat with high yields and grain quality, adapted to local conditions. The study was conducted in 2015–2017. The object of study were winter wheat samples from competitive varietal testing. In this breeding nursery, there have been identified the promising lines "KSI 34/17", "KSI 35/17" and "KSI 38/17". They are characterized with higher yields, exceeding the standard variety "Omskaya 4" on 0.86–1.12 t/ha. The advantages of these lines are high winter tolerance, resistance to lodging and high grain quality. Due to some indicators of grain quality, you can select the variety line "KSI 35/17". The line has larger percentage of protein in kernels, good rheological properties of dough, bread volume and general baking estimation compared with the standard variety "Omskaya 4". The lines "KSI 34/17", "KSI 38/17" possess good technological and baking indicators of grain quality.

Keywords: line, variety, winter wheat, productivity, quality.

Введение. Одним из резервов повышения производства зерна в Сибирском регионе является расширение площадей посева озимых культур, в том числе и озимой пшеницы.

Озимая пшеница за счет своих биологических особенностей является более урожайной в сравнении с яровой пшеницей, а ее раннее созревание и уборка способствуют получению зерна высокого качества (Мальцева, 2015). Лимитирующим фактором для расширения посевов озимой пшеницы в Сибири долгое

время было отсутствие сортов, обладающих стабильной устойчивостью к неблагоприятным условиям перезимовки. Но целенаправленная работа в данном направлении дала определенные положительные результаты, отразившись в создании ряда сортов озимой пшеницы (Артемова, 2013; Кашуба, 2016; Борадулина, 2017).

В лаборатории селекции озимых культур Омского аграрного научного центра последовательно были получены сорта озимой пшеницы Омская озимая,

Сибирская Нива, Омская 4 и Омская 5, включенные в Государственный реестр Российской Федерации по Западно-Сибирскому региону. Сорта Омская озимая и Омская 4 нашли применение в сельскохозяйственном производстве. Сорт Омская 4 по качеству зерна относится к классу ценных пшениц. Сорт Омская 5 распространен в Алтайском крае. Выведен новый сорт озимой пшеницы Прииртышская, который по хозяйственно ценным признакам и свойствам превосходит стандарт Омская 4.

Несмотря на достоинства вышеперечисленных сортов, по-прежнему остается проблема совмещения в одном сорте зимостойкости, устойчивости к полеганию и болезням, высокой урожайности и качества зерна.

Цель наших исследований – выявить формы мягкой пшеницы, адаптированные к местным условиям и сочетающие высокую урожайность с высоким качеством зерна.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2015–2017 гг. в лаборатории селекции озимых культур Омского аграрного научного центра (АНЦ). Объектом исследований являлись образцы озимой пшеницы конкурсного сортоиспытания (КСИ). Посев КСИ проводили сеялкой ССФК-7 в оптимальные для южной лесостепи сроки Западной Сибири (3-я декада августа). Предшественник – чистый кулисный пар. Учетная площадь делянок – 15 м², повторность – трехкратная. Закладку опыта, оценки, наблюдения и учеты проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1988). Оценка качества зерна проводили в лаборатории качества зерна по методикам ГОСТ (Василенко и Комаров, 1987).

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались следующими особенностями. Если по температурному режиму зимние периоды не имели значительных различий, то наибольшее выпадение снега отмечено в 2015–2016 гг. и 2016–2017 гг.

В период вегетации растений 2015 и 2017 гг. обеспеченность растений теплом и влагой была в пределах нормы. В летние месяцы 2016 г. отмечены частые обильные дожди и значительное распространение стеблевой ржавчины.

Результаты и их обсуждение. Одним из главных факторов устойчивого производства зерна озимой пшеницы, как и любой другой культуры, является сорт, обладающий высокой потенциальной урожайностью, устойчивый к биотическим и абиотическим стрессам среды, дающий высококачественное зерно (Маркелов, 2015).

В Западной Сибири распространение получили сорта озимой пшеницы, созданные в лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ: Омская озимая (включен в Государственный реестр селекционных

достижений в 1989 г.), Сибирская Нива (1992 г.), Омская 4 (2001 г.) и Омская 5 (2003 г.). Также были созданы сорта Северная Заря, Омская 6 и Юбилейная 180, которые используются в качестве родительских форм при создании исходного материала. В 2018 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений новый сорт Прииртышская.

Сорт Омская озимая зимостойкий, по качеству зерна относится к ценной пшенице, но при этом недостаточно устойчив к полеганию. Сорт Омская 4 обладает лучшей устойчивостью к полеганию, однако по урожайности уступает новым селекционным линиям.

Для Западной Сибири необходимы сорта озимой мягкой пшеницы, формирующие высокую урожайность и качество зерна, а также устойчивые к абиотическим стрессам среды. Одним из этапов достижения этой цели является создание нового сорта Прииртышская.

Сорт Прииртышская получен в Омском аграрном научном центре из гибридной комбинации (К-1 х Мутант Ильичевки) х (Columbia х Мироновская юбилейная). Его авторы: А. А. Гайдар, Ю. Н. Кашуба, А. Н. Ковтуненко, Ю. В. Колмаков, Н. Г. Мазепа, Е. Г. Мухордов, М. Е. Мухордова, И. В. Пахотина, Р. И. Рутц, Т. В. Шварцкопф.

Сорт среднеспелый, вегетационный период в среднем за 2015–2017 гг. составляет 324 суток (табл. 1). Зимостойкость в среднем за годы испытания была выше стандарта Омская 4 и равнялась 76,1%. Прибавка урожайности составляет 0,8 т/га. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию, несмотря на большие, чем у стандарта, значения высоты растений.

По мукомольным и хлебопекарным свойствам зерна сорт Прииртышская соответствует требованиям ценной пшеницы (табл. 2). По натуре зерна (на 35 г/л), содержанию белка (на 0,9%) и содержанию клейковины (на 0,7%) превышает стандартный сорт Омская 4.

Новый сорт прошел государственное сортоиспытание. В 2018 г. он включен в Государственный реестр селекционных достижений по 11-му Восточно-Сибирскому региону.

Более высокими хозяйственно ценными признаками и свойствами по сравнению с новым сортом Прииртышская обладают перспективные линии КСИ 34/17, КСИ 35/17 и КСИ 38/17. Они созревают практически на уровне сорта Омская 4. Продолжительность вегетационного периода у них составляет в среднем 324 сут. Линии КСИ 34/17 и КСИ 35/17 достоверно превосходят стандарт по зимостойкости. Несмотря на большие значения высоты растений в сравнении со стандартом, новые линии устойчивы к полеганию (4,4–5,0 балла). Основным достоинством созданных линий является высокая урожайность. Прибавка к стандарту Омская 4 была достоверной и составила 0,86–1,12 т/га.

1. Результаты изучения сортов и перспективных линий озимой пшеницы в КСИ (2015–2017 гг.) 1. The study results of winter wheat varieties and promising lines in KVtS (2015–2017)

Сорт, линия	Вегетационный период, сут	Зимостойкость, %	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Урожайность, т/га
Омская 4, ст.	325	58,0	108,3	4,7	3,06
Прииртышская	324	76,1	122,7	4,6	3,86
Омская 6	323	72,2	93,3	4,4	3,69
Юбилейная 180	323	70,3	105,0	4,2	3,97
КСИ 34/17	324	66,7	122,0	4,9	4,03
КСИ 35/17	324	63,3	109,7	4,4	3,92
КСИ 38/17	324	58,3	112,3	5,0	4,18
НСР ₀₅	2,1	4,2	5,1	0,2	0,23

2. Качество зерна сортов и перспективных линий озимой пшеницы в КСИ (2015–2017 гг.)
2. Grain quality of winter wheat varieties and promising lines in KVtS (2015–2017)

Сорт, линия	Стекло-видность, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Белок, %	Клейковина, %	Сила муки, е. а.	P/L	Разжижение, е. ф.	Валориметрическая оценка, е. в.	Объем хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл
Омская 4, ст.	50	36,3	749	15,3	31,1	367	1,05	17	79	1090	4,5
Прииртышская	50	37,2	784	16,2	31,8	363	1,18	17	84	1000	4,3
Омская 6	50	36,2	753	15,3	30,9	385	0,94	15	84	987	4,3
Юбилейная 180	51	37,6	760	15,6	31,5	354	1,00	17	82	997	4,3
КСИ 34/17	49	36,6	787	14,6	29,4	385	0,76	20	82	1013	4,3
КСИ 35/17	52	38,6	771	15,5	29,6	419	1,37	23	79	1087	4,5
КСИ 38/17	48	43,7	779	14,7	27,1	343	0,87	23	86	1053	4,4
НСР ₀₅	0,5	1,4	22,0	0,25	0,59	82,2	0,4	8,6	20,1	54,2	0,1

По комплексу показателей качества зерна можно выделить линию КСИ 35/17. Она характеризуется зерном с повышенным содержанием белка. Эта линия имеет хорошие реологические свойства теста, объем хлеба и общую хлебопекарную оценку, которые находятся на уровне стандарта Омская 4. Образцы КСИ 34/17 и КСИ 38/17 формируют хорошее технологическое и хлебопекарное качество. На основе таких линий в производстве можно будет выращивать продовольственное зерно 3-го класса ГОСТ на уровне ценных пшениц.

Таким образом, перспективные линии КСИ 34/17, КСИ 35/17 и КСИ 38/17 формируют качество зерна на уровне стандартного сорта Омская 4, превосходя его и другие сорта по урожайности и устойчивости к полеганию.

Выводы

1. В сельскохозяйственном производстве Западной Сибири распространение получили сорта озимой

пшеницы Омская озимая, Омская 4 и Омская 5, созданные в лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ.

2. Новый сорт озимой мягкой пшеницы лаборатории селекции озимых культур Омского АНЦ Прииртышская характеризуется высокой урожайностью, зимостойкостью и устойчивостью к полеганию. Зерно этого сорта соответствует требованиям ценной пшеницы. В 2018 г. сорт Прииртышская включен в Государственный реестр селекционных достижений по Восточно-Сибирскому региону.

3. Перспективные линии КСИ 34/17, КСИ 35/17 и КСИ 38/17 по урожайности достоверно превысили стандартный сорт Омская 4. Их достоинства – высокая урожайность, зимостойкость и устойчивость к полеганию. На основе новых линий в производстве можно будет выращивать продовольственное зерно 3-го класса ГОСТ на уровне ценных пшениц.

Библиографические ссылки

1. Артемова Г. В., Пономаренко В. И., Степочкин П. И., Козлов В. Е. Использование генофонда и интрогрессии чужеродного материала в создании зимостойких сортов озимой пшеницы. Генофонд и селекция растений. Новосибирск, 2013. Т. 1. С. 18–23.
2. Борадулина В. А., Мусалитин Г. М., Голованова И. В. Сорт – одна из составляющих успешного возделывания озимой пшеницы на Алтае // Вестник Алтайского ГАУ. 2017. № 6. С. 5–9.
3. Василенко И. И., Комаров В. И. Оценка качества зерна. М., 1987. 208 с.
4. Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н., Трипутин В. М., Шварцкопф Т. В. Селекция озимой пшеницы в Омской области // Вестник ОмГАУ. 2016. № 3. С. 5–8.
5. Мальцева Л. Т., Банникова Н. Ю., Филиппова Е. А. Возделывание зимостойких высокоурожайных сортов озимой пшеницы в Уральском регионе // Вестник Башкирского ГАУ. 2015. № 4. С. 25–29.
6. Маркелов А. Н., Заворотина А. Д., Уварова В. В., Ларионова Н. Ю. Результаты использования генофонда озимой мягкой пшеницы в селекционном процессе // Аграрный Вестник Юго-Востока. 2015. № 1-2. С. 38–39.

References

1. Artemova G. V., Ponomarenko V. I., Styopochkin P. I., Kozlov V. E. Ispol'zovanie genofonda i introgressii chuzherodnogo materiala v sozdanii zimostojkih sortov ozimoy pshenicy. Genofond i selekciya rastenij [The use of the gene pool and introgression of alien material in the development of winter-resistant winter wheat varieties. Gene pool and plant breeding]. Novosibirsk, 2013. T. 1. S. 18–23.
2. Boradulina V. A., Musalitin G. M., Golovanova I. V. Sort – odna iz sostavlyayushchih uspešnogo vozdelevaniya ozimoy pshenicy na Altae [A variety is one of the components of successful winter wheat cultivation in Altai] // Vestnik Altajskogo GAU. 2017. № 6. S. 5–9.
3. Vasilenko I. I., Komarov V. I. Ocenka kachestva zerna [Grain quality estimation]. M., 1987. 208 s.
4. Kashuba Yu. N., Kovtunenka A. N., Triputin V. M., Shvarckopf T. V. Selekcija ozimoy pshenicy v Omskoj oblasti [Winter wheat breeding in the Omsk region] // Vestnik OmGAU. 2016. № 3. S. 5–8.
5. Mal'ceva L. T., Bannikova N. Yu., Filippova E. A. Vozdelevanie zimostojkih vysokourozhajnyh sortov ozimoy pshenicy v Ural'skom regione [Cultivation of winter resistant high-yielding winter wheat varieties in the Ural region] // Vestnik Bashkirskogo GAU. 2015. № 4. S. 25–29.
6. Markelov A. N., Zavorotina A. D., Uvarova V. V., Larionova N. Yu. Rezul'taty ispol'zovaniya genofonda ozimoy myagkoj pshenicy v selekcionnom processe [The results of the use of winter soft wheat gene pool in the breeding process] // Agrarnyj Vestnik Yugo-Vostoka. 2015. № 1-2. S. 38–39.

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 633.11:631.527.5(470.3)

DOI 10.31367/2079-8725-2019-61-1-35-39

ОЗИМЫЙ КОМПОНЕНТ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА

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

О. В. Гладышева, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-9030-0055

*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
390502, Рязанская обл., с. Подвьязь, ул. Парковая, 1; тел.: 8 (4912) 26-62-31; e-mail: podvyaze@bk.ru*

В условиях Рязанской области в институте ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (2011–2017 гг.) проведена комплексная оценка сортов озимой, яровой пшеницы и селекционного материала, созданного на основе скрещивания с озимым компонентом. В среднем за годы исследования высокая урожайность отмечена у сортов озимой пшеницы Львовская 4 (6,90 т/га), Виола (6,82 т/га), Немчиновская 24 (6,68 т/га); яровой пшеницы – Дарья (3,93 т/га), Крестьянка (3,84 т/га), Коллективная 1 (3,60 т/га). С наиболее высокой массой зерна с колоса выявлены сорта озимой пшеницы Волжская 15, Немчиновская 24, Мироновская 29, Мироновская полуинтенсивная – 1,93–2,10 г. Использование в гибридизации яровой пшеницы лучших форм озимой позволило создать ряд перспективных линий с высоким потенциалом продуктивности и комплексом ценных признаков. В среднем за три года (2015–2017 гг.) в контрольном питомнике по урожайности выделились 4 линии яровой пшеницы, где в качестве одного из родителей была взята озимая форма. Наибольшее среднее значение данного показателя отмечено у линий (Приокская х Московская 39 (оз.))_{F10}, (Московская 39 (оз.) х Фора)_{F10} – 5,91 и 5,15 т/га соответственно. Максимальную урожайность сформировала линия (Приокская х Московская 39 (оз.))_{F10} – 6,89 т/га, а минимальную – линия (Воронежская 10 х Московская 39 (оз.))_{F10} – 4,18 т/га. Линии (Приокская х Московская 39 (оз.))_{F10}, (Коллективная 1 х Немчиновская 24 (оз.))_{F10} имеют хорошую натуру зерна – 757 и 793 г/л соответственно, а также высокие технологические свойства зерна: содержание сырой клейковины в муке – 32,8 и 27,0%; ИДК I группы; сила муки – 340 и 278 е. а.; число падения – 296 и 377 с; объемный выход хлеба – 1113 и 1330 см³.

Ключевые слова: селекция, пшеница, сорт, урожайность, гибридизация.



WINTER COMPONENT IN SPRING SOFT WHEAT BREEDING IN THE CENTRAL REGION

T. A. Barkovskaya, senior researcher of the breeding and seed-growing department, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0002-4453-0367;

O. V. Gladysheva, Candidate of Agricultural Sciences, acting director of ISA, affiliation of FSBSI FRAC VIM, podvyaze@bk.ru, ORCID ID: 0000-0001-9030-0055

*Institute of Seed-growing and Agrotechnologies, Branch of the Federal Budgetary Scientific Institution "Federal Research Agro-Engineering Center VIM"
390502, Ryazan Region, v. Podvyaze, Parkovaya Str., 1; tel.: 8 (4912) 26-62-31; e-mail: podvyaze@bk.ru*

In the conditions of the Ryazan region the Institute of Seed-growing and Agrotechnologies (Branch of the Federal Budgetary Scientific Institution "Federal Research Agro-Engineering Center VIM") carried out a comprehensive estimation of winter, spring wheat and breeding material obtained on the basis of crossing with the winter component in 2011–2017. Over the years of research, the winter wheat varieties "Lgovskaya 4" (6.90 t/ha), "Viola" (6.82 t/ha), "Nemchinovskaya 24" (6.68 t/ha) and the spring wheat varieties "Dariya" (3.93 t/ha), "Krestianka" (3.84 t/ha), "Kollektivnaya 1" (3.60 t/ha) produced high yields. The winter wheat varieties "Volzhskaya 15", "Nemchinovskaya 24", "Mironovskaya 29", "Mironovskaya semi-intensive" were found to have the largest kernel weight per head (1.93–2.10 g). The best winter forms used in the hybridization of spring wheat allowed us to create a number of promising lines with high productivity potential and a complex of valuable traits. Over three years (2015–2017), in the control breeding nursery there were identified 4 spring wheat lines with high productivity, where the winter form was taken as one of the parental forms for hybridization. The highest average value of this indicator (5.91 and 5.15 t/ha) was established in the lines "(Priokskaya x Moskovskaya 39 (oz.))_{F10}", "(Moskovskaya 39 (oz.) x Fora)_{F10}" respectively. The line "(Priokskaya x Moskovskaya 39 (oz.))_{F10}" produced the maximum yield of 6.89 t/ha, the line "(Voronezhskaya 10 x Moskovskaya 39 (oz.))_{F10}" produced the minimum yield of 4.18 t/ha. The lines "(Priokskaya x Moskovskaya 39 (oz.))_{F10}" and "(Kollektivnaya 1 x Nemchinovskaya 24 (oz.))_{F10}" possess good grain weight of 757 and 793 g/l respectively, high technological properties of grain, namely 32.8 and 27.0% of raw gluten in flour, the 1-st group IDK, 340 and 278 a. u. of flour power, falling number of 296 and 377 c, bread volume of 1113 and 1330 cm³.

Keywords: breeding process, wheat, variety, productivity, hybridization.

Введение. Производство продовольственного зерна для обеспечения потребности населения в высококачественном хлебе является приоритетной задачей аграрного сектора Российской Федерации. В перспективе увеличение объема зерновой продукции возможно с использованием новых сортов отечественной селекции, сочетающих высокий потенциал продуктивности с экологической пластичностью. Внедрение их в производство будет способствовать росту и стабильности урожайности (Медведев, 2012; Сапега, 2017). Ведущие селекционеры как в России, так и за рубежом

для повышения потенциала продуктивности яровой пшеницы в скрещивание вовлекают озимые формы, которые характеризуются разнообразием по толерантности к стрессовым факторам, высокой урожайностью и повышенной продуктивной кустистостью (Моисеенко и др., 2011; Симинел, 1982; Скрипка и др., 1983). Наиболее ценны для скрещивания сорта озимой пшеницы из Центрального региона, Поволжья и Украины (Давыдова и др., 2016). В условиях Рязанской области они имеют продуктивность 5,41–5,74 т/га и обладают засухоустойчивостью и хорошим качеством зерна.

Цель работы – выявить сорта озимой пшеницы с ценными свойствами для использования в селекции и охарактеризовать селекционный материал яровой пшеницы, созданный на основе скрещивания с озимым компонентом.

Материалы и методы исследований. В институте ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2007–2009 гг. были проведены скрещивания яровой пшеницы с озимым компонентом. Отобранный индивидуальный отбором из поколения F_3 селекционный материал был изучен в полевых условиях в 2011–2017 гг. В контрольном питомнике всего было изучено 15 линий яровой пшеницы. Кроме того, в испытании участвовало 9 сортов озимой пшеницы – Немчиновская 24, Московская 39 (Московский НИИСХ), Виола (Рязанский НИИСХ), Безенчукская 380 (Самарский НИИСХ им. Н. М. Тулайкова), Донская безостая (ВНИИЗК им. И. Г. Калининко), Льговская 4 (Курский НИИСХ), Мироновская полуинтенсивная, Мироновская 29 (Мироновский НИИСХ), Волжская 15 (ООО «НПЦ» «Селекция») и 7 сортов яровой пшеницы – Злата (Московской НИИСХ), Приокская (Московский НИИСХ, Рязанский НИИСХ), Крестьянка, Воронежская 10 (НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева), Пирамида (Пензенский НИИСХ), Коллективная 1 (Украина), Дарья (Беларусь).

Условия вегетации были различные по температурному режиму и количеству осадков. Развитие растений яровой пшеницы в 2011 г. проходило в экстремальных условиях, при дефиците осадков и повышенных температурах воздуха, что сказалось на урожайности, которая за время исследований была наименьшей и составила 1,05–1,66 т/га. Для яровой пшеницы к умеренно благоприятным отнесены 2012, 2013, 2016 гг.; к благоприятным – 2014, 2015, 2017 гг. Для роста растений озимой пшеницы оптимальные условия были в 2011, 2015, 2016 гг. Наиболее неблагоприятным характеризовался 2012 г., в связи с чем продуктивность сортов была наименьшей – 3,39–5,58 т/га.

Контрастные условия (2011–2017 гг.) позволили дать объективную оценку всем изучаемым сорта-образцам. Исходя из величины индекса условий среды, отмечена сильная их вариабельность для озимой пшеницы – от 1,64 в 2012 г. до 2,44 в 2017 г.; для яровой – от 2,04 в 2011 г. до 1,29 в 2014 г.

Предшественник в годы испытаний для озимой пшеницы – чистый пар, яровой – озимая пшеница. Площадь делянки коллекционного питомника – 3 м², в одном повторении. Селекционные линии изучали в контрольном питомнике в трехкратной повторности, площадь делянки – 5 м². Норма высева семян – 6,0 млн шт./га. Исследования проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Федин, 1985). Оценка сортов по технологическим свойствам зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов ИСО. Определяли массу зерна по ГОСТ 10841; содержание сырой клейковины в муке – ГОСТ 28796; число падения – по Хагбергу – Пертену ИСО 3093-82; физические характеристики теста – на альвеографе ГОСТ Р 51415 (ИСО 5530-4-91) и фаринографе ГОСТ Р 51404 (ИСО 5530-1-97); хлебопекарные качества муки – лабораторными выпечками методом интенсивного замеса теста. Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами (Доспехов, 1985), показатель интенсивности (И, %) и индекс стабильности сортов (ИС) (Удачин и др., 1990).

Результаты и их обсуждение. В среднем за годы исследования высокая урожайность отмечена у таких сортов озимой пшеницы, как Льговская 4 (6,90 т/га), Виола (6,82 т/га), Немчиновская 24 (6,68 т/га); яровой

пшеницы – Дарья (3,93 т/га), Крестьянка (3,84 т/га), Коллективная 1 (3,60 т/га) (табл. 1). Многолетнее изучение образцов показало, что генетический потенциал в наибольшей степени реализовался в благоприятных условиях 2017 г. у озимой пшеницы, в условиях 2014 г. – у яровой.

Исследования выявили дифференциацию по уровню урожайности как по культурам, так и по сортам. Самая минимальная урожайность в неблагоприятные годы была у сортов озимой пшеницы Мироновская полуинтенсивная, Мироновская 29 – 3,43 т/га, Московская 39 – 3,52 т/га; у сортов яровой пшеницы Дарья – 1,05 т/га, Приокская – 1,31 т/га. Максимальную урожайность сформировали сорта озимой пшеницы Немчиновская 24, Донская безостая – 9,86 и 9,66 т/га соответственно; сорта яровой пшеницы Дарья, Воронежская 10 – 5,63 и 5,43 т/га соответственно. Коэффициент варьирования урожайности по годам у образцов высок и неодинаков, колеблется в пределах 15,3–31,4% у сортов озимой пшеницы и в пределах 34,6–46,5% у яровой. Более низкий разброс в урожайности отмечен у сортов озимой пшеницы Волжская 15, Виола и Льговская 4 – 15,3; 19,2 и 19,7% соответственно; ярового сорта Пирамида – 34,2%.

В производстве уровень реализации генетического потенциала возделываемых сортов до сих пор остается на уровне 50–60%. В связи с этим важно знать не только потенциал урожайности, которым обладают современные сорта, но и как они его проявляют при различных складывающихся условиях в конкретной местности. Исследования показали, что такие сорта озимой пшеницы, как Волжская 15, Виола, Льговская 4, и сорта яровой пшеницы Приокская, Коллективная 1, Крестьянка в условиях Рязанской области раскрывают свой потенциал продуктивности выше чем на 74%.

В настоящее время знание требовательности сорта к условиям внешней среды и его отзывчивость на их улучшение имеют первостепенное значение. По индексу стабильности (ИС) определяли устойчивость изученного материала к неблагоприятным факторам окружающей среды, который снижался одновременно с повышением вариабельности их урожайности. Сравнительный анализ по индексу стабильности сортов яровой и озимой пшеницы выявил значительную дифференциацию, а именно 7,8–13,6 и 18,8–57,9 соответственно. Наибольшее значение имели сорта озимой пшеницы Волжская 15, Виола и Льговская 4 (57,9; 38,8 и 35,4 соответственно), а также сорта яровой пшеницы Пирамида и Коллективная 1 (13,6 и 12,7 соответственно).

В наших условиях по показателю интенсивности (И, %) к экстенсивным сортам относятся озимая пшеница Волжская 15, Безенчукская 380 и Виола – 32,3; 51,9 и 54,6% соответственно; яровая Приокская и Злата – 76,0 и 85,4% соответственно. К интенсивным сортам, по данным наших исследований, озимая пшеница Немчиновская 24, яровая Дарья, Воронежская 10 и Крестьянка. По результатам показателей интенсивности и стабильности сорта озимой пшеницы Волжская 15 и Виола более приспособлены к условиям Рязанской области.

В наших условиях по скороспелости выделяются сорт озимой пшеницы Мироновская 29 и сорт яровой пшеницы Злата, вегетационный период у которых на 19 и 6 дней соответственно короче, чем у стандарта (табл. 2). Они представляют интерес для селекции по признаку скороспелости. Содержание белка, клейковины и ИДК за период исследования позволяют отнести зерно изученных сортов к продовольственному. Установлено, что у сортов яровой пшеницы масса 1000 зерен в среднем ниже на 28%, чем у озимой.

1. Сравнительная характеристика сортов по урожайности, интенсивности и стабильности (2011–2017 гг.)
1. Comparative characteristics of the varieties according to productivity, intensity and stability (2011–2017)

Сорт	Оригинатор	Размах варьирования урожайности (min – max), т/га	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент вариации (Cv), %	Реализация потенциала, %	Показатель интенсивности (И), %	Индекс стабильности (ИС)
Озимая пшеница							
Немчиновская 24	Московский НИИСХ	3,39–9,86	6,74	29,7	68,4	102,5	20,5
Московская 39	–/–	3,52–8,71	6,02	27,6	69,1	82,3	22,7
Виола	Рязанский НИИСХ	5,21–8,64	6,82	19,2	78,9	54,4	38,8
Донская безостая	ВНИИЗК им. И. Г. Калининко	4,47–9,66	6,41	28,1	66,4	82,3	23,1
Безенчукская 380	Самарский НИИСХ им. Н. М. Тулайкова	4,56–7,84	6,05	29,7	77,2	51,9	19,1
Льговская 4	Курский НИИСХ	4,45–9,26	6,90	19,7	74,5	76,2	35,3
Волжская 15	ООО «НПЦ «Селекция»	5,58–7,63	6,50	15,3	85,2	32,5	57,9
Мироновская полунинтенсивная	Украина	3,43–8,54	5,65	29,9	66,1	80,9	18,8
Мироновская 29	–/–	3,43–7,93	5,67	30,5	71,5	71,3	20,1
Среднее в опыте			6,31				
Яровая пшеница							
Приокская	Московский НИИСХ, Рязанский НИИСХ	1,31–3,91	3,02	36,1	77,4	76,0	12,0
Злата	Московский НИИСХ	1,41–4,33	2,98	36,2	68,8	85,4	12,1
Воронежская 10	НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева	1,38–5,43	3,35	46,5	61,7	118,4	7,8
Крестьянка	–/–	1,46–5,16	3,84	37,0	74,4	108,2	11,1
Пирамида	Пензенский НИИСХ	1,40–4,87	3,21	34,6	65,9	101,5	13,6
Коллективная 1	Украина	1,66–4,73	3,60	35,2	76,1	89,9	12,7
Дарья	Беларусь	1,05–5,63	3,93	40,3	69,8	133,9	8,4
Среднее в опыте			3,42				

Необходимо отметить, что повышение селекционным путем данного показателя при сохранении других признаков равнозначно увеличению урожайности на 15–20% (Шиндин, 2002). Выявлены сорта озимой пшеницы с наиболее высокой массой зерна с колоса: Волжская 15, Немчиновская 24, Мироновская 29, Мироновская полунинтенсивная – 1,93–2,10 г. Высокая озерненность колоса (36–42 шт.) отмечена у сортов Донская безостая, Виола, Волжская 15, для них характерна наибольшая длина колоса (9,6–10,9 см) и число колосков в колосе (16,5–17,8 шт.).

Использование в гибридизации яровой пшеницы лучших форм озимой позволило создать ряд перспективных линий с высоким потенциалом продуктивности и комплексом ценных признаков. В среднем за три года (2015–2017 гг.) в контрольном питомнике по урожайности выделились 4 линии яровой пшеницы, где в качестве одного из родителей была взята озимая форма (табл. 3).

Наибольшее среднее значение данного показателя отмечено у линий (Приокская х Московская 39 (оз.))_{F10}, (Московская 39 (оз.) х Фора)_{F10} – 5,91 и 5,15 т/га

соответственно. Максимальную урожайность сформировала линия (Приокская х Московская 39 (оз.))_{F10} – 6,89 т/га, а минимальную – линия (Воронежская 10 х Московская 39(оз.))_{F10} – 4,18 т/га. Установлено, что вновь созданный селекционный материал с использованием озимого компонента превышал по урожайности, массе 1000 зерен и весу зерна с колоса яровой компонент более чем на 15–30%, а также отмечено превышение над стандартным сортом Агата на 5–35%. При этом превышение присутствует как при использовании схемы гибридизации «озимый компонент х яровой», так и «яровой компонент х озимый». Линии (Приокская х Московская 39 (оз.))_{F10} и (Коллективная 1 х Немчиновская 24 (оз.))_{F10} имеют хорошую натуру зерна – 757 и 793 г/л соответственно, а также высокие технологические свойства зерна: содержание сырой клейковины в муке – 32,8 и 27,0%; ИДК I группы; сила муки – 340 и 278 е. а.; число падения – 296 и 377 с; объемный выход хлеба – 1113 и 1330 см³. Линия (Коллективная 1 х Немчиновская 24 (оз.))_{F9} характеризуется низкостебельностью, высота растений – 78 см, что на 30 см ниже стандарта.

Выводы. На основе комплексных оценок сортов озимой пшеницы выявлены образцы с ценными свойствами – Виола, Львовская 4, Волжская 15, Мироновская 29, которые перспективны для практической работы в селекции. С использованием озимого компонента в селекции яровой пшеницы создан перспек-

тивный селекционный материал (Приокская х Московская 39 (оз))_{F10}, (Коллективная 1 х Немчиновка 24 (оз))_{F10}, (Московская 39 (оз) х Фора)_{F10}, обладающий высокой продуктивностью, массой 1000 зерен и хорошим качеством зерна.

Библиографические ссылки

1. Давыдова Н. В., Казаченко А. О., Малкина Т. П., Шарошкина Е. Е. Особенности использования озимых форм в селекции яровой мягкой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 9. С. 23–25.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
3. Моисеенко Л. М., Клыков А. Г., Коновалова И. В., Богдан П. М. Использование озимых сортов в селекции яровой пшеницы с целью повышения генетического потенциала продуктивности // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 28–30.
4. Медведев А. М. Сорт – важная составная часть развития инновационных технологий в растениеводстве // Сб. мат. науч.-практ. конференции, посвященной 80-летию Московского НИИСХ «Немчиновка». М., 2012. С. 9–15.
5. Сапега В. А. Урожайность, интенсивность и стабильность сортов озимой пшеницы в условиях Северного Зауралья // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 42–44.
6. Симинел В. Д. Опыт гибридизации озимых и яровых пшениц // Селекция интенсивных сортов и гибридов полевых культур. Кишинев: Штиинца, 1982. С. 5–15.
7. Скрипка А. И., Мовчан Г. И. Использование озимых форм в селекции яровой пшеницы // Селекция и семеноводство. 1983. С. 7–11.
8. Удачин Р. А., Головоченко А. П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2–6.
9. Шиндин И. М. Результаты изучения образцов яровой пшеницы мировой коллекции ВИР в условиях Дальнего Востока // Теоретические и прикладные аспекты селекции сельскохозяйственных растений. Хабаровск, 2002. С. 31–37.

References

1. Davydova N. V., Kazachenko A. O., Malkina T. P., Sharoshkina E. E. Osobennosti ispol'zovaniya ozimyh form v selekcii yarovoy myagkoy pshenicy [Features of application of winter forms in spring soft wheat breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. № 9. S. 23–25.
2. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kolos, 1985. 351 s.
3. Moiseenko L. M., Klykov A. G., Konovalova I. V., Bogdan P. M. Ispol'zovanie ozimyh sortov v selekcii yarovoy pshenicy s cel'yu povysheniya geneticheskogo potenciala produktivnosti [The use of winter varieties in spring wheat breeding in order to increase genetic potential of productivity] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 12. S. 28–30.
4. Medvedev A. M. Sort – vazhneyshaya sostavnaya chast' razvitiya innovatsionnykh tekhnologiy v rastenievodstve [A variety is the most important part of the development of innovative technologies in plant-breeding] // Sb. mat. nauch.-prakt. konferencii, posvyashchennoj 80-letiyu Moskovskogo NIISKH "Nemchinovka". M., 2012. S. 9–15.
5. Sapega V. A. Urozhajnost', intensivnost' i stabil'nost' sortov ozimoy pshenicy v usloviyah Severnogo Zaural'ya [Productivity, intensity and stability of winter wheat varieties in the Northern Trans-Urals] // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 1. S. 42–44.
6. Siminel V. D. Opyt gibrizatsii ozimyh i yarovyh pshenic [The experience of winter and spring wheat hybridization] // Selekcija intensivnykh sortov i gibrinov polevykh kul'tur. Kishinev: Shtiinca, 1982. S. 5–15.
7. Skripka A. I., Movchan G. I. Ispol'zovanie ozimyh form v selekcii yarovoy pshenicy [The use of winter forms in spring wheat breeding] // Selekcija i semenovodstvo. 1983. S. 7–11.
8. Udachin R. A., Golovochenko A. P. Metodika ocenki ehkologicheskoy plastichnosti sortov pshenicy [Methodology of estimation of the ecological plasticity of wheat varieties] // Selekcija i semenovodstvo. 1990. № 5. S. 2–6.
9. Shindin I. M. Rezul'taty izucheniya obrazcov yarovoy pshenicy mirovoj kollekcii VIR v usloviyah Dal'nego Vostoka [The study results of spring wheat samples of the world collection of IPI in the conditions of the Far East] // Teoriticheskie i prikladnye aspekty selekcii sel'skohozyajstvennykh rastenij. Habarovsk, 2002. S. 31–37.

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.

НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ БУЛАТ

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

И. В. Самсонов, зав. лабораторией селекции ячменя, ORCID ID: 0000-0001-6516-3175;

Н. А. Панкратова, младший научный сотрудник отдела селекции зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-3366-5960

ФГУП «Прикумская опытно-селекционная станция»,

356803, Ставропольский край, Буденновский р-он, Территория Буденновск-3, ул. Вавилова, 4; e-mail: fgupposs@mail.ru

В Российской Федерации ячмень является одной из важнейших продовольственных и кормовых культур. Высокая способность адаптироваться к различным факторам среды обуславливает широкое распространение ячменя по всей территории страны. В Ставропольском крае, где основное использование ячменя кормовое, значительные площади отводят под более урожайную культуру – озимый ячмень, но и яровому ячменю уделяется достаточное внимание. В условиях резко континентального климата яровой ячмень является основной страховой зернофуражной культурой на случай гибели озимых культур. Ежегодно увеличивающаяся потребность сельского хозяйства в кормах ставит задачи по созданию новых высокоадаптивных сортов, которые способны формировать высокую и стабильную урожайность, с хорошим качеством зерна. По положительным итогам госсортоиспытания, в 2018 г. включен в Госреестр селекционных достижений новый сорт ярового ячменя Булат селекции ФГУП «Прикумская опытно-селекционная станция» с рекомендацией к возделыванию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах. Сорт получен в результате внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции Медикум г-68446 и Виконт. По срокам созревания относится к группе среднеспелых сортов. Vegetационный период в среднем составляет 83 дня. Обладает высокой засухоустойчивостью и повышенной устойчивостью к ряду заболеваний. Новый сорт формирует крупное зерно с массой 1000 зерен 53–56 г. Содержание белка в зерне в среднем составляет 9,8%. За 2015–2017 гг. изучения в ФГУП «Прикумская ОСС» превзошел по урожайности стандартный сорт Странник на 0,44 т/га. При испытании на госсортоучастках Северо-Кавказского и Нижневолжского регионов урожайность сорта Булат достигала 5,35–7,38 т/га. Сорт предназначен на зернофуражные цели.

Ключевые слова: яровой ячмень, селекция, сорт, урожайность, засухоустойчивость.



THE NEW SPRING BARLEY VARIETY “BULAT”

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

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

N. A. Pankratova, junior researcher of the grain breeding department, ORCID ID: 0000-0002-3366-5960

FSEP “Prikumskaya Experimental Breeding Station”,

356803, Stavropol Area, Budyonovsky district, Territory Budenkovsk-3, Vavilov Str., 4; e-mail: fgupposs@mail.ru

In the Russian Federation, barley is one of the most important food and forage grain crops. The wide spread of barley throughout the country is caused by its high ability to adapt to various environmental factors. In the Stavropol Area, where barley is mainly used as fodder, significant areas are occupied with winter barley as more productive crop, but spring barley is also given sufficient attention. Under the sharply continental climate, spring barley is the main insurance grain-forage crop in case of winter crops death. Every year, the growing need in feed requires to develop new highly adaptable varieties that are capable to produce high and stable yields with good grain quality. According to the positive results of the State Variety Testing in 2018, the new spring barley variety “Bulat”, developed by the FSEP “Prikumskaya Experimental Breeding Station”, was included into the State List of Breeding Achievements and recommended for cultivation in the North Caucasus and Nizhne-Volga regions. The variety was obtained as a result of intraspecific hybridization with the further individual selection from the hybrid population “Medikum g-68446” and “Vikont”. Due to the ripening time the variety can be referred to the group of middle-ripening varieties. The average growing season lasts 83 days. The variety is highly tolerant to drought and resistant to some diseases. The new variety produces large kernels with 53–56 g of 1000-kernel weight. The grain contains 9.8% of protein on average. During the 2015–2017 study in the Prikumskaya Experimental Breeding Station, the variety exceeded productivity of the standard variety “Strannik” on 0.44 t/ha. When tested at the State Variety Plots of the North Caucasus and Nizhne-Volga regions, the productivity of the variety “Bulat” reached 5.35–7.38 t/ha. The variety is intended for grain forage purposes.

Keywords: spring barley, breeding process, variety, productivity, drought tolerance.

Введение. Ячмень – одна из основных зерновых культур в мире. Большое внимание, которое уделяется выращиванию ячменя, объясняется широким и разносторонним применением его зерна. На долю Российской Федерации приходится 14,2% от мирового производства ячменя. В России валовый сбор ячменя за последние пять лет составлял от 15,3 до 20,4 млн т зерна (Петриченко, 2017).

По данным АБ-Центра, в общем рейтинге регионов по валовому сбору ячменя Ставропольский край находится на пятом месте. В 2016 г. в Ставропольском крае было собрано 912 тыс. т ячменя, или 4,8%

от всего производства ячменя в России (Рейтинг регионов России по производству ячменя в 2016 г.).

Основное использование ячменя в Ставропольском крае – корм для животных. Отношение к культуре ячменя является непосредственным показателем развития животноводства в крае (Портуировская и Огарев, 2002).

Ежегодно увеличивающаяся потребность сельского хозяйства в кормах, сырье для пищевой и пивоваренной промышленности ставит задачи по созданию высокоадаптивных сортов, которые способны формировать высокую и стабильную урожайность

с хорошим качеством зерна, устойчивых к наиболее распространенным абиотическим и биотическим стрессам (Филиппов, 2007).

В решении этой проблемы основная роль отводится селекции, семеноводству и сортовой агротехнике культуры. Это наиболее малозатратные, экономически оправданные и экологически безопасные приемы повышения урожайности и ее стабильности (Ерешко и Бершанский, 2007).

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2015–2017 гг. в ФГУП «Прикумская опытно-селекционная станция» (ФГУП «Прикумская ОСС»), которое расположено в засушливой зоне Ставропольского края. Почвы опытного участка каштановые, содержание гумуса – 1,7–1,9%. Количество выпадающих осадков по годам колеблется от 370 до 450 мм, 70% из них выпадает в период вегетации. Период «колошение – созревание зерна» характеризуется ухудшением гидротермического режима. Среднесуточная температура воздуха в июне варьирует от 21 до 27 °С, а в дневные часы температура воздуха достигает 42–45 °С. Относительная влажность воздуха часто не превышает 30%, отмечается воздушная засуха.

В период проведения исследований 2015–2016 гг. характеризовались ранними сроками сева, более высоким температурным режимом в течение вегетации. В период «колошение – созревание» отмечено 7–10 дней с суховеями. Выпадение осадков за период вегетации (апрель – июнь) было близко к норме – 150–170 мм. Урожайность сортов ярового ячменя составила от 2,3 до 3,7 т/га. Наиболее благоприятные условия сложились в 2017 г. Сумма выпавших осадков за вегетационный период составила 205,9 мм, из них более 60% пришлось на период «колошение – созревание». В этот период насыщенность суховеями была минимальной – 3 дня. Наличие достаточного количества продуктивной влаги, а также оптимальные температуры воздуха в течение вегетации способствовали получению урожая сортов ярового ячменя от 4,3 до 5,1 т/га.

Опыт закладывали по типу конкурсного сортоиспытания. Размещение делянок систематическое с четырьмя повторениями. Площадь делянок – 30 м², норма высева – 2,7 млн всхожих семян на 1 га (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985). Посев проводили сеялкой СН-16 в тринадцатирядковом варианте по предшественнику озимая пшеница. Технология возделывания – общепринятая для культуры. Математическую

обработку данных проводили по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (1985) на персональном компьютере с использованием программ Microsoft Excel. Определяли показатели: натура зерна – ГОСТ 10840-64; масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89; пленчатость зерна – ГОСТ 10843-76; содержание белка в зерне – ГОСТ 10846-91.

Результаты и их обсуждение. Основным методом селекции с культурой ярового ячменя в ФГУП «Прикумская ОСС» является внутривидовая гибридизация с привлечением сортов инорайонной и местной селекции, коллекционных сортообразцов ВИРа, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств для особенностей зоны.

В результате селекционной работы были созданы сорта ярового ячменя с повышенной адаптацией к контрастным условиям Ставрополя. К таким сортам необходимо отнести Прикумский 22, Прикумский юбилейный, Прикумский 47, которые рекомендованы для использования в производственных условиях на зернофуражные цели.

В настоящее время в засушливых условиях Ставрополя и Калмыкии возделывается сорт Странник, обладающий высокими темпами начального роста, засухоустойчивостью и ранним сроком созревания. Сорт формирует крупное зерно с массой 1000 зерен более 50 г. В производственных условиях в благоприятном 2017 г. его урожайность составила 3,4–4,4 т/га.

В период с 2016 по 2017 г. проходил государственное сортоиспытание новый сорт ярового ячменя Булат селекции ФГУП «Прикумская ОСС». По положительному итогам сортоиспытания сорт Булат в 2018 г. внесен в Государственный реестр селекционных достижений с рекомендацией к возделыванию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах.

Новый сорт ярового ячменя Булат получен в результате внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной популяции Медикум г-68446 (ФГУП «Прикумская ОСС») и Виконт (ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко»).

Разновидность – medicum. Колос двурядный, пирамидальный. Зерно крупное, масса 1000 зерен – 53–56 г, полуокруглой формы. Сорт среднеспелый. Вегетационный период – 83 дня. В условиях Ставропольского края созревает на 1–2 дня раньше стандарта Странник. Соломина полая, прочная. Высота растений за годы изучения составляла 88 см. Сорт относится к степной экологической группе, высокоустойчив к поражению сетчатым гельминтоспориозом, пыльной головней.

1. Хозяйственно-биологическая характеристика сорта ярового ячменя Булат по данным ФГУП «Прикумская ОСС» за 2015–2017 гг. (предшественник – озимая пшеница)

1. Economic and biological characteristics of the spring barley variety “Bulat” according to the data of the FSEP “Prikumskaya EBS” in 2015–2017 (forecrop is winter wheat)

Показатель	Единица измерения	Булат	Странник, ст.	+/- к стандарту	Стандартное отклонение
Масса 1000 зерен	гр.	53,1	52,1	+1,0	0,71
Натура зерна	г/л	695	684	+11,0	7,78
Содержание белка	%	9,8	9,7	+0,1	0,07
Пленчатость зерна	%	10,3	9,4	+0,9	0,64
Продуктивная кустистость	шт.	2,8	2,5	+0,3	0,21
Продуктивный стеблестой с 1 м ²	шт.	467	401	+66,0	46,67
Высота растения	см	88	94	-6,0	4,24
Сетчатый гельминтоспориоз	%	5,8	15,8	-10,0	7,07
K(_{хоз})	%	45,9	41,7	+4,2	2,97
Вегетационный период	дней	83	84	-1,0	0,71
Прирост биомассы растения	балл	7,0	6,5	+0,5	0,35

Новый сорт превзошел стандарт по продуктивной кустистости, продуктивному стеблестю с 1 м² и выходу зерна к общей массе растения. По отношению к стандартному сорту Странник формирует более крупное и выполненное зерно с содержанием белка в среднем 9,8% (табл. 1).

За годы конкурсного сортоиспытания в ФГУП «Прикумская ОСС» в зависимости от условий года

урожайность нового сорта ярового ячменя Булат колебалась от 3,01 (умеренно благоприятный) до 5,09 т/га (благоприятный). В среднем прибавка к стандарту составила 0,44 т/га (табл. 2).

Изучение сорта в различных агроклиматических условиях позволяет оценить его адаптационную способность к контрастным факторам среды (табл. 3).

2. Урожайность сорта ярового ячменя Булат в конкурсном сортоиспытании ФГУП «Прикумская ОСС» за 2015–2017 гг. (предшественник – озимая пшеница)

2. Productivity of the spring barley variety “Bulat” in the competitive variety testing of the FSEP “Prikumskaya EBS” in 2015–2017 (forecrop is winter wheat)

Сорт	Урожайность, т/га			В среднем за три года, т/га
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	
Странник, ст.	3,16	2,91	4,43	3,50
Прикумский 47	2,72	2,55	4,34	3,20
Булат	3,73	3,01	5,09	3,94
НСР _{0,05}	0,25	0,30	0,39	0,31

3. Результаты испытания сорта ярового ячменя Булат по данным ГСИ Северо-Кавказского и Нижневолжского регионов за 2016–2017 гг.

3. Testing results of testing of the spring barley variety “Bulat” according to the data of the SVS of the North Caucasus and Nizhne-Volga regions in 2016–2017

Регион	Сорт	Урожайность, т/га	+/- к стандарту, т/га
Северо-Кавказский регион			
Краснодарский край	St. Висконт	3,80	–
	Булат	3,92	+0,12
	НСР ₀₅	0,27	–
Ростовская область	St. Ратник	2,92	–
	Булат	2,81	–0,11
	НСР ₀₅	0,14	–
Ставропольский край	St. Странник	4,19	–
	Булат	4,43	+0,24
	НСР ₀₅	0,15	–
Республика Крым	St. Сталкер	2,66	–
	Булат	2,68	+0,02
	НСР ₀₅	0,09	–
Нижневолжский регион			
Астраханская область	St. Эней УА	2,32	–
	Булат	3,40	+1,08
	НСР ₀₅	0,38	–
Волгоградская область	St. Камышинский 23	2,46	–
	Булат	2,51	+0,05
	НСР ₀₅	0,18	–
Республика Калмыкия	St. Странник	3,05	–
	Булат	3,38	+0,33
	НСР ₀₅	0,18	–

По итогам государственного сортоиспытания сорт Булат в засушливых условиях Нижневолжского региона обеспечил прибавку урожая до 1,08 т/га к уровню стандартов. В Северо-Кавказском регионе при более благоприятных условиях по влагообеспеченности новый сорт превзошел стандарты до 0,24 т/га.

За годы госсортоиспытания максимальные урожаи нового сорта ярового ячменя Булат были получены: в 2016 г. – на Отрадненском ГСУ Краснодарского

края (5,35 т/га); в 2017 г. – на Ачикулакском ГСУ Ставропольского края (7,38 т/га).

Выводы. Новый сорт ярового ячменя Булат сочетает ряд важных признаков, таких как высокие темпы начального роста, высокий продуктивный стеблестой, высокая устойчивость к ряду заболеваний, что реализуется в формировании крупного хорошо выполненного зерна с преимуществом в продуктивности к ряду сортов на юге России.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Ерешко А. С., Бершанский Р. Г. Особенности технологии возделывания краснодарских сортов ячменя в условиях Дона // Современные принципы и методы селекции ячменя: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конференции. Краснодар, 2007. С. 192–197.
3. Петриченко В. В. Плавный спуск после исторического взлета // Защита растений. 2017. № 7. С. 3.
4. Портуровская С. П., Огарев В. Д. Ячмень на Ставрополье: сб. науч. трудов. Ставрополь, 2002. 112 с.
6. Рейтинг регионов России по производству ячменя в 2016 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ab-centre.ru/news/proizvodstvo-yachmenya-v-rossii-po-regionam-reyting-2016>.
5. Филиппов Е. Г. Селекция высокопродуктивных сортов озимого и ярового ячменя // Современные принципы и методы селекции ячменя: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конференции. Краснодар, 2007. С. 62–66.

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Ereshko A. S., Bershanskij R. G. Osobennosti tekhnologii vozdelevaniya krasnodarskih sortov yachmenya v usloviyah Dona [Features of the cultivation technology of Krasnodar barley varieties in the conditions of the Don area] // Sovremennye principy i metody selekcii yachmenya: sb. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Krasnodar, 2007. S. 192–197.
3. Petrichenko V. V. Plavnyj spusk posle istoricheskogo vzleta [Smooth descent after a historic take-off] // Zashchita rastenij. 2017. № 7. S. 3.
4. Porturovskaya S. P., Ogarev V. D. Yachmen' na Stavropol'e: sb. nauch. trudov [Barley in the Stavropol region: collection of research works]. Stavropol', 2002. 112 s.
5. Rejting regionov Rossii po proizvodstvu yachmenya v 2016 godu [Rating of Russian regions due to barley production in 2016] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://ab-centre.ru/news/proizvodstvo-yachmenya-v-rossii-po-regionam-reyting-2016>.
5. Filippov E. G. Selekcija vysokoproduktivnyh sortov ozimogo i yarovogo yachmenya [Breeding of highly productive winter and spring barley varieties] // Sovremennye principy i metody selekcii yachmenya: sb. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Krasnodar, 2007. S. 62–66.

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 ПРИЗНАКОВ СОЦВЕТИЯ РИСА

В. А. Дзюба, доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела по организационно-техническому и информационному обслуживанию НИР, ORCID 0000-0002-9731-2216;

Л. В. Есаулова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии, ORCID 0000-0002-0907-2524;

И. Н. Чухирь, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник группы исходного материала отдела селекции, ORCID 0000-0001-8657-9399;

Т. Л. Коротенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Уникальной научной установки «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур», ORCID 0000-0002-3831-4879;

А. Г. Зеленский, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела селекции, ORCID 0000-0001-9597-5481

ФГБНУ «ВНИИ риса»,

350921, г. Краснодар, п. Белозерный, 3; тел.: 8 (861) 229-41-98; e-mail: arri_kub@mail.ru

Из литературных источников известно более 1000 активных генов риса, по которым составлены хромосомные и генетические карты. Некоторые из них имеют конкретную локализацию в группах сцепления генов. Зная конкретную локализацию генов в хромосоме, их взаимодействие, взаимосвязи с другими соседними аллелями, можно с высокой достоверностью подбирать родительские пары для гибридизации при моделировании новых генотипов и сортов с нужными признаками. Ботаническое понятие соцветия растения риса включает все количественные и качественные признаки метелки. В научной литературе описано более 20 признаков, характеризующих метелку. При этом признаки метелки разделены на соцветие и факторы колоска (зерновки). В статье приведены характеристики родительских особей и гибридов F_1 и F_3 растений риса, результаты гибридологического анализа, описаны гены и их проявление в гибридных комбинациях. Ценные генотипы рекомендуем использовать при подборе родительских пар для гибридизации в процессе создания новых сортов. В генетических формулах сортов и гибридов каждый признак представлен одним символом, памятуя, что он находится в диплоидном состоянии. Доминантные гены обозначены прописными символами, рецессивные – строчными. Определены значения коэффициентов доминантности, которые указывают на наследование признаков в F_1 . Большинство признаков проявляет эффект доминирования и сверхдоминирования, что указывает на возможность их использования в селекционном процессе при создании исходного материала и новых сортов риса. Проведен гибридологический анализ, который показал дигенный тип наследования.

Ключевые слова: рис, родительская особь, гибрид, ген, генотип, признак, метелка, сорт.



GENETICS OF THE SIGNS OF RICE CLUSTERS

V. A. Dzyuba, Doctor of Biological Sciences, main researcher of the department for organizational, technical and information services RW, ORCID 0000-0002-9731-2216;

L. V. Esaulova, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory of biotechnology and molecular biology, ORCID 0000-0002-0907-2524;

I. N. Chukhir, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of initial material of the breeding department, ORCID 0000-0001-8657-9399;

T. L. Korotenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the Unique Collection of genetic resources of rice, vegetables and melon crops, ORCID 0000-0002-3831-4879;

A. G. Zelensky, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the breeding department, ORCID 0000-0001-9597-5481

FSBSI "ARRI of rice",

350921, Krasnodar, v. of Belozerny, 3; tel.: 8 (861) 229-41-98; e-mail: arri_kub@mail.ru

From the literature, more than 1000 active rice genes are known, from which chromosomal and genetic maps are drawn. Some of them have specific localization in the gene linkage groups. Knowing the specific gene localization in the chromosome, their interaction, interrelations with other neighboring alleles, it is possible to select the parental pairs to hybridize the models of new genotypes and varieties with the necessary traits. The botanical concept of a rice cluster includes all the quantitative and qualitative characteristics of the panicle. The scientific literature describes more than 20 signs that characterize a panicle. At the same time, panicle signs are divided into cluster and spikelet factors (grains). The article presents the characteristics of the parental individuals and the F_1 and F_3 hybrids of rice, the results of the hybridological analysis, the description of the genes and their manifestation in the hybrid combinations. We recommend using valuable genotypes in the selection of parental pairs for hybridization in the process of developing new varieties. In the genetic formulas of varieties and hybrids, each trait is represented by one symbol, as it is in the diploid state. The dominant genes are designated by uppercase (capital) symbols, the recessive one are written by lowercase letters. There have been determined the values of the dominance coefficients, which indicate the trait inheritance in F_1 . The most traits show the effect of dominance and overdominance, which indicates the possibility of their use in the breeding process when developing the source material and new rice varieties. There was carried out a hybridological analysis, which showed the digenic type of inheritance.

Keywords: rice, parental species, hybrid, gene, genotype, trait, panicle, variety.

Введение. В настоящее время описано более 1000 активных генов риса, составлены хромосомные и генетические карты (Nagai, 1951; Kurata and Omuza, 1997). Некоторые из них имеют конкретную локализацию в группах сцепления генов. Зная конкретную локализацию генов в хромосоме, их взаимодействие, взаимосвязи с другими соседними аллелями, можно

с высокой достоверностью подбирать родительские пары для гибридизации при моделировании новых генотипов и сортов с нужными признаками.

В эпоху синтетической, клеточной, генной и молекулярной селекции селекционер вводит нужные гены в родительский генотип растения для создания нового исходного материала.

Начиная с гибридов F_2 , по моногенным факторам мы рекомендуем проводить индивидуальный отбор гомозиготных растений для селекции.

Ботаническое понятие соцветия растения риса включает все количественные и качественные признаки метелки. В научной литературе описано более 20 признаков, характеризующих метелку (Chang, 1964; Dzuba, 1973). При этом мы разделяем признаки метелки, как такового соцветия и факторы колоска (зерновки). Все они характеризуют признаки метелки, которой принадлежит существенная роль в продуктивности растения риса (Griffing, 1950; Haur, 1945; Ishikawa, 1927; Дзюба, 2004).

Мы постараемся описать генетику главных признаков, имеющих селекционное значение, прежде всего отдавая предпочтение признакам, контролирующим линейные размеры и структурные элементы метелки (Дзюба, 2004). Они включают длинные, средние и короткие метелки (Lp-long panicle; mp-medium panicle; sp-short panicle) (Chang, 1964; Khush and Gofman, 1977; Kinoshita, 1997; Parnell, 1917; Ramiah, 1930, 1953).

Cl – Clustered spikelets – гроздевидное (мутовчатое) расположение колосков (Chang, 1964).

Ген *dn-dense* – контролирует плотность метелки риса. По линейным размерам она короткая (12–13 см) и имеет более 100 колосков.

Ген *Ex-Exerted panicle* детерминирует компактную метелку. Фенотипическое его проявление показывает прямостоячую, короткую метелку. Он проявляется в короткой ножке последнего, предметелочного междоузлия (Дзюба, 2004).

Длинную метелку, более 15 см, контролирует доминантный ген *Lp-Long panicle*. J. W. Jones (1928) установил, что длинная метелка доминирует над короткой.

Lk-Long (short) grain – короткое зерно. По ботанической классификации Г. Г. Гущина (1938) все короткозерные образцы риса относятся к подвиду *Oryza sativa japonica*.

lk-long grain – длинное зерно. Все образцы риса с удлинённой зерновкой относятся к подвиду *Oryza sativa indica* (Гушин, 1938).

P-Colored apiculus – окрашен апикулос. Он взаимодействует с геном *Ps*, который детерминирует окраску рыльца и колоска.

Ген *bf-brown furrows of hull* – коричневая окраска бороздки цветковой чешуи. Этот ген контролирует образцы ботанической разновидности *zeravschanica* Brs. и *cinnamomea* Bat. (Дзюба, 2004).

Wh-White hull – белая (соломенно-желтая) окраска цветковой чешуи. Все сорта и образцы риса с геном *Wh (Bf)* относятся к ботанической разновидности *italica* Alef.

Gf-gold furrows of hull – золотистая окраска цветковой чешуи.

Ген *An-Awn* – остистость, который проявляет доминантный эффект.

Цель исследований – изучить наследование признаков, определяющих структуру и качество метелки. Провести гибридологический анализ признаков гибридов F_2 риса и показать их использование в селекции.

Материалы и методы исследований. В полевом опыте в течение трех лет проводили изучение отобранных коллекционных образцов риса с контрастными признаками размеров и структуры метелки. Для гибридизации были отобраны четыре образца с конкретными признаками: № 0750 (Мутант 2682-74); № 01151 (без названия); № 04197 (сорт Атлант) и 04-76 (Филиппины-033). Гибридологический анализ проводили на основе общепринятых методик (Орлова, 1991; Мережко, 1994; Дзюба, 2004, 2007, 2010, 2012).

По каждому отобранному образцу были составлены примерные генотипы символами названия генов. Например, Мутант 2682-74 характеризовался следующими признаками: безостый, короткая метелка, удлиненные колоски, окрашенные в соломенно-желтый цвет. Примерный генотип образца имел следующую формулу: $anlplkbf$. В примерный генотип мы включали по одному аллелю, помня, что диплоидное растение несет два гена (табл. 1, 2). Генетические формулы примерных генотипов сортов и гибридов составлены с учетом символов генов, контролирующих признаки соцветия (метелки) риса (Kinoshita, 1997; Chang, 1964; Ramiah, 1953; Jodon, 1948; Kadam, 1943; Dzuba, 1973).

Результаты и их обсуждение. В таблицах 1 и 2 представлены характеристики родительских образцов риса и генотипические формулы модели гибридов риса.

1. Характеристика родительских образцов риса по фенотипическим признакам метелок

1. Characteristics of parental rice samples according to phenotypic traits of panicles

№ п/п	Номер каталога и название образца	Генотипическая формула образца	Фенотипическое проявление признаков соцветия образцов
1	0750 Мутант 2682-74	$anlplkBf$	Безостый, метелка короткая, колоски удлиненные, цветковые чешуи окрашены в соломенно-желтый цвет
2	01151 (без названия)	$AnLpLkBf$	Остистый, метелка длинная, колоски округлые, цветковые чешуи и ости окрашены в соломенно-белый цвет
3	04197 Атлант	$anlplkbf$	Безостый, метелка короткая, колоски округлые, цветковые чешуи окрашены в коричневый цвет
4	04-76 Филиппины 033	$anLplkBf$	Безостый, метелка длинная, колоски удлиненные, цветковые чешуи окрашены в соломенно-желтый цвет

2. Модели гибридов риса и их характеристики по проявлению признаков метелки

2. Models of rice hybrids and their characteristics according to the panicle signs

№ п/п	Модель гибрида	Фенотипическое проявление признаков соцветия гибридов F_1
1	$anlplkBf \times anlplkbf$ $ananlplpLklkBfbf$	Безостые, метелки короткие, колоски округлые, цветковые чешуи соломенно-желтого цвета
2	$anlplkbf \times anLplkBf$ $ananlplpLklkBfbf$	Безостые, метелки длинные, колоски округлые, цветковые чешуи соломенно-желтого цвета
3	$AnLpLkBf \times anlplkBf$ $AnanlplpLklkBfbf$	Остистые, метелки длинные, колоски округлые, цветковые чешуи и ости соломенно-желтого цвета
4	$AnLpLkBf \times anlplkbf$ $AnanlplpLklkBfbf$	Остистые, метелки длинные, колоски округлые, цветковые чешуи и ости соломенно-желтого цвета

В таблице 1 представлены генетические формулы образцов риса с расшифровкой фенотипического проявления признаков соцветия. Символы генов приведены в гаплоидном виде, хотя мы указывали на их диплоидное состояние.

В генетических формулах гибридов (табл. 2) каждый ген, контролирующий количественный или качественный признак, представлен в диплоидном состоянии, семена которых используются для дальнейшей работы.

В 2016 г. подобрали родительские пары и провели гибридизацию в камере искусственного климата. Завязываемость гибридных зерновок на материнских растениях варьировала от 43 до 85 шт., что составляло 71–93% от опыленных колосков. Гибридные зерновки были посеяны в вегетационные сосуды для выращивания растений F_1 . После созревания зерновок все растения гибридных комбинаций родительских особей были убраны с корнями для биометрического анализа, результаты которого показаны в таблицах 3 и 4.

3. Характеристика гибридов F_1 и родительских форм по количественным признакам 3. Characteristics of F_1 hybrids and parental forms according to the quantitative characteristics

№ п/п	Родительские формы и гибриды	Символы родословности	Признаки и их значения				
			длина метелки, см	кол-во колосков в метелке, шт.	число зерен с метелки, шт.	масса зерна с метелки, г	масса 1000 зерен, г
1	anlplkBf	♀	12	95	84	2,8	34,0
	ananlplpLklkBfbf	F_1	14	107	96	2,9	30,3
	anlplKbf	♂	13	101	89	2,3	26,1
2	anlplKbf	♀	14	103	90	2,3	26,1
	ananLplpLklkBfbf	F_1	26	137	121	4,0	33,1
	anlplkBf	♂	28	136	119	3,7	31,2
3	AnLpLkbf	♀	17	93	81	2,2	26,7
	AnanLplpLklkBfbf	F_1	18	96	84	2,8	33,5
	anlplkBf	♂	12	95	84	2,8	34,1
4	AnLpLkbf	♀	17	93	81	2,2	26,7
	AnanLplpLklkBfbf	F_1	18	104	92	2,5	27,1
	anlplKbf	♂	14	103	90	2,3	26,1
	HCP ₀₅		1,7	3,6	3,2	0,6	2,4

Анализ данных таблиц 3 и 4 показывает на наследование признаков, контролирующих размеры, структуры и продуктивность растений F_1 . По значениям коэффициентов доминантности (Мазер и Джинкс, 1985) установлено, что длина метелки только в гибриде ananlplpLklkBfbf проявляет неполное доминирование ($h_r = 0,7$). Остальные гибриды обладают эффектами сверхдоминирования ($h_r = 1,4-3,0$). По числу колосков и зерен с метелки все гибриды обладают доминированием и сверхдоминированием. Масса 1000 зерен только в гибриде AnanLplpLklkBfbf проявила сверхдоминирование ($h_r = 2,0$). Остальные гибриды F_1 проявили эффект неполного доминирования.

После проведения биометрического анализа растений гибридов F_1 их семена были посеяны в поле на делянках площадью 8–10 м² в зависимости от их количества. Выращивание растений гибридов F_2 проводили по технологии, принятой для селекционных питомников.

Все растения F_1 проявляли те признаки, которые были у родительских особей. Остистость проявила

доминантный эффект, безостость – рецессивный. Длина метелки соответствовала фенотипу признака родительской особи (табл. 3). Размер зерновки (колоска) соответствовал фенотипу родителя: короткий колосок – доминантный, удлиненный – рецессивный.

В большинстве гибридных комбинаций количественные признаки проявляли гетерозис. Более достоверные значения проявления количественных признаков в F_1 показывают величины коэффициентов доминантности (табл. 4).

На растениях F_2 провели гибридологический анализ по изучаемым признакам (табл. 5). Гибриды F_2 мы проанализировали по двухфакторной модели по размерам метелок и колосков по четырем классам. В анализ включили 2336 растений. По фенотипу растения F_2 ananlplpLklkBfbf были четко разделены на четыре класса, что в количественном отношении соответствовало модели 9 : 3 : 3 : 1. Вероятность расщепления гибрида соответствовала $0,25 > P > 0,10$. Это значит, что признаки «длина метелки» и «длина колосков» с высокой достоверностью соответствуют моногенной модели.

4. Характеристика признаков гибридов F_1 по коэффициентам доминантности 4. Characteristics of the traits of F_1 hybrids according to the dominance coefficients

№ п/п	Формула гибрида	Длина метелки, см	Кол-во колосков в метелке, шт.	Число зерен в метелке, шт.	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г
1	ananlplpLklkBfbf	3,0	3,0	3,8	0,3	0,07
2	ananLplpLklkBfbf	0,7	1,1	1,1	1,4	0,9
3	AnanLplpLklkBfbf	1,4	2,0	1,0	1,0	0,8
4	AnanLplpLklkBfbf	1,7	1,2	1,4	5,0	2,0

5. Результаты гибридологического анализа гибрида F_2 $anAnLpLpLkLkBfbf$ по размеру метелок и колосков (все растения безостые)

5. The results of the hybridological analysis of the F_2 $AnanLpLpLkLkBfbf$ hybrid according to the size of panicles and spikelets (all plants are beardless)

Класс растений по фенотипу	Частота встречаемости классов	Количество растений, шт.		χ^2	Вероятность
		фактическое	теоретическое		
Безостые, метелки длинные, колоски округлые, соломенно-желтого цвета $anAnLpLpLkLkBfbf$	9	1321	1314	0,04	$0,99 > P > 0,95$
Безостые, метелки длинные, колоски удлинённые, соломенно-желтого цвета $anAnLpLpLkLkBfbf$	3	431	438	0,11	$0,99 > P > 0,95$
Безостые, метелки короткие, колоски округлые, соломенно-желтого цвета $anAnLpLpLkLkBfbf$	3	424	438	0,45	$0,95 > P > 0,75$
Безостые, метелки короткие, колоски удлинённые, коричневого цвета $anAnLpLpLkLkBfbf$	1	160	146	1,34	$0,75 > P > 0,50$
Всего	16	2336	2336	1,94	$0,25 > P > 0,10$

6. Результаты гибридологического анализа гибрида F_2 $AnanLpLpLkLkBfbf$ по остистости и размеру метелки

6. The results of the hybridological analysis of the F_2 $AnanLpLpLkLkBfbf$ hybrid according to beard and panicle size

Класс растений по фенотипу	Частота встречаемости классов	Количество растений, шт.		χ^2	Вероятность
		фактическое	теоретическое		
Колоски округлые, несут ости соломенно-желтого цвета, метелки длинные $AnAnLpLpLkLkBfbf$; $AnAnLpLpLkLkBfbf$; $AnanLpLpLkLkBfbf$ и др.	Используется модель расщепления 15 : 1				
	15	1843	1815	0,043	$0,95 > P > 0,75$
Колоски удлинённые, безостые, метелки короткие, зерно окрашено в коричневый цвет $anAnLpLpLkLkBfbf$	1	93	121	6,48	$0,05 > P > 0,01$
Всего	16	1936	1936	6,91	$P > 0,01$
Колоски округлые, несут ости соломенно-желтого цвета, метелки длинные $AnAnLpLpLkLkBfbf$	Используется модель расщепления 9 : 7				
	9	913	1089	28,4	Недостаточно
Колоски удлинённые, безостые, метелки короткие, зерно окрашено в коричневый цвет $anAnLpLpLkLkBfbf$	7	1023	847	36,5	Недостаточно
Всего	16	1936	1936	2,72	$>0,01$

Из общей выборки 2336 растений гомозиготных с доминантными по обоим признакам была 1321 особь. Гомозиготных с рецессивными факторами выявлено 160 растений. Все растения этого класса были проанализированы по хозяйственно ценным признакам. Лучшие растения рекомендовано включать в селекционный питомник для пополнения исходного материала для создания новых сортов. Из класса 160 гомозиготных растений по обоим признакам как лучшие отобраны 9 особей, что составляет 5,6% селекционного эффекта.

Гибрид F_2 $AnanLpLpLkLkBfbf$ был проанализирован по двухфакторной модели по остистости и размеру метелок. Для гибридологического анализа использовали две модели при расщеплении 15 : 1 и 9 : 7. Ги-

бридологический анализ показал, что гибрид F_2 достоверно расщеплялся по соотношению 15 : 1 (табл. 6). В первом классе, где находились остистые растения, из 1936 особей их было 1843. Во втором классе найдены 93 безостых растения с короткими метелками. Среди растений этого класса было отобрано 4 особи безостых с короткими продуктивными метелками. Эффективность отбора составляет 4,3%.

Выводы. На основе логической интерпретации результатов нашего исследования считаем, что с помощью гибридологического анализа гибридов F_2 возможно отобрать небольшое количество рекомбинантных растений с ценными признаками для создания исходного материала при селекции новых сортов риса.

Библиографические ссылки

1. Гуцин Г. Г. Рис. М., 1938. 830 с.
2. Дзюба В. А. Генетика риса. Краснодар: КубГАУ, 2004. 282 с.
3. Дзюба В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. Краснодар, 2010. С. 355–393.

4. Дзюба В. А., Есаулова Л. В., Чухирь И. Н., Лапина Е. Н. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3(21). С. 8–13.
5. Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. М.: Мир, 1985. 463 с.
6. Мережко А. Ф. Проблемы доноров в селекции растений. СПб.: ВИР, 1994. 126 с.
7. Орлова И. Н. Генетический анализ. М., 1991. 318 с.
8. Chang T. T. Present knowledge of rice genetic and cytogenetics // Technich. Bul., IRRI. 1964. No. 1. Pp. 1–96.
9. Dzuba V. A. Genetic researches and their use in breeding. VIII convegno internazionale sulla risicoltura // Problem altnali in una realta che evolve, otti officialii. 1973. No. 2. Pp. 604–610.
10. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and regated techniques // Genetics. 1950. Vol. 35, no. 3. Pp. 303–321.
11. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance // Hereditc. 1956. No. 10. Pp. 31–50.
12. Hauk K. On the sterility resulting from crossing different types of rice // Indian J. Genet. And Plant Breed. 1945. № 5. Pp. 51–57.
13. Ishikawa J. Studies on the inheritance of sterility in rice // Jour. Col. Agric. Hok. Imp. Univer. 1927. No. 20. Pp. 79–201.
14. Jodon N. E. Summary of rice linkage catd // Plant. Ind. Stn. U. S. Dept. Agr. 1948. No. 112. Pp. 1–34.
15. Jones J. W. Interitance of earliness and other agronomic characters in rice // Jour. Agric. Res. 1928. No. 36. Pp. 581–601.
16. Kadam B. S., Ramiah K. Simbolization of genes in rice // Ind. Jour. Genet. Plant Breeding. 1943. No. 3. Pp. 7–27.
17. Khush G. S. Genetic evaluation and utilization (G.E.U) programe // Theor. and Appl. Genet. 1977. Vol. 51, no. 3. Pp. 97–110.
18. Kinoshita T. Gene analyses // Genet. Tokyo 1997. Vol. 3. Pp. 197–251.
19. Kurata N., Omuza T. Chromosome analysis and chromosome map // Genet. Tokyo. 1997. Vol. 3. Pp. 163–185.
20. Nagai I. Genetic analysis and linkage relationship of characters in rice // Advances and Genetics. 1951. No. 4. Pp. 181–212.
21. Parnell F. R., Rangaswami A. G. The inheritance of characters in rice // Ind. Bet. Series. 1917. No. 9. Pp. 75–105.
22. Ramiah K. Inheritance of characters in rice // Dept. Agric. Indian Bot. Series. 1930. No. 18. Pp. 211–227.
23. Ramiah K. Rice breeding and genetics // Ind. Council of Agric. Res. 1953. No. 19. Pp. 1–360.

References

1. Gushchin G. G. Ris [Rice]. M., 1938. 830 s.
2. Dzyuba V. A. Genetika risa [Rice genetics]. Krasnodar: KubGAU, 2004. 282 s.
3. Dzyuba V. A. Teoreticheskoe i prikladnoe rastenievodstvo: na primere pshenicy, yachmenya i risa [Theoretical and applied plant-breeding: on the example of wheat, barley and rice]: nauch.-metod. posobie. Krasnodar, 2010. S. 355–393.
4. Dzyuba V. A., Esaulova L. V., CHuhir' I. N., Lapina E. N. K metodike provedeniya gibridologicheskogo analiza gibridov zernovyh kul'tur [To the method of conducting hybridological analysis of cereal hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2012. № 3(21). S. 8–13.
5. Mazer K., Dzhinks Dzh. Biometricheskaya genetika [Biometric genetics]. M.: Mir, 1985. 463 s.
6. Merezhko A. F. Problemy donorov v selekcii rastenij [Donor problems in plant breeding]. SPb.: VIR, 1994. 126 s.
7. Orlova I. N. Geneticheskij analiz [Genetic analysis]. M., 1991. 318 s.
8. Chang T. T. Present knowledge of rice genetic and cytogenetics // Technich. Bul., IRRI. 1964. No. 1. Pp. 1–96.
9. Dzuba V. A. Genetic researches and their use in breeding. VIII convegno internazionale sulla risicoltura // Problem altnali in una realta che evolve, otti officialii. 1973. No. 2. Pp. 604–610.
10. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and regated techniques // Genetics. 1950. Vol. 35, no. 3. Pp. 303–321.
11. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance // Hereditc. 1956. No. 10. Pp. 31–50.
12. Hauk K. On the sterility resulting from crossing different types of rice // Indian J. Genet. And Plant Breed. 1945. № 5. Pp. 51–57.
13. Ishikawa J. Studies on the inheritance of sterility in rice // Jour. Col. Agric. Hok. Imp. Univer. 1927. No. 20. Pp. 79–201.
14. Jodon N. E. Summary of rice linkage catd // Plant. Ind. Stn. U. S. Dept. Agr. 1948. No. 112. Pp. 1–34.
15. Jones J. W. Interitance of earliness and other agronomic characters in rice // Jour. Agric. Res. 1928. No. 36. Pp. 581–601.
16. Kadam B. S., Ramiah K. Simbolization of genes in rice // Ind. Jour. Genet. Plant Breeding. 1943. No. 3. Pp. 7–27.
17. Khush G. S. Genetic evaluation and utilization (G.E.U) programe // Theor. and Appl. Genet. 1977. Vol. 51, no. 3. Pp. 97–110.
18. Kinoshita T. Gene analyses // Genet. Tokyo 1997. Vol. 3. Pp. 197–251.
19. Kurata N., Omuza T. Chromosome analysis and chromosome map // Genet. Tokyo. 1997. Vol. 3. Pp. 163–185.
20. Nagai I. Genetic analysis and linkage relationship of characters in rice // Advances and Genetics. 1951. No. 4. Pp. 181–212.
21. Parnell F. R., Rangaswami A. G. The inheritance of characters in rice // Ind. Bet. Series. 1917. No. 9. Pp. 75–105.
22. Ramiah K. Inheritance of characters in rice // Dept. Agric. Indian Bot. Series. 1930. No. 18. Pp. 211–227.
23. Ramiah K. Rice breeding and genetics // Ind. Council of Agric. Res. 1953. No. 19. Pp. 1–360.

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 664.641.016:633.11:547.455

DOI 10.31367/2079-8725-2019-61-1-49-51

ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПЕНТОЗАНОВ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ОЗИМОЙ РЖИ

Е. Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории технолого-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

А. А. Бишарев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории серых хлебов, alexbisharev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5804-3298;

Н. В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

М. В. Беляева, младший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, s.g.belyaev1990@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3090-9026

ФГБНУ «Самарский НИИСХ»,

446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41; тел.: 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

В настоящее время актуальны исследования, направленные на увеличение питательной ценности и улучшение качества ржаных хлебобулочных изделий для удовлетворения запросов покупателей. Хлебопекарные достоинства ржаной муки, структурно-механические характеристики теста (вязкостные и реологические) зависят от содержания некрахмальных полисахаридов – пентозанов, а именно водорастворимой их части. Цель наших исследований – оценить взаимосвязь водорастворимых пентозанов в зерне озимой ржи и массы зерна и установить влияние данного показателя на хлебопекарные параметры ржаной муки: вязкость водно-мучной суспензии и объемный выход хлеба. Объектом исследований были взяты сорта и перспективные линии озимой ржи. Содержание некрахмальных полисахаридов в зерне озимой ржи за годы исследований в зависимости от сорта и внешних условий варьировало незначительно. Сорт озимой ржи Роксана и линия ГК-90 в 2016 и 2017 гг. сформировали более высокие показатели – 2,74–2,90%; низкое значение данного признака отмечено у сорта Презент. Оценка коэффициентов вариации показала, что некрахмальные полисахариды под влиянием генотипических и средовых факторов характеризуются слабой изменчивостью $C_{vf} = 8,2\%$. Опыты подтверждают, что при выпечке ржаного хлеба водорастворимые пентозаны выполняют определенные функции: поглощают воду, увеличивают вязкость теста и улучшают формоустойчивость хлеба. Установлена достоверная корреляция между содержанием водорастворимых пентозанов и массой зерна в условиях 2016 ($r = -0,90^*$) и 2017 ($r = -0,88^{**}$) гг. Выяснено, что данный признак в годы исследований не коррелировал с вязкостью водно-мучной суспензии, но был достоверно связан с объемным выходом хлеба ($r = 0,46^*$). Низкая ферментативная активность у изучаемых сортов ржи в 2016 и 2017 гг. отразилась на хлебопекарных достоинствах озимой ржи: максимальный объем хлеба составил 510–575 см³, минимальный – 470–485 см³. Наибольшее количество некрахмальных полисахаридов в зерне также наблюдалось в эти годы.

Ключевые слова: озимая рожь, водорастворимые пентозаны, вязкость водно-мучной суспензии, объемный выход хлеба.



THE EFFECT OF WATER SOLUBLE PENTOSANES ON BAKING PROPERTIES OF WINTER RYE

E. N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory of technical and analytical service, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

A. A. Bisharev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the laboratory of brown bread, alexbisharev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5804-3298;

N. V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory of brown bread, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

M. V. Belyaeva, junior researcher of the laboratory of brown bread, s.g.belyaev1990@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3090-9026

FSBSI "Samarsky RIA",

446254, Samara region, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; tel.: 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

Currently the research aimed to improve nutritional value and quality of rye bakery products to meet customers' needs is of great urgency. The baking traits of rye flour, the structural and mechanical characteristics of the dough (viscous and rheological) depend on the content of non-starch polysaccharides (pentosanes) namely, their water-soluble part. The purpose of our research is to assess correlation between water-soluble pentosanes in winter rye kernels and kernel weight and to establish the effect of this indicator on the baking parameters of rye flour, i. e. viscosity of water-flour suspension and bread yield. The objects of research were winter rye varieties and promising lines. The content of non-starch polysaccharides in winter rye grain throughout the years of research slightly varied depending on the variety and weather conditions. In 2016 and 2017 the winter rye variety "Roksana" and the line "GK-90" formed high rates of 2.74–2.90%, the variety "Prezent" showed a low value of this characteristic. Estimation of the variation coefficients showed that non-starch polysaccharides influence by genotypic and environmental factors are characterized by low variability $C_{vf} = 8.2\%$. The experiments confirm that when baking rye bread, water-soluble pentosanes perform the following functions: they absorb water, increase the viscosity of the dough, and improve the dimensional stability of bread. There was established a significant correlation between the content of water-soluble pentosanes and grain weight under the conditions of the years 2016 ($r = -0.90^*$) and 2017 ($r = -0.88^{**}$). It was found that for the years of research, this trait did not correlate with the viscosity of the water-flour suspension, but was significantly associated with bread yield ($r = 0.46^*$). Low enzymatic activity in the studied rye varieties in 2016 and 2017 affected the baking advantages of winter rye. The maximum bread yield was 510–575 cm³, the minimum bread yield was 470–485 cm³. There was also the greatest number of non-starch polysaccharides in kernels during these years.

Keywords: winter rye, water soluble pentosanes, viscosity of water-flour suspension, bread yield.

Введение. Ржаные и ржано-пшеничные продукты составляют важную часть нашего ежедневного рациона. Меньшая калорийность, но более высокое содержание минеральных веществ, клетчатки и витаминов обеспечивают востребованность в данной продукции. Исследования, направленные на увеличение питательной ценности и улучшение качества ржаных хлебобулочных изделий для удовлетворения запросов покупателей, актуальны в настоящее время.

Хлебопекарные достоинства ржаной муки, структурно-механические характеристики теста (вязкостные и реологические) зависят от содержания некрахмальных полисахаридов – пентозанов, а именно водорастворимой их части (Rakowska, 1996). При замешивании теста пентозаны связывают воду и выполняют роль клейковинного каркаса, повышая вязкость, улучшая формоустойчивость теста и структурно-механические свойства мякиша (Бушук и др., 1980; Гончаренко, 2014). Высокая растворимость пентозанов и их взаимодействие с соле- и водорастворимыми белками ржи при тестообразовании оказывают влияние на водопоглощительную способность теста и качество ржаных изделий. В исследованиях последних лет (Гончаренко, 2016; Исмагилов, 2012) подчеркивается, что с увеличением размера зерна снижаются масса водорастворимых пентозанов и вязкость водного экстракта, что отражается на хлебопекарных достоинствах озимой ржи и является важным фактором ведения селекционного отбора для создания сортов с необходимыми хозяйственно ценными признаками.

Цель исследовательской работы – оценить взаимосвязь водорастворимых пентозанов в зерне озимой ржи и массы зерна и установить влияние данного показателя на хлебопекарные параметры ржаной муки:

вязкость водно-мучной суспензии и объемный выход хлеба.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на экспериментальной базе Самарского НИИСХ с 2014 по 2017 г. В качестве экспериментального материала были взяты образцы зерна 5 сортов и 2 перспективных линий озимой ржи: сорта Безенчукская 87, Антарес, Роксана, Безенчукская 110, Президент и линии ГК-80, ГК-90. Образцы зерна исследуемых сортов были выращены на опытных делянках по чистому пару и по рекомендованной зональной технологии возделывания в лаборатории селекции серых хлебов (конкурсное сортоиспытание).

Оценку качества зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации: амилолитическую активность зерна определяли на амилографе Брабендера; пробные лабораторные выпечки – с использованием безопасного метода лабораторной выпечки ржаного хлеба (Беркутова, 1991); массу 1000 зерен – по выборке из 45 растений, взятых в трех повторениях. Для определения пентозанов в зерне использовали орцинол-хлоридный метод в модификации Hashimoto S. et al. (1987).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета прикладных программ Agros 2.0.

Результаты и их обсуждение. Отмечено, что хлебопекарное качество ржи зависит от содержания пентозанов, а именно водорастворимой их части. За годы исследований содержание водорастворимых пентозанов в зерне озимой ржи изменялось незначительно, в зависимости от сорта и внешних условий от 2,06 до 2,90% (табл.).

Биохимические и технологические показатели качества зерна озимой ржи (2014–2017 гг.)
Biochemical and technological indicators of winter rye grain quality (2014–2017)

Сорт	Безенчукская 87	Антарес	Роксана	Безенчукская 110	Президент	ГК-80	ГК-90
2014 г.							
Содержание водорастворимых пентозанов, %	2,13	2,30	2,27	2,36	2,39	2,34	2,58
Масса 1000 зерен, г	28,1	27,4	21,7	26,9	31,6	28,9	29,7
Высота амилограммы, е. а.	560	600	570	520	580	700	730
Объемный выход хлеба, см ³	410	350	350	370	365	350	390
2015 г.							
Содержание водорастворимых пентозанов, %	2,48	2,34	2,62	2,43	2,19	2,25	2,53
Масса 1000 зерен, г	28,0	26,6	21,5	25,3	23,7	26,4	27,6
Высота амилограммы, е. а.	400	550	440	450	490	500	490
Объемный выход хлеба, см ³	485	425	435	420	470	450	440
2016 г.							
Содержание водорастворимых пентозанов, %	2,46	2,55	2,74	2,60	2,06	2,36	2,71
Масса 1000 зерен, г	30,3	27,7	23,0	27,3	24,3	28,3	28,7
Высота амилограммы, е. а.	780	980	820	1000	700	800	780
Объемный выход хлеба, см ³	515	505	575	470	505	495	490
2017 г.							
Содержание водорастворимых пентозанов, %	2,51	2,48	2,90	2,65	2,65	2,72	2,74
Масса 1000 зерен, г	34,1	33,0	29,9	32,0	31,1	32,1	31,7
Высота амилограммы, е. а.	660	680	580	780	480	460	440
Объемный выход хлеба, см ³	495	505	490	485	485	510	505
Коеф. вариации, C _{вр}	Содер. пентозанов 8,2%		Масса 1000 зерен 11,8%		Высота амилограмм 26,0%		Объем хлеба 13,2%

Сорт озимой ржи Роксана и линия ГК-90 в 2016 и 2017 гг. сформировали более высокие показатели (2,74–2,90%). Низкое значение данного признака отмечено у сорта Презент в 2015 и 2016 гг. – 2,06–2,19%. Оценка коэффициентов вариации показала, что некрахмальные полисахариды под влиянием генотипических и средовых факторов характеризуются слабой изменчивостью $C_{vf} = 8,2\%$.

В многочисленных исследованиях отмечено, что между содержанием водорастворимых пентозанов и массой зерна существует достоверная корреляционная связь. Результаты наших опытов показывают на отсутствие корреляционной зависимости за годы исследований, однако в рамках одного года, а именно в 2016 ($r = -0,90^*$) и 2017 ($r = -0,88^{**}$) гг., наблюдается тесная отрицательная зависимость между содержанием водорастворимых пентозанов и массой 1000 зерен.

На реологические и физические свойства ржаного теста огромное влияние кроме некрахмальных полисахаридов оказывает вязкость водно-мучной суспензии, которая, в свою очередь, зависит от качества крахмала и степени поврежденности крахмальных зерен. Повышенное содержание мелких и поврежденных зерен снижает вязкость и ведет к разрушительному действию ферментов. Максимально высокий показатель амилографической вязкости крахмальных зерен (700–1000 е. а.) у всех сортов озимой ржи за годы исследований наблюдался в 2016 г. в условиях повышенного температурного режима и продуктивной влаги в почве в весенне-летний период, что свидетельствует о низкой ферментативной активности и подтверждается результатами хлебопекарной оценки (515–575 см³). Данный параметр относится к высоковариабельным признакам $C_{vf} = 26,0\%$ и зависит сильно от гидротермических условий произрас-

тания. В период проведения исследований высота амилограммы отрицательно коррелировала с осадками в период налива зерна ($r = -0,55$) и положительно с температурным режимом ($r = 0,65$).

Процесс тестообразования, объемный выход хлеба при проведении лабораторной выпечки зависят от водопоглотительной способности муки, от вязкости ржаного теста. Мука с высоким содержанием водорастворимых пентозанов обладает большой водопоглотительной способностью, а тесто в процессе выпечки лучше сохраняет форму хлеба. В течение 2014–2017 гг. результаты корреляционного анализа показали достоверную положительную связь между объемным выходом хлеба и пентозанами ($r = 0,46^*$). Низкая ферментативная активность у изучаемых сортов ржи в 2016 и 2017 гг. отразилась на хлебопекарных достоинствах озимой ржи: максимальный объем хлеба – 510–575 см³, минимальный – 470–485 см³. Наибольшее количество некрахмальных полисахаридов в зерне также наблюдалось в эти годы.

Выводы. При выпечке ржаного хлеба водорастворимые пентозаны выполняют определенные функции: поглощают воду, увеличивают вязкость теста и улучшают формоустойчивость хлеба. Содержание некрахмальных полисахаридов в зерне озимой ржи за годы исследований в зависимости от сорта и внешних условий варьировало незначительно. Сорт озимой ржи Роксана и линия ГК-90 в 2016 и 2017 гг. имели более высокие значения данного признака (2,74–2,90%). Результаты наших данных показывают достоверную корреляционную зависимость между содержанием водорастворимых пентозанов и массой зерна только в условиях 2016 ($r = -0,90^*$) и 2017 ($r = -0,88^{**}$) гг. Данный признак в годы исследований не коррелировал с вязкостью водно-мучной суспензии, но был достоверно связан с объемным выходом хлеба ($r = 0,46^*$).

Библиографические ссылки

1. Беркутова Н. С. Методы оценки и формирования зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
2. Бушук В., Кэмпбелл У. П., Древис Э. М. Рожь: производство, химия, технология. М., 1980. 247 с.
3. Гончаренко А. А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. М., 2014. 369 с.
4. Гончаренко А. А. Новые направления в селекции озимой ржи на целевое использование // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 2(18). С. 25–31.
5. Исмагилов Р. Р. Изменчивость содержания водорастворимых пентозанов в зерне озимой ржи // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 35–36.
6. Hashimoto S., Shogren M. D., Pomeranz Y. Cereal pentosans Their ensimatin and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products // Cereal Chem. 1987. No. 64. P. 30.
7. Rakowska M. The nutritive quality of rye // Vortr. Pflanzenzucht. 1996. Vol. 35. Pp. 85–95.

References

1. Berkutova N. S. Metody ocenki i formirovaniya zerna [Methods for assessing and forming grain]. M.: Rosagropromizdat, 1991. 206 s.
2. Bushuk V., Kempbell U. P., Drevis E. M. Rozh': proizvodstvo, himiya, tekhnologiya [Rye: production, chemistry, technology]. M., 1980. 247 s.
3. Goncharenko A. A. Aktual'nye voprosy selekcii ozimoy rzhi [Current issues of winter rye breeding]. M., 2014. 369 s.
4. Goncharenko A. A. Novye napravleniya v selekcii ozimoy rzhi na celevoe ispol'zovanie [New directions in winter rye breeding for targeted use] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2016. № 2(18). S. 25–31.
5. Ismagilov R. R. Izmennivost' soderzhaniya vodorastvorimyh pentozev v zerne ozimoy rzhi [Variability of the water-soluble pentosane percentage in winter rye grain] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. № 6. S. 35–36.
6. Hashimoto S., Shogren M. D., Pomeranz Y. Cereal pentosans Their ensimatin and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products // Cereal Chem. 1987. No. 64. P. 30.
7. Rakowska M. The nutritive quality of rye // Vortr. Pflanzenzucht. 1996. Vol. 35. Pp. 85–95.

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.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОВУШЕК НАСЕКОМЫХ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА

О. Ю. Кремнева, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0003-0982-6821;
В. Т. Садковский, старший научный сотрудник, кандидат технических наук, ORCID ID: 0000-0003-3793-5101;
Ю. Г. Соколов, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-8889-1762;
В. Я. Исмаилов, зав. лабораторией, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-6713-0059;
Р. Ю. Данилов, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0001-8454-0765
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»,
350039, г. Краснодар, п/о 39

Для организации защиты растений от вредных организмов важное место занимает своевременный и точный фитосанитарный мониторинг. В последнее время для привлечения и отлавливания (уничтожения) насекомых большой интерес вызывает использование сверхъярких светодиодов. В связи с чем целью наших исследований являлись изготовление конструкций ловушек на основе сверхъярких светодиодов для фитосанитарного мониторинга и оценка их эффективности. Нами разработаны и изготовлены три макетных образца конической ловушки, отличающихся способом сбора насекомых: в первой (КЛП-1) использовали картридж с энтомологическим клеем «Полификс»; во второй (КЛ-2) насекомые накапливались в прозрачном эластичном сборнике, закрепленном на нижней части цилиндра; в третьей (АКЛ-2) цилиндр в верхней части снабжен маломощным аспиратором, а накопление насекомых происходило по аналогии со второй. В качестве эффективных источников привлечения насекомых использовали мощные одиночные светодиоды с длиной волны излучения 365 и 395 нм. Светодиоды в ловушках расположили по кругу, благодаря чему они равномерно обеспечивали свечение с углом в 360°. Ловушки испытывали в мае 2018 г. на луговом разнотравье. Сбор пойманных насекомых осуществляли каждые сутки. Насекомых, попавших в ловушку через равные промежутки времени, оценивали по количеству особей размером более 5 мм и общей массе. В результате исследований установили, что наибольшей уловистостью обладала коническая ловушка, оснащенная аспиратором (АКЛ-2). КПД данной ловушки был почти в два раза выше, чем у ловушки КЛ-2, и на 20–30% превышал ловушку КЛП-1. Созданные ловушки показали высокую отлавливающую способность и могут быть использованы в производстве конкретных сельскохозяйственных культур для определения обитающих на них видов насекомых.

Ключевые слова: сверхъяркие светодиоды, ловушки насекомых, эффективность, фитосанитарный мониторинг.



THE ESTIMATION OF EFFICIENCY OF INSECT TRAPS OF VARIOUS CONSTRUCTION FOR PHYTOSANITARY MONITORING

O. Yu. Kremneva, Candidate of Biological Sciences, leading researcher, ORCID ID: 0000-0003-0982-6821;
V. T. Sadkovsky, Candidate of Technical Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0003-3793-5101;
Yu. G. Sokolov, Candidate of Biological Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0002-8889-1762;
V. Ya. Ismailov, Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory, ORCID ID: 0000-0002-6713-0059;
R. Yu. Danilov, Candidate of Biological Sciences, senior researcher, ORCID ID: 0000-0001-8454-0765
FSBSI "All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants",
350039, Krasnodar, p/o 39

Timely and accurate phytosanitary monitoring is of great importance to organize plant protection from pests. Recently, in order to attract and trap (destroy) insects, the use of super bright light emitted diodes (LEDs) has attracted great interest. In this connection, the purpose of our research was to manufacture trap designs based on super bright LEDs for phytosanitary monitoring and to evaluate their efficiency. We have developed and manufactured three models of a conical trap, differing in the way of collecting insects. The first trap (KLP-1) used a cartridge with the entomological glue "Polifiks". The second trap (KL-2) accumulated insects in a transparent elastic collector of the lower part of the cylinder. The third trap (AKL-2) used the cylinder in the upper part equipped with a low-power aspirator as an accumulator of insects similar to the second trap. Powerful single LEDs with 365 and 395 nm of wavelength were used as efficient sources to attract insects. The LEDs in the traps were arranged in a circle, which evenly provided luminescence with an angle of 360°. In May 2018, the traps were tested on meadow grass. The collection of trapped insects was carried out every day. Insects that were trapped at regular time intervals were calculated by the number of individuals larger than 5 mm and the total weight. As a result, it was established that the conical trap equipped with an aspirator (AKL-2) was the most efficient. The efficiency of this trap is almost two times higher than that of the trap KL-2 and 20–30% higher than the trap KLP-1. The developed traps showed a high trapping ability and can be used in the production of specific agricultural crops to identify insects inhabiting them.

Keywords: super bright light emitted diodes, insect traps, efficiency, phytosanitary monitoring.

Введение. В организации защиты растений от вредных организмов важная роль отводится фитосанитарному мониторингу, позволяющему определить целесообразность защитных мероприятий и установить их оптимальные сроки.

Качество мониторинга во многом определяется техническими средствами его оснащения. Методы снижения численности вредных видов насекомых, основанные на искусственном нарушении нормальных репродуктивных связей в популяциях, являются перспективными направлениями в системе экологизированной защиты растений.

В последнее время большой интерес вызывает использование сверхъярких светодиодов для привлечения и улавливания (уничтожения) насекомых (Богатырев и др., 2009; Исмаилов и др., 2014, 2016; Суринский, 2012; Садковский и др., 2013, 2015а, 2015б, 2017). Большинство известных ловушек на основе сверхъярких светодиодов предназначены для уничтожения насекомых, они требуют довольно больших энергозатрат и не пригодны для фитосанитарного мониторинга в посевах продовольственных культур.

В связи с этим целью наших исследований являлись изготовление различных конструкций ловушек

на основе сверхъярких светодиодов для фитосанитарного мониторинга и оценка их эффективности.

Материалы и методы исследований. Материалом исследований служили ловушки насекомых различных конструкций, созданные на базе ФГБНУ ВНИИБЗР в лаборатории фитосанитарного мониторинга, приборного и технического обеспечения (Садковский и др., 2013, 2015, 2017): аспирационная ловушка ЛСА-3 (патент РФ № 167919 от 12.01.2017) и три конические ловушки, такие как КЛП-1 (патент РФ № 129363 от 27.06.2013) (использовался картридж с энтомологическим клеем «Полификс»), КЛ-2 (насекомые накапливались в прозрачном эластичном сборнике, закрепленном на нижней части цилиндра), АКЛ-2 (положительное решение от 31.08.2018 по заявке на выдачу патента РФ № 2018122332) (цилиндр в верхней части снабжен маломощным аспиратором, а накопление насекомых происходит по аналогии со второй).

Проверку эффективности ловушек проводили в одинаковых условиях. Для этого на участке с травянистой растительностью на расстоянии 30 м друг от друга устанавливали испытываемые конструкции ловушек. Включение и выключение ловушек производилось автоматически в сумерки и на рассвете с помощью фотореле.

Утром мешочки с насекомыми снимали с ловушек, переносили в лабораторию, помещали в морозильную камеру холодильника на 4 ч, а затем, после выдержки в течение 30 мин при комнатной температуре, производили взвешивание на весах с точностью 0,001 г, после чего подсчитывали количество насекомых крупнее 4 мм. Картридж с клеем взвешивали до установки и после снятия.

Результаты и их обсуждение. Наши разработки в области конструирования и испытания ловушек насекомых с использованием сверхъярких светодиодов были начаты с поиска наиболее эффективных источников света на основе сверхъярких светодиодов. Для этой цели была разработана ловушка, содержащая вентилятор (аспиратор), который позволял переместить роящихся насекомых у светоизлучателя в накопитель (сборник) (Садковский и др., 2013). За время исследований конструкция ловушки претерпела существенные изменения, а эффективным источником привлечения насекомых оказались мощные одиночные светодиоды с длиной волны излучения 365 и 395 нм.

Работа усовершенствованной аспирационной ловушки заключается в следующем. При работающем аспираторе и включенном светодиодном излучателе в корпусе ловушки создается ток воздуха в направлении от излучателя к вентилятору. Насекомые, привлеченные светом к передней части ловушки, вовлекаются в поток воздуха и перемещаются к центру корпуса, где сталкиваются с наклонным сетчатым отбойником. Отбойник позволяет выделить насекомых из потока воздуха и направить их через конический патрубок в сборник. Конический патрубок, нижний срез которого выше нижнего края цилиндра, снижает выход насекомых из сборника при выключенном питании ловушки. Сборник выполнен из эластичного, прозрачного, непродуваемого материала, что обеспечивает только прямой ток воздуха через устройство и способствует удержанию насекомых.

Различные конструкции аспирационных ловушек насекомых со светодиодными излучателями имеют приемлемую эффективность для целей фитосанитарного мониторинга, однако их основной недостаток – малый угол привлечения, который в лучшем случае может составлять 170°.

В связи с этим нами была разработана коническая ловушка (КЛП-1), которая лишена этого недостатка, так как светодиоды расположены по кругу,

частично перекрывают углы излучения друг у друга и поэтому практически равномерно обеспечивают освещение с углом в 360°. Принцип работы такой ловушки состоит в том, что летящие на свет насекомые сталкиваются с прозрачными пластинами, падают на внутреннюю коническую поверхность, а затем попадают в полость цилиндра на клейкое покрытие картриджа. Для более полного привлечения насекомых в цилиндрический контейнер внизу цилиндра дополнительно установлен сверхъяркий светодиод.

Нами были проведены сравнительные испытания аспирационной и конической ловушек. Ловушки устанавливали на участке с травянистой растительностью (преимущественно люцерна). Результаты по массе отловленных насекомых испытанными ловушками представлены на рисунке 1.

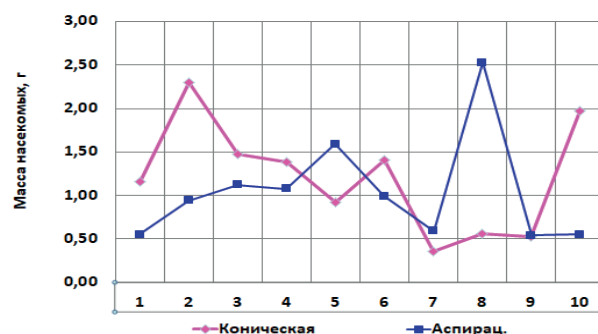


Рис. 1. Уловистость насекомых конической и аспирационной ловушками

Fig. 1. The catchability of insects by conical and aspiration traps

На графике отражена динамика содержания насекомых по их массе в пробах в течение периода наблюдения (10 последовательных проб). Если сравнить общую массу уловленных насекомых, то коническая ловушка зафиксировала 12,04 г, а аспирационная – 10,48 г. В среднем за период испытаний коническая ловушка на 20% превосходила аспирационную.

Проверка уловистости конической ловушки в полевых условиях показала высокую эффективность. На рисунке 2 продемонстрированы развернутые картриджи с прилипшими насекомыми.

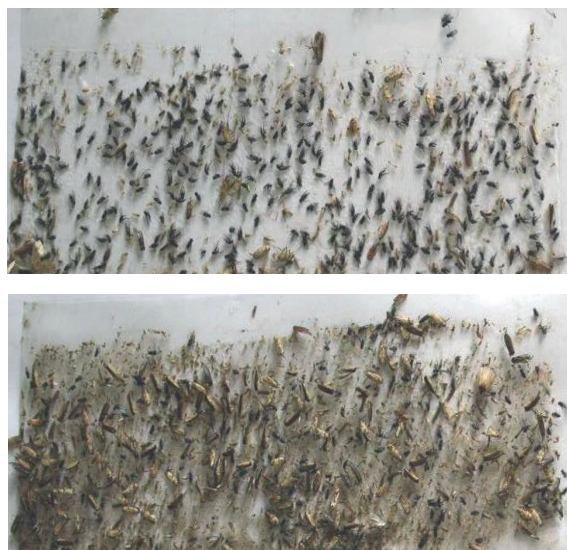


Рис. 2. Насекомые на картриджах конической ловушки КЛП-1

Fig. 2. Insects on KLP-1 conical trap cartridges

Изучение видового состава уловленных насекомых выявило попадание в ловушку большого количества мелких насекомых, среди которых большую часть составляли полезные виды. В целях сепарации полезных видов насекомых была разработана другая конструкция конической ловушки КЛ-2.

Конструктивно эта ловушка отличается тем, что вместо липкого картриджа для сбора насекомых используется сборник, который крепится посредством резинового банджа на пояске, закрепленном на корпусе ловушки.

Принцип работы ловушки не отличается от ловушки, описанной выше. Для сбора насекомых используется сетчатый сборник, состоящий из двух частей: жесткого днища и цилиндра, изготовленных из крупной сетки, и верхнего эластичного рукава из мельничного газа, надеваемого на цилиндрическую часть корпуса ловушки. Нижняя часть сборника позволяет освобождаться от мелких насекомых, среди которых значительную часть составляют полезные виды.

В верхней части ловушки установлены фотоэлектрический преобразователь и фотореле для автоматического включения и выключения светоизлучателей. Ловушка также содержит источник питания (аккумулятор) и кабель для коммутации электрических цепей.

Кроме того, разработана и изготовлена коническая ловушка АКЛ-2, в которой к верхней части

цилиндрического корпуса присоединен аспиратор. В этой ловушке аспиратор создает ток воздуха через конус, благодаря чему создаются условия дополнительного вовлечения насекомых из пространства вокруг светоизлучателя в корпус устройства. Резкая смена направления потока воздуха у нижнего края конуса обеспечивает перемещение насекомых далее в сборник.

Нами были проведены исследования по уловистости трех макетных образцов конической ловушки КЛП-1, КЛ-2, АКЛ-2 при их синхронной работе в одинаковых условиях. Ловушки испытывали в период с 17 по 28 мая 2018 г. на луговом разнотравии. Насекомых, уловленных ловушками за равные промежутки времени, оценивали по количеству особей размером более 5 мм и общей массе.

На рисунке 3 приведены результаты уловов насекомых по количеству особей на трех различных ловушках. Наилучшие показатели отмечены у ловушки, снабженной аспиратором АКЛ-2. Всего ею было уловлено 499 шт. У ловушки с картриджем (КЛП-1) оказалось 381, а у контроля КЛ-2 – 258 шт.

На рисунке 4 приведены результаты уловов насекомых по их массе. Наилучшие показатели отмечены у ловушки АКЛ-2, снабженной аспиратором. Масса уловленных насекомых в среднем составила 12,73 г; у ловушки с картриджем КЛП-1 – 10,49 г; у контроля КЛ-2 – 6,79 г.

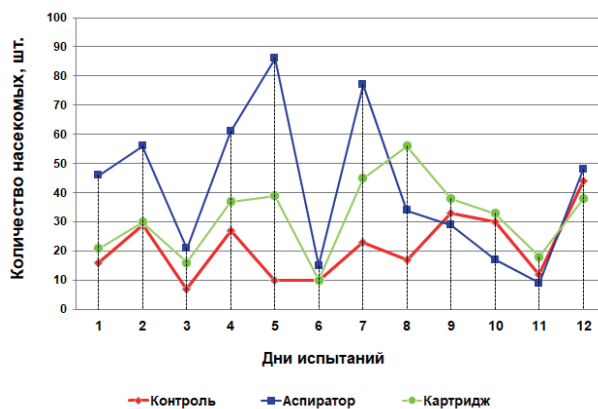


Рис. 3. Результаты испытаний конических ловушек по количеству отловленных насекомых

Fig. 3. Test results of conical traps according to the number of caught insects

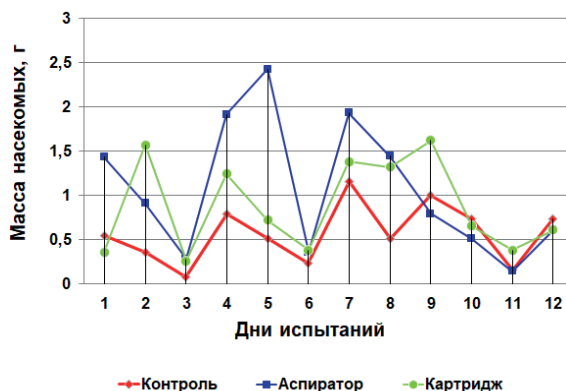


Рис. 4. Результаты испытаний конических ловушек по массе отловленных насекомых

Fig. 4. Test results of conical traps according to the weight (mass) of caught insects

Выводы. Таким образом, в ходе исследований выявлена эффективность аспирационной ловушки ЛСА-3 в сравнении с конической и показана наилучшая уловистость конической ловушки АКЛ-2, оснащенной аспиратором. КПД данной ловушки был в два раза выше, чем у ловушки КЛП-1, и на 20–30% превысил ловушку КЛ-2. Созданные ловушки показали высокую

отлавливающую способность и будут испытаны в производстве конкретных сельскохозяйственных культур для определения видов насекомых, обитающих на них.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № 0686-2019-0012.

Библиографические ссылки

1. Богатырев Н. И., Газалов В. С., Григоренко А. Г. и др. Мобильная электрооптическая установка для уничтожения летающих насекомых // Патент РФ на полезную модель № 2351129. 2009. Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678119347.

2. Исмаилов В. Я., Пачкин А. А., Садковский В. Т., Соколов Ю. Г. Ловушка на основе сверхъярких светодиодов для контроля численности вредных насекомых // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Инновационные технологии применения биологических средств защиты растений в производстве органической сельскохозяйственной продукции: сб. мат. Междунар. науч.-практ. конференции. Краснодар, 2014. Вып. 8. С. 51–54.

3. Исмаилов В. Я., Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Шумилов Ю. В., Мкртчян А. Г. Опыт разработки ловушек насекомых с использованием сверхъярких светодиодов [Электронный ресурс] // Биологическая защита рас-

тений – основа стабилизации агроэкосистем: сб. мат. Междунар. науч.-практ. конференции. Краснодар, 2016. Вып. 9. С. 45–49. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26667901>.

4. Мазохин-Поршняков Г. А. Устройство и использование ловушек для насекомых с излучателями ультрафиолета // Энтомолог. обозр. 1958. Т. 37, вып. 2. С. 464–471.

5. Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Худой Ф. Ф., Ермоленко С. А. Ловушка насекомых // Патент РФ на полезную модель № 129363. 2013. Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678793821.

6. Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Пачкин А. А., Худой Ф. Ф., Исмаилов В. Я., Саламатин В. Н., Ермоленко С. А. Ловушка для насекомых // Патент РФ на полезную модель № 152241. 2015. Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678861507.

7. Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Худой Ф. Ф., Шумилов Ю. В., Ермоленко С. А. Ловушка для насекомых // Патент РФ на полезную модель № 167919. 2017. Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678927668.

8. Садковский В. Т., Соколов Ю. Г., Пачкин А. А., Худой Ф. Ф., Исмаилов В. Я., Саламатин В. Н., Ермоленко С. А. Ловушка-аппликатор для насекомых // Патент на полезную модель № 152224. 2015. Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539679028222.

References

1. Bogatyrev N. I., Gazalov V. S., Grigorenko A. G. i dr. Mobil'naya ehlektroopticheskaya ustanovka dlya уничтожениа летяущих насекомых // Patent RF na poleznuyu model' № 2351129. 2009. Rezhim dostupa: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678119347.

2. Ismailov V. Ya., Pachkin A. A., Sadkovskij V. T., Sokolov Yu. G. Lovushka na osnove sverh'yarkih svetodiodov dlya kontrolya chislennosti vrednyh nasekomyh [A trap with super bright light emitted diodes for insect control] // Biologicheskaya zashchita rastenij – osnova stabilizacii agroekosistem. Innovacionnye tekhnologii primeneniya biologicheskikh sredstv zashchity rastenij v proizvodstve organicheskoy sel'skohozyajstvennoj produkcii: sb. mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Krasnodar, 2014. Vyp. 8. S. 51–54.

3. Ismailov V. Ya., Sadkovskij V. T., Sokolov Yu. G., Shumilov Yu. V., Mkrtychan A. G. Opyt razrabotki lovushek nasekomyh s ispol'zovaniem sverh'yarkih svetodiodov [Ehlektronnyj resurs] [Experimental design of insect traps with super bright light emitted diodes] // Biologicheskaya zashchita rastenij – osnova stabilizacii agroekosistem: sb. mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Krasnodar, 2016. Vyp. 9. S. 45–49. Rezhim dostupa: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26667901>.

4. Mazohin-Porshnyakov G. A. Ustrojstvo i ispol'zovanie lovushek dlya nasekomyh s izluchatelyami ul'trafiioleta [A design and use of insect traps with ultraviolet emitters] // Ehntomol. obozr. 1958. T. 37, vyp. 2. S. 464–471.

5. Sadkovskij V. T., Sokolov Yu. G., Hudoj F. F., Ermolenko S. A. Lovushka nasekomyh // Patent RF na poleznuyu model' № 129363. 2013. Rezhim dostupa: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678793821.

6. Sadkovskij V. T., Sokolov Yu. G., Pachkin A. A., Hudoj F. F., Ismailov V. Ya., Salamatin V. N., Ermolenko S. A. Lovushka dlya nasekomyh // Patent RF na poleznuyu model' № 152241. 2015. Rezhim dostupa: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678861507.

7. Sadkovskij V. T., Sokolov Yu. G., Hudoj F. F., Shumilov Yu. V., Ermolenko S. A. Lovushka dlya nasekomyh // Patent RF na poleznuyu model' № 167919. 2017. Rezhim dostupa: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539678927668.

8. Sadkovskij V. T., Sokolov Yu. G., Pachkin A. A., Hudoj F. F., Ismailov V. Ya., Salamatin V. N., Ermolenko S. A. Lovushka-applikator dlya nasekomyh // Patent na poleznuyu model' № 152224. 2015. Rezhim dostupa: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1539679028222.

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.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРУЛЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ НА СОРТАХ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Л. Шайдаюк¹, младший научный сотрудник лаборатории микологии и фитопатологии, ORCID ID: 0000-0003-3266-6272;

Е. И. Гультяева¹, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микологии и фитопатологии, ORCID ID: 0000-0001-7948-0307;

Н. В. Шишкин², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;

Т. Г. Дерова², ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

Д. Р. Яковлева¹, лаборант-исследователь лаборатории микологии и фитопатологии, ORCID ID: 0000-0003-0464-042X;

Н. П. Иличкина², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322

¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений

196608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, 3;

²ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, г. Зерноград, Научный городок, 3

Целью данной работы являлись характеристика вирулентности популяции *P. triticina* на твердой пшенице в Ростовской области и оценка устойчивости к бурой ржавчине у перспективных сортов озимой твердой пшеницы селекции АНЦ «Донской». Совместные исследования проведены в лабораториях ФГБНУ «АНЦ» Донской и ФГБНУ ВИЗР. Образцы популяций патогена были собраны на сортах твердой пшеницы Дончанка, Лазурит, Донской янтарь и Прикумская 142 и размножены в лабораторных условиях на восприимчивых сортах мягкой и твердой пшеницы. Всего изучено 64 монопустульных изолята. Изученные изоляты были авирулентны к линиям Thatcher с генами *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr9*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr19*, *Lr20* и *Lr24* и вирулентны к *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr3ka*, *Lr10*, *Lr11*, *Lr14a*, *Lr14b*, *Lr18*, *Lr26*, *Lr30* и *Lr44*. Все образцы популяций, размноженные на твердой пшенице, характеризовались авирулентностью к линии *TcLr17*, а размноженные на мягкой – преимущественно вирулентностью. В целом проведенный анализ выявил существенные различия в составе популяций патогена на твердой и мягкой пшенице. Изоляты с твердой пшеницы имели достоверно меньшее число аллелей вирулентности по сравнению с изолятами с мягкой пшеницы. Кроме того, наблюдали различия в латентном периоде у изолятов, развивающихся на мягкой и твердой пшенице (на мягкой пшенице он был меньше). В лабораторных и полевых условиях в 2015–2017 гг. изучено 17 сортов озимой твердой пшеницы. Высоким уровнем устойчивости в полевых (пораженность – 0–5%) и лабораторных условиях (балл – 0–2) характеризовались сорт Эйрена и линия КС-586/13. Выявлены слабовосприимчивые сорта (Юбилярка, Лазурит, Курант, Аксицит). Умеренное поражение во все годы исследований отмечено на сортах Яхонт, Терра, Диона, Кристелла, Агат Донской (10–20%). К группе восприимчивых относился сорт Дончанка (50–60% – 2015–2016 гг.; 40–50% – 2017 г.), среднюю восприимчивость проявили сорта Донской янтарь, Гелиос, Янтарина и Амазонка (20–40%).

Ключевые слова: *Triticum durum*, вирулентность, *Puccinia triticina*, *Lr*-гены, устойчивость.



CHARACTERISTICS OF BROWN LEAF RUST VIRULENCE ON WINTER DURUM WHEAT VARIETIES IN THE ROSTOV REGION

E. L. Shaydayuk¹, junior researcher of the laboratory of mycology and phytopathology, ORCID ID: 0000-0003-3266-6272;

E. I. Gulytyaeva¹, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory of mycology and phytopathology, ORCID ID: 0000-0001-7948-0307;

N. V. Shishkin², 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. Derova², leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;

D. R. Yakovleva¹, research assistant of the laboratory of mycology and phytopathology, ORCID ID: 0000-0003-0464-042X;

N. P. Ilichkina², Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322

¹FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Protection,

196608, St. Petersburg, Pushkin, Podbelsky Av., 3;

²FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3

The purpose of this work was to characterize the virulence of the *P. triticina* population on durum wheat in the Rostov region and to assess the leaf rust resistance in the promising winter durum wheat varieties selected by the "ARC "Donskoy". The joint studies were conducted in the laboratories of FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" and FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Protection. The samples of pathogen populations were collected on durum wheat varieties "Donchanka", "Lazurit", "Donskoy Yantar" and "Prikumskaya 142" and propagated on the susceptible soft and durum wheat varieties in the laboratory. There were studied 64 mono pustular isolate. The studied isolates were avirulent to the Thatcher lines with the genes *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr9*, *Lr15*,

Lr16, Lr19, Lr20 and Lr24 and were virulent to Lr3a, Lr3bg, Lr3ka, Lr10, Lr11, Lr14a, Lr14b, Lr18, Lr26, Lr30 и Lr44. All samples of populations propagated on durum wheat were characterized by avirulence to the TcLr17 line, and those propagated on soft wheat were mainly characterized by virulence. In general, the conducted analysis revealed significant differences in the composition of pathogen populations on durum and soft wheat. The isolates from durum wheat had a significantly smaller number of virulence alleles, compared with the isolates from soft wheat. In addition, there were observed differences in the latent period of isolates developing on soft and durum wheat (it was less on soft wheat). In 2015–2017 there were studied 17 varieties of winter durum wheat in the laboratory and field conditions. The variety "Arena" and line KS-586/13 were characterized with a high level of resistance in the field (0–5% of infestation) and laboratory conditions (score 0–2). There were identified the weakly susceptible varieties "Yubilyarka", "Lazurit", "Kurant", "Aksinit". A moderate infestation throughout all years of study was established on the varieties "Yakhont", "Terra", "Diona", "Kristella", "Agat Donskoy" (10–20%). The variety "Donchanka" (50–60% in 2015–2016; 40–50% in 2017) belongs to the susceptible group. The varieties "Donskoy Yantar", "Gelios", "Yantarina" and "Amazonka" were of medium susceptibility (20–40%).

Keywords: *Triticum durum*, virulence, *Puccinia triticina*, Lr-genes, resistance.

Введение. Благодаря высоко стекловидному янтранному зерну с повышенным содержанием каротиноидов, особым физическим свойством теста, способности давать специальную крупнозернистую крупку (семолину) твердая пшеница *Triticum durum* Desf. по своей значимости считается второй после мягкой пшеницы культурой. Зерно этой культуры является единственным сырьем для изготовления высококачественных макаронных изделий, спагетти и круп.

В Ростовской области культура твердой пшеницы представлена сортами ярового и озимого образа жизни, площадь под которыми составляет 10–15 тыс. га. Средняя урожайность выращиваемых в области сортов достигает 4–6 т/га, при этом для новых сортов она может достигать 9–11 т/га (Самофалова и др., 2012). Для реализации потенциала продуктивности высококачественного зерна твердой пшеницы, наряду с соблюдением агротехнологических приемов, особую значимость имеет устойчивость возделываемых сортов к биотическим стрессам, среди которых более распространенным является бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.).

Считается, что твердая пшеница более устойчива к бурой ржавчине по сравнению с мягкой пшеницей (Дорофеев и др., 1987). Популяционно-генетические исследования патогена на твердой пшенице получили развитие после нескольких серьезных эпифитотий в Мексике в начале 2000-х гг. Популяции возбудителя бурой ржавчины, обитающие на твердой пшенице, охарактеризованы по признаку вирулентности во многих странах (Ordoñez and Kolmer, 2007; Mantovani et al., 2010; Goyeau et al., 2012). В России такие исследования проводились ограниченно на Дагестанской опытной станции ВИР в 1970–1980 гг. (ДОС ВИР) (Дмитриев и др., 1976; Берлянд-Кожевников и др., 1978; Михайлова и Метревелли, 1986). Во всех этих исследованиях показаны существенные различия по вирулентности между изолятами *P. triticina* на мягкой и твердой пшенице.

Аграрный научный центр «Донской» ежегодно создает и передает в Госсортокомиссию РФ сорта озимой твердой пшеницы с высокими агробиологическими характеристиками, в том числе с высокой устойчивостью к основным болезням, которые преобладают в Ростовской области

Целью данной работы являлись характеристика вирулентности изолятов *P. triticina* на сортах твердой пшеницы селекции АНЦ «Донской» и оценка полевой и ювенильной устойчивости к бурой ржавчине у перспективных сортов озимой твердой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Совместные исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской» и лаборатории микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР. В иммунологических исследованиях использовали 17 сортов озимой твердой пшеницы, созданных в ФГБНУ «АНЦ «Донской»: Дончанка, Аксинит, Курант, Амазонка, Агат Донской, Кристелла, Лазурит, Диона, Донской янтарь, Гелиос, Эйрена, Терра, Яхонт, Янтарина, Юбилярка, КС-1595/13, КС-586/13. Устойчивость к бурой

ржавчине изучали в полевых условиях аграрного центра на искусственном инфекционном фоне. Заражение сортов проводили в фазу «кущение – трубкование» путем опудривания растений смесью урединиоспор с мукой. Интенсивность поражения ржавчиной у сортов проводили по шкале Р. Ф. Петерсона (Peterson et al., 1948). В качестве восприимчивых контролей использовали сорт озимой мягкой пшеницы Тарасовская 29 и сорт озимой твердой пшеницы Дончанка.

Для лабораторных опытов листья с урединиопустулами бурой ржавчины были собраны в 2018 г. с сортов озимой твердой пшеницы Дончанка, Лазурит, Донской янтарь и Прикумская 142, выращиваемых на селекционном участке АНЦ «Донской». В лабораторных условиях ВИЗР образцы популяций были размножены на восприимчивых сортах мягкой (Thatcher) и твердой (Памяти Чеховича) пшеницы. Для получения монопустульных изолятов и их размножения использовали метод культивирования гриба на отрезках листьев пшеницы, помещенных в раствор бензимидазола (0,004%) (Михайлова и др., 2000).

Анализ вирулентности проводили на проростках изогенных линий пшеницы сорта Thatcher (фаза первого листа). По 3–5 зерен каждой изогенной линии (TcLr-линии) сеяли в почву. 10–14-дневные проростки инокулировали суспензией возбудителя, выдерживали в течение 10–15 ч в темноте во влажной камере, после чего переносили в светоустановку и инкубировали при температуре 22 °С. Учет проводили на 10–12-й день после заражения. Для оценки устойчивости использовали шкалу Е. В. Mains и Н. S. Jackson (1926), где 0 – отсутствие симптомов; 0 – некрозы без пустул; 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – пустулы среднего размера без некроза; 4 – крупные пустулы без некроза; X – пустулы на одном и том же листе разных типов, присутствуют хлорозы и некрозы. Растения с типом реакции X относили к восприимчивым.

Из спорового материала возбудителя, собранного с каждого из четырех сортов, анализировали по 16 изолятов. Среди них 8 изолятов были размножены на твердой и 8 на мягкой пшенице. Фенотип (расу) гриба определяли по типу реакции на 20 TcLr-линиях. Обозначение фенотипов вирулентности проводили по североамериканской системе (Long and Kolmer, 1989). Для этого использованные TcLr-линии были разделены в пять наборов по четыре линии в каждом: 1-й набор – Lr1, Lr2a, Lr2c, Lr3a; 2-й – Lr9, Lr16, Lr24, Lr26; 3-й – Lr3ka, Lr11, Lr17, Lr30; 4-й – Lr2b, Lr3bg, Lr14a, Lr14b; 5-й – Lr15, Lr18, Lr19, Lr20. Первые три набора соответствовали предложенным D. Long и J. Kolmer (1989), другие два включали линии, эффективные для дифференциации российских популяций патогена (Gulyaeva et al., 2012). Дополнительно в анализ включили линии TcLr23 и TcLr44, поскольку на этих линиях выявлены различия в вирулентности между северокавказскими и азиатскими популяциями патогена на твердой пшенице (Шайдаук и др., 2019).

Буквенный код фенотипов (рас), частоты вирулентности и фенотипов определяли с использованием пакета программ Virulence Analysis Tool (VAT) (Kosman, 2008).

Для изучения ювенильной устойчивости 17 перспективных сортов озимой твердой пшеницы проводили оценку их в фазу проростка. Сорты выращивали в сосудах с почвой. В фазе первого листа их инокулировали зерноградской популяцией *P. triticina*

с твердой пшеницы (ЗПт), а также сборной зерноградских популяций (ЗПм) и тремя клона патогена (K1, K2, K3), выделенными с мягкой пшеницы. Характеристика вирулентности используемого инфекционного материала представлена в таблице 1. Рабочая концентрация суспензии спор составляла 1×10^6 спор/мл. Учет проводили на 10-й день после заражения по представленной выше шкале Е. В. Mains и Н. S. Jackson.

1. Характеристика инфекционного материала *P. triticina* по вирулентности 1. Characteristics of infectious material *P. triticina* according to virulence

Изолят/ популяция	Происхождение	Вирулентность к линиям TcLr	Авирулентность к линиям TcLr
Инфекционный материал с <i>Triticum aestivum</i>			
K1	Челябинская обл., 2016 г.	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ка, 9, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30	19, 24, 26, 28, 29
K2	Тамбовская обл., 2016 г.	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ка, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 30	9, 24, 26, 28, 29
K3	Краснодарский край, 2016 г.	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ка, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 30	9, 24, 28, 29
ЗПм	Ростовская обл., 2017 г.	1, 2c, 3a, 3bg, 3ка, 10, 11, 14a, 14b, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 30	2a, 2b, 9, 15, 19, 24, 28, 29
Инфекционный материал с <i>Triticum durum</i>			
ЗПт	Ростовская обл., 2018 г.	1, 3a, 3bg, 3ка, 10, 11, 14a, 14b, 17, 18, 19, 20, 26, 30	2a, 2b, 2c, 9, 15, 16, 19, 24, 28, 29

Результаты и их обсуждение. В популяционных исследованиях охарактеризована вирулентность образцов *P. triticina*, собранных с сортов твердой пшеницы Дончанка, Лазурит, Донской янтарь и Прикумская 142. Популяции были размножены на универсально восприимчивых сортах мягкой и твердой пшеницы (Thatcher и Памяти Чеховича), что позволяло оценить влияние вида пшеницы на селективный отбор патогена по вирулентности.

Всего изучено 64 монопустульных изолята (табл. 2). Все изоляты с твердой пшеницы были авирулентны к линиям Thatcher с генами *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr9*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr19*, *Lr20* и *Lr24* и вирулентны к *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr3ka*, *Lr10*, *Lr11*, *Lr14a*, *Lr14b*, *Lr18*, *Lr26*, *Lr30* и *Lr44*. Изоляты авирулентные к линии TcLr23 отмечены

только в споровом образце с сорта Дончанка при размножении на мягкой пшенице. Этот ген, как и *Lr14b*, передан мягкой пшенице от *T. durum* (McIntosh et al., 1995).

Существенное варьирование между коллекциями изолятов, размноженными на мягкой и твердой пшенице, наблюдали по вирулентности к TcLr17 (от 0% до 100). Все изоляты, размноженные на твердой пшенице, характеризовались авирулентностью к линии TcLr17. Для монопустульных изолятов, размноженных на мягкой пшенице, наблюдали варьирование по вирулентности к этой линии: с сортов Дончанка и Донской янтарь все изоляты были вирулентны; с сорта Дончанка – 88%; с сорта Донской янтарь – 73% (табл. 2).

2. Вирулентность и фенотипический состав изолятов *Puccinia triticina* на сортах озимой твердой пшеницы (Зерноград, 2018 г.) 2. Virulence and phenotypic composition of *Puccinia triticina* isolates on durum wheat varieties (Zernograd, 2018)

Гены Lr	Частоты вирулентности изолятов патогена (%) с сортов							
	Дончанка		Прикумская 142		Лазурит		Донской янтарь	
	м*	т	м	т	м	т	м	т
2a, 2b, 2c, 9, 15, 16, 19, 20, 24	0	0	0	0	0	0	0	0
17	88	0	100	0	100	0	73	0
23	25	100	100	100	100	100	100	100
3a, 3bg, 3ка, 10, 11, 14a, 14b, 18, 26, 30, 44	100	100	100	100	100	100	100	100
Фенотипы	MCTKG MCRKG	MCRKG	MCTKG	MCRKG	MCTKG	MCRKG	MCTKG MCRKG	MCTKG
Число изолятов	8	8	8	8	8	8	8	8

*Размножение на мягкой (м) и твердой (т) пшенице.

Полученные результаты выявили существенные различия между составом популяции *P. triticina* на твердой и мягкой пшеницах. Зерноградская популяция на мягкой пшенице, собранная в 2017 г. и используемая в настоящих исследованиях при изучении устойчивости сортов твердой пшеницы (табл. 2), характеризовалась большим числом аллелей вирулентности и отличалась по вирулентности к линиям Lr2c, TcLr17 и TcLr16.

Анализ фенотипического состава образцов популяций *P. triticina* на разных сортах твердой пшеницы не выявил высокого разнообразия. Один общий фенотип MCRKG отмечен на всех сортах при размножении инокулюма на твердой пшенице. Данный фенотип относится к группе редких для популяций патогена на мягкой пшенице во всех российских регионах (Гультяева и др.,

2017). В целом проведенный анализ выявил существенные различия в составе патогена на твердой пшенице по сравнению с ранее изученными популяциями патогена на мягкой пшенице (Шайдаюк и др., 2019). Изоляты с твердой пшеницы имели достоверно меньшее число аллелей вирулентности (Kosman et al., 2008) по сравнению с изолятами с мягкой пшеницы (Martinez et al., 2005). В связи с этим представляло интерес оценить вирулентность инокулюма *P. triticina*, полученного с твердой и мягкой пшеницы, для сортов твердой пшеницы.

Результаты оценки устойчивости сортов твердой пшеницы в фазе проростков представлены в таблице 3. Большинство изученных сортов, за исключением сорта Дончанка, характеризовались высокой степенью устойчивости к используемым клонам и популяциям патогена с мягкой пшеницы.

3. Результаты изучения сортов твердой пшеницы по устойчивости к возбудителю бурой ржавчины 3. The study results of the durum wheat varieties according to their resistance to brown rust pathogen

№ п/п	Сорт	Тип реакции в фазе проростков (балл)					Пораженность в поле, %		
		K1	K2	K3	ЗПм	ЗПт	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1	Дончанка	2	3	3	3	3–4	50–60	50–60	40–50
2	Аксинит	–	0	0	3	3	20–30	10–15	0–5
3	Курант	0–1;	0;	0	–	2	15–20	5–10	0–5
4	Амазонка	0–1;	0;	0	–	3	20–30	15–20	20–30
5	Агат Донской	0	0;	0–1;	3	3	10–15	15–20	5–10
6	Кристелла	0;	0;	0;	–	2*–3	10–15	15–20	15–20
7	Лазурит	–	0;	0–1;	2	3	10–15	5–10	0–5
8	Диона	0–1;	0;	0;	0–1;	2*–3	15–20	10–15	10–15
9	Донской январь	0;	0–1;	0–1;	3	3	30–40	40–50	30–40
10	Гелиос	1–2	0;	–	0;	3	20–30	30–40	20–30
11	Терра	0	–	0;	2	3	15–20	10–15	10–15
12	Эйрена	0–1;	0	0;	1–2;	1–2	0–5	0–5	сл
13	Яхонт	0;	0;	0;	0;	1–2	10–15	15–20	10–15
14	Янтарина	0;	0;	0;	0;	1–2	20–30	15–20	15–20
15	Юбиларка	2–3	0;	0–1;	–	3	10–15	0–5	0–5
16	КС-1595/13	0	3	0;	0	3	–	5–10	–
17	КС-586/13	0	0	0–1;	0;	0;	сл	сл	0–5

Сорт Юбиларка был умеренно восприимчив к кло-ну, вирулентному к Lr9 (K1); линия КС-1595/13 – к кло-ну, вирулентному к Lr19 (K2), а сорта Аксинит, Агат Донской и Донской январь – к сборной зерноградской популяции патогена.

При инокуляции популяцией патогена, полученной с твердой пшеницы (Пт), большинство изученных сортов характеризовались восприимчивостью. Устойчивый тип реакции (0–2) имели Курант, Эйрена, Яхонт, Янтарина, КС-586/13. По сравнению с мягкой пшеницей, на которой симптомы поражения ржавчины проявлялись на 7–8-й день после инокуляции, на сортах твердой пшеницы достоверная визуализация симптомов отмечалась несколько позднее (на 10–14-й день), что свидетельствует о более длительном латентном периоде возбудителя при поражении твердой пшеницы, относящемся к положительному качеству неспецифической устойчивости сортов.

Интенсивность поражения сортов озимой твердой пшеницы в полевых условиях варьировала по годам исследований. В 2015–2016 гг. максимальная пораженность восприимчивого сорта Дончанка составляла 50–60%; в 2017 г. – 40–50%. Среднюю воспри-

имчивость проявляли сорта Донской январь, Гелиос, Янтарина и Амазонка (20–40%). Все другие изученные образцы твердой пшеницы имели существенно меньшее поражение, что указывает на их разный уровень полевой устойчивости.

У большинства сортов озимой твердой пшеницы во взрослом состоянии в полевых условиях преобладали устойчивые типы реакции (1, 2). У сортов Дончанка, Донской январь наблюдали гетерогенность по типам реакции (1, 2, 3, X).

Наименьшей степенью поражения в полевых условиях в изученный период времени (0–5%) характеризовались сорт Эйрена и линия КС-586/13. Эти же образцы показали высокий уровень ювенильной устойчивости ко всем используемым изолятам и популяциям патогена. На сортах Юбиларка и Лазурит пораженность варьировала от 0 до 15%; на сорте Курант – от 0 до 20%; на сорте Аксинит – от 0 до 30%. Слабое поражение во все годы исследований отмечено на сортах Яхонт, Терра, Диона, Кристелла, Агат Донской (10–20%).

Выводы. Проведенный анализ выявил существенные различия в составе популяции возбудителя бурой ржавчины на сортах мягкой и твердой пшеницы.

Определено, что генотипы твердой пшеницы отбирают менее вирулентные изоляты патогена по сравнению с генотипами мягкой пшеницы. Отмечены различия в латентном периоде при развитии *P. triticina* на сортах мягкой и твердой пшеницы. На твердой пшенице он был длиннее на 2–4 дня, чем на мягкой пшенице. Показано, что инокулюм, полученный с твердой пшеницы, является более вирулентным для сортов твердой пшеницы, чем инокулюм с мягкой пшеницы.

Многолетний анализ устойчивости перспективных сортов твердой пшеницы в полевых условиях Зернограда показал их различную степень устойчивости по сравнению с восприимчивым контролем. Сорта Донской янтарь, Гелиос, Янтарина и Амазонка проявляют среднюю устойчивость; сорта Юбиларка, Курант и Аксинит устойчивы к патогену; сорта Эйрена и КС-586/13 высокоустойчивы к изолятам и популяциям патогена.

Библиографические ссылки

1. Берлянд-Кожевников В. М., Дмитриев А. П., Будашкина Е. Б., Шитова И. Т., Рейтер В. Г. Устойчивость пшеницы к бурой ржавчине (генетическое разнообразие популяций гриба и растения-хозяина). Новосибирск: Наука, 1978.
2. Гулятьевой Е. И., Аристова М. К., Шайдаюк Е. Л., Мироненко Н. В., Казарцев И. А., Ахметова А., Косман Е. Генетическая дифференциация *Puccinia triticina* Erikss. на территории России // Генетика. 2017. № 53(9). С. 1053–1060. DOI 10.7868/S0016675817070037.
3. Дмитриев А. П., Михайлова Л. А., Шеломова Л. Ф., Деревянкин А. И. Исследование расового и генотипического состава дербентской популяции *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. *tritici* в 1972–1973 гг. // Микология и фитопатология. 1976. № 10(4). С. 61–64.
4. Дорощев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. В. и др. Пшеницы мира. Ленинград: Колос, 1987.
5. Михайлова Л. А., Метревели Т. Г. Структура популяций *Puccinia triticina* Rob. Ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. на разных видах пшеницы // Микология и фитопатология. 1986. № 20(2). С. 138–142.
6. Михайлова Л. А., Гулятьева Е. И., Мироненко Н. В. Методы исследований структуры популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*. Иммуногенетические методы создания устойчивых к вредным организмам сортов. СПб., 2000.
7. Самофалова Н. Е., Попов А. С., Иличкина Н. П., Дубинина О. А., Дерова Т. Г. Твердая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортосов состав, технология возделывания, семеноводство). Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2012. 80 с.
8. Шайдаюк Е. Л., Гулятьева Е. И., Мальчиков П. Н., Розова М. А., Коробейников Н. И. Сравнительный анализ популяций *Puccinia triticina* на твердой и мягкой пшенице // Микология и фитопатология. 2019. № 4. (В печати.)
9. Goyeau H., Berder J., Czerepak C., Gautier A., Lanen C., Lannou C. Low diversity and fast evolution in the population of *Puccinia triticina* causing durum wheat leaf rust in France from 1999 to 2009, as revealed by an adapted differential set // Plant Pathology. 2012. Vol. 61(4). Pp. 761–772. DOI 10.1111/j.1365-3059.2011.02554.x.
10. Goyeau H., Park R. F., Schaeffer B., Lannou C. Distribution of pathotypes with regard to host cultivars in French wheat leaf rust populations // Phytopathology. 2006. Vol. 96(3). Pp. 264–73. DOI 10.1094/PHYTO-96-0264.
11. Gulyaeva E. I., Dmitriev A. P., Kosman E. Regional diversity of Russian populations of *Puccinia triticina* in 2007 // Canadian J. Plant Pathology. 2012. Vol. 34(2). Pp. 213–224. DOI 10.1080/07060661.2011.633562.
12. Kosman E., Dinooor A., Herrmann A. Virulence Analysis Tool (VAT) // User Manual. 2008.
13. Long D., Kolmer J. A. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* // Phytopathology. 1989. Vol. 79. Pp. 525–529.
14. Mantovani P., Maccaferri M., Tuberosa R., Kolmer J. A. Virulence phenotypes and molecular genotypes in collections of *Puccinia triticina* from Italy // Plant Disease. 2010. Vol. 94(4). Pp. 420–424. DOI 10.1094/PDIS-94-4-0420.
15. Martinez F., Sillero J. C., Rubiales D. Pathogenic specialization of *Puccinia triticina* in Andalusia from 1998 to 2000 // Journal of Phytopathology. 2005. Vol. 153. Pp. 344–349. DOI 10.1111/j.1439-0434.2005.00983.x.
16. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology. 1926. Vol. 16. Pp. 89–120.
17. McIntosh R. A., Wellings C. R., Park R. F. Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes. Melbourne: CSIRO Publishing, 1995.
18. Ordóñez M. E., Kolmer J. A. Virulence phenotypes of a worldwide collection of *Puccinia triticina* from durum wheat // Phytopathology. 2007. Vol. 97. Pp. 344–351. DOI 10.1094/PHYTO-97-3-0344.
19. Peterson R. F., Campbell A. B., Hannah A. E. Adigrammatic scaleforestimatingrust intensityonleaves and stems of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500. DOI 10.1139/cjr48c-033.
20. Singh R. P., Huerta-Espino J., Pfeiffer W., Figueroa-Lopez P. Occurrence and impact of a new leaf rust race on durum wheat in Northwestern Mexico from 2001 to 2003 // Plant Disease. 2004. Vol. 88. Pp. 703–708. DOI 10.1094/PDIS.2004.88.7.703.

References

1. Berlyand-Kozhevnikov V. M., Dmitriev A. P., Budashkina E. B., Shitova I. T., Rejter V. G. Ustojchivost' pshenicy k buroj rzhavchine (geneticheskoe raznoobrazie populyacij griba i rasteniya-hozyaina) [Wheat resistance to leaf rust (genetic diversity of the fungus and host plant populations)]. Novosibirsk: Nauka, 1978.
2. Gul'tyaevoy E. I., Aristova M. K., Shajdayuk E. L., Mironenko N. V., Kazarcev I. A., Ahmetova A., Kosman E. Geneticheskaya differenciya *Puccinia triticina* Erikss. na territorii Rossii [Genetic differentiation of *Puccinia triticina* Erikss. on Russian territory] // Genetika. 2017. № 53(9). S. 1053–1060. DOI 10.7868/S0016675817070037.
3. Dmitriev A. P., Mihajlova L. A., Shelomova L. F., Derevyankin A. I. Issledovanie rasovogo i genotipicheskogo sostava derbentskoj populyacii *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. *tritici* v 1972–1973 gg. [The study of the racial and genotypic composition of the Derbent population of *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. *tritici* in 1972–1973] // Mikologiya i fitopatologiya. 1976. № 10(4). S. 61–64.
4. Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semenova L. V. i dr. Pshenicy mira [Wheats of the world]. Leningrad: Kolos, 1987.

5. Mihajlova L. A., Metreveli T. G. Struktura populjacija *Puccinia triticina* Rob. Ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. na raznyh vidah pshenicy [Population structure of *Puccinia triticina* Rob. Ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. on different types of wheat] // Mikologija i fitopatologija. 1986. № 20(2). S. 138–142.
6. Mihajlova L. A., Gul'tyaeva E. I., Mironenko N. V. Metody issledovanij struktury populjacija vzbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*. Immunogeneticheskie metody sozdaniya ustojchivyh k vrednym organizmam sortov [Methods for studying the structure of brown rust pathogen populations *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*. Immune and genetic methods for developing the pest-resistant varieties]. SPb., 2000.
7. Samofalova N. E., Popov A. S., Ilichkina N. P., Dubinina O. A., Derova T. G. Tverdaya (turgidnaya) ozimaya pshenica v Rostovskoj oblasti (sortovoj sostav, tekhnologija vozdeľyvaniya, semenovodstvo) [Durum (turgid) winter wheat in the Rostov region (varietal composition, cultivation technology, seed-growing)]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2012. 80 s.
8. Shajdayuk E. L., Gul'tyaeva E. I., Mal'chikov P. N., Rozova M. A., Korobejnikov N. I. Sravnitel'nyj analiz populjacija *Puccinia triticina* na tverdoj i myagkoj pshenice [Comparative analysis of *Puccinia triticina* populations on durum and soft wheat] // Mikologija i fitopatologija. 2019 № 4. (V pečati.)
9. Goyeau H., Berder J., Czerepak C., Gautier A., Lanen C., Lannou C. Low diversity and fast evolution in the population of *Puccinia triticina* causing durum wheat leaf rust in France from 1999 to 2009, as revealed by an adapted differential set // Plant Pathology. 2012. Vol. 61(4). Pp. 761–772. DOI 10.1111/j.1365-3059.2011.02554.x.
10. Goyeau H., Park R. F., Schaeffer B., Lannou C. Distribution of pathotypes with regard to host cultivars in French wheat leaf rust populations // Phytopathology. 2006. Vol. 96(3). Pp. 264–73. DOI 10.1094/PHYTO-96-0264.
11. Gulyaeva E. I., Dmitriev A. P., Kosman E. Regional diversity of Russian populations of *Puccinia triticina* in 2007 // Canadian J. Plant Pathology. 2012. Vol. 34(2). Pp. 213–224. DOI 10.1080/07060661.2011.633562.
12. Kosman E., Dinoor A., Herrmann A. Virulence Analysis Tool (VAT) // User Manual. 2008.
13. Long D., Kolmer J. A. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* // Phytopathology. 1989. Vol. 79. Pp. 525–529.
14. Mantovani P., Maccaferri M., Tuberosa R., Kolmer J. A. Virulence phenotypes and molecular genotypes in collections of *Puccinia triticina* from Italy // Plant Disease. 2010. Vol. 94(4). Pp. 420–424. DOI 10.1094/PDIS-94-4-0420.
15. Martinez F., Sillero J. C., Rubiales D. Pathogenic specialization of *Puccinia triticina* in Andalusia from 1998 to 2000 // Journal of Phytopathology. 2005. Vol. 153. Pp. 344–349. DOI 10.1111/j.1439-0434.2005.00983.x.
16. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology. 1926. Vol. 16. Pp. 89–120.
17. McIntosh R. A., Wellings C. R., Park R. F. Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes. Melbourne: CSIRO Publishing, 1995.
18. Ordonez M. E., Kolmer J. A. Virulence phenotypes of a worldwide collection of *Puccinia triticina* from durum wheat // Phytopathology. 2007. Vol. 97. Pp. 344–351. DOI 10.1094/PHYTO-97-3-0344.
19. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. Adigrammatic scaleforestimatingrust intensity on leaves and stems of cereals // Can. J. Res. 1948. Vol. 26. Pp. 496–500. DOI 10.1139/cjr48c-033.
20. Singh R. P., Huerta-Espino J., Pfeiffer W., Figueroa-Lopez P. Occurrence and impact of a new leaf rust race on durum wheat in Northwestern Mexico from 2001 to 2003 // Plant Disease. 2004. Vol. 88. Pp. 703–708. DOI 10.1094/PDIS.2004.88.7.703.

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.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ШТАММОВ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ СОИ К РЕКОМЕНДУЕМЫМ ХИМИЧЕСКИМ ФУНГИЦИДАМ¹

Ю. В. Лактионов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273;

Ю. В. Косульников, инженер-исследователь лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, kullavayn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1134-3503;

Д. В. Дудникова, инженер-исследователь лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, daryanikolaenko94@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4319-1957;

В. В. Яхно, ORCID ID: 0000-0001-7953-3405;

А. П. Кожемяков, кандидат биологических наук, зав. лабораторией экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, ORCID ID: 0000-0002-9657-2454

ФГБНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии, 196608, г. Санкт-Петербург, Пушкин-8, шоссе Подбельского, 3

В работе определена устойчивость различных штаммов клубеньковых бактерий сои к рекомендуемым химическим фунгицидам в условиях бакового раствора и при нанесении на семенную поверхность. В качестве опытных ризобий изучены бактерии сои вида *Bradyrhizobium japonicum* следующих штаммов: 634б, 640, ВР-648, ВР-733. В качестве протравителей были использованы фунгициды следующих марок: Максим, Протект, Протект Форте. В условиях бакового раствора совместимость определяли путем смешения биопрепарата и протравителя, выдержки смеси в темноте при комнатной температуре с последующим определением процента выживших ризобий в зависимости от вида протравителя и времени выдержки раствора. Установлено, что различные штаммы ризобий сои практически не отличаются по устойчивости к протравителям в условиях бакового раствора, однако протравители отличаются разной степенью токсичности по отношению к изучаемым штаммам, что позволило выстроить протравители в ряд в порядке увеличения токсичности для ризобий: Максим, Протект, Протект Форте. Так как взятые для исследования штаммы практически не отличались по своей устойчивости к протравителям в условиях бакового раствора, то для определения динамики гибели ризобий на протравленных семенах был исследован только штамм *B. japonicum* 634б. Определение токсичности протравителей было осуществлено методом посева на чашки с питательной средой смывов с обработанных семян. Обработанные семена выдерживали в темноте при комнатной температуре. Отбор навесок обработанных семян осуществляли спустя 2, 4, 8 ч после обработки. Характер построенных кривых сокращения численности ризобий на семенах показал, что на семенной поверхности самым токсичным для бактерий оказался Протект Форте, а самым «мягким» – Максим. Данное исследование позволит оптимизировать процесс инокуляции семян сои с их одновременным протравливанием химическими протравителями.

Ключевые слова: соя, семена, протравители, биопрепараты, совместимость.



ESTIMATION OF STABILITY OF SOYBEAN ROOT NODULE BACTERIAL STRAINS TO THE RECOMMENDED CHEMICAL FUNGICIDES

Yu. V. Laktionov, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273;

Yu. V. Kosulnikov, engineer-researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, kullavayn@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1134-3503;

D. V. Dudnikova, engineer-researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, daryanikolaenko94@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4319-1957;

V. V. Yakhno, ORCID ID: 0000-0001-7953-3405;

A. P. Kozhemyakov, Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, ORCID ID: 0000-0002-9657-2454

FSBSI All-Russian RI of Agricultural microbiology, 196608, Saint-Petersburg, Pushkin-8, Podbelsky Highway, 3

The work determines the resistance of various strains of soybean nodule bacteria to the recommended chemical fungicides in the tank solution applied to the seed surface. As experimental rhizobia there were studied such soybean bacteria of the *Bradyrhizobium japonicum* of the following strains as 634b, 640, BR-648, BR-733. The fungicides "Maksim", "Protekt", "Protekt Forte" were used as disinfectants. In the tank solution there was determined compatibility by mixing the biopreparation and the disinfectant, keeping the mixture at room temperature in the dark, with further determining percentage of the survived rhizobia depending on the disinfectant type and the keeping time of the solution. It has been established that different soya rhizobia strains do not practically differ in resistance to disinfectants in the tank solution. However, the disinfectants possess different degrees of toxicity to the studied strains, which made it possible to arrange the disinfectants due to their increasing toxicity for rhizobia "Maksim", "Protekt", "Protekt Forte". Since the strains taken for the study practically did not differ in their resistance to disinfectants in the tank solution, there was investigated only the strain *B. japonicum* 634b to determine the dynamics of rhizobia death on the treated seeds. Determination of the disinfectants' toxicity was carried out by placing the washes from treated seeds on the plates with nutrient medium. The treated seeds were kept at room temperature in the dark. The selection of the treated seeds was carried out after 2, 4 and 8 hours after treatment. The nature of the curves for rhizobia reduction on seeds showed that "Protekt Forte" was the most toxic to bacteria on the seed surface, and "Maksim" was the most "soft". This study will allow optimizing the process of soybean seeds inoculation with their simultaneous treatment with chemical disinfectants.

Keywords: soybean, seeds, disinfectants, bio preparations, compatibility.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.607.21.0178, RFMEFI60717X0178).

Введение. В отечественном земледелии предпосевная инокуляция семян бобовых культур препаратами клубеньковых бактерий получает все большее признание как эффективный прием повышения урожайности (Кожемяков, 1989; Емцев и Мишустин, 2005; Oldroyd and Dixon, 2014). Однако зачастую в целях экономии времени и ресурсов хозяйства осуществляют инокуляцию семян совместно с их протравливанием путем приготовления общего бакового раствора биопрепарата и протравителя, которым в дальнейшем обрабатывают семена. В этом случае ризобии биопрепарата оказываются в исключительно неблагоприятных условиях, так как в состав протравителей входят поверхностно-активные вещества, угнетающие бактерии, и действующие начала, зачастую также токсичные для бактерий (Лактионов и др., 2016; Якименко и Бегун, 2016). В связи с этим научный и практический интерес представляет изучение динамики сокращения числа ризобий в смеси с протравителями в условиях бакового раствора и на семенной поверхности. Актуальные данные по совместимостям того или иного штамма ризобий с тем или иным протравителем семян позволит оптимизировать технологию одновременной обработки семян инокулянтами и химическими протравителями. Целью проведенных исследований было определение влияния марки протравителя (Максим, Протект, Протект Форте) и времени контакта с ризобиями сои (*B. japonicum* шт. 6346, 640, ВР-648, ВР-733) на выживаемость бактерий инокулянта в условиях бакового раствора и семенной поверхности (семена сои сорта Белгородская).

Материалы и методы исследования. В качестве бактериальных суспензий были исследованы препараты на основе клубеньковых бактерий сои *B. japonicum* следующих штаммов: 6346, 640, ВР-648, ВР-733.

Препараты готовили путем инокуляции изучаемыми штаммами полусинтетической среды (табл. 1) с последующим ее недельным культивированием на шейкере при 180 об/мин и месячным выдерживанием в холодильнике.

1. Состав полусинтетической питательной среды

1. The composition of semi-synthetic nutrient medium

Компонент среды	Количество (г/л)
K_2HPO_4	0,5
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,2
NaCl	0,1
Дрожжевой экстракт	1,0
Маннит	10,0

Исследованы следующие марки протравителей семян:

МАКСИМ, КС, ДВ – флудиоксонил 25 г/л (ф. Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария);
 ПРОТЕКТ, КС, ДВ – флудиоксонил 25 г/л (ООО «Агро Эксперт Груп», Россия, ф. «Agro Expert Group» Kft., Венгрия);
 ПРОТЕКТ ФОРТЕ, ВСК, ДВ – флудиоксонил 40 г/л + флуриафол 30 г/л (ООО «Агро Эксперт Груп», Россия, ф. «Agro Expert Group» Kft., Венгрия).

Для проведения опыта использованы семена сои сорта Белгородская, которые инокулировались клубеньковыми бактериями в смеси с химическими фунгицидами.

Влияние фунгицидов на клубеньковые бактерии в условиях бакового раствора определяли путем смешения исследуемых препаратов (20% раствор исследуемой бактериальной суспензии и 20% раствор исследуемого протравителя), выдержки раствора в темноте при комнатной температуре и периодического посева его разведений через определенные интервалы времени на чашки Петри с агаризированной питательной средой (табл. 1). По прошествии десяти дней с момента посева осуществляли подсчет образовавшихся колониеобразующих единиц (КОЕ) клубеньковых бактерий. Изменение числа колоний позволило определить динамику числа жизнеспособных бактериальных клеток в смеси с фунгицидами в условиях бакового раствора и влияние на нее следующих факторов: штамм бактерий, марка протравителя, прошедшее с момента смешения время. Повторность опыта – четырехкратная.

Определение влияния фунгицидов на клубеньковые бактерии в условиях семенной поверхности было осуществлено только для *B. japonicum* штамма 6346. Приготовление растворов бактериальной суспензии и протравителей было выполнено ранее описанным способом. Приготовленные растворы выдерживали при комнатной температуре в течение 30 минут с последующей обработкой навесок семян в чашке Петри (0,25 мл раствора на 25 г семян), выдержкой семян при комнатной температуре и периодическом приготовлении смывов с семян, осуществляемых взбалтыванием 8 обработанных семян с 8 мл стерильной среды на вортексе в течение 1 минуты. Смывы были приготовлены спустя 2, 4 и 8 ч после обработки семян, разведения смывов были посеяны на чашки Петри с агаризированной питательной средой (табл. 1). Подсчет образовавшихся колоний позволил определить динамику числа жизнеспособных бактериальных клеток *B. japonicum* шт. 6346 в смеси с фунгицидами в условиях одновременной обработки семян данным баковым раствором. Повторность опыта – четырехкратная.

Дисперсионный анализ полученных результатов проведен по методике Б. А. Доспехова (2012). Разница по сравнению с контролем в вариантах с применением фунгицидов существенная, так как превышает значение $НСР_{0,5}$.

Результаты и их обсуждение. Определение динамики сокращения числа живых ризобий различных штаммов в смеси с фунгицидом Максим показало, что, во-первых, фунгицид Максим характеризуется сравнительно низкой токсичностью для исследованных бактерий (в течение 8 ч в смеси с 20% протравителя выживает более половины ризобий всех 4 изученных штаммов), а во-вторых, сами штаммы практически не отличаются между собой по устойчивости к фунгициду (рис. 1).

В свою очередь, фунгицид Протект определен как значительно более токсичный для клубеньковых бактерий, так как выдержка последних в контакте с фунгицидом в течение 8 ч привела к значительному сокращению числа выживших ризобий, причем бактерии штамма ВР-648 полностью погибли, а число выживших бактерий трех остальных штаммов сократилось почти на порядок (рис. 2). Интересно, что токсичный для бактерий Протект и малотоксичный Максим приготовлены на основе одного и того же действующего вещества с одной и той же его концентрацией в протравителе (25 г/л флудиоксонил).

В условиях бакового раствора фунгицид Протект Форте определен как наиболее токсичный для исследованных штаммов, так как в течение 8 ч контакта бактерий с 20% протравителя все исследованные штаммы полностью погибли (рис. 3).

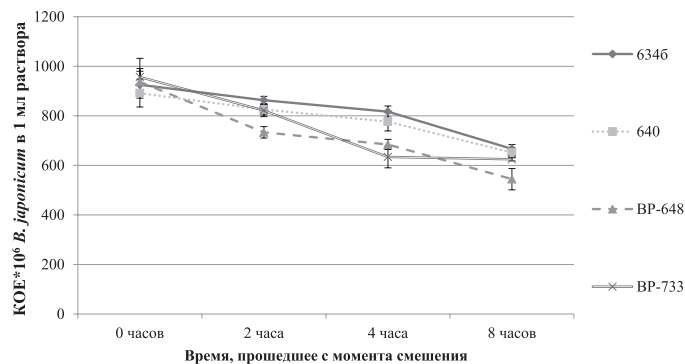


Рис. 1. Динамика сокращения числа КОЕ различных штаммов *B. japonicum* в растворе с фунгицидом Максим в концентрации 20%

Fig. 1. The reducing dynamics of CFU numbers of different *B. japonicum* strains in a 20% solution with the fungicide "Maksim"

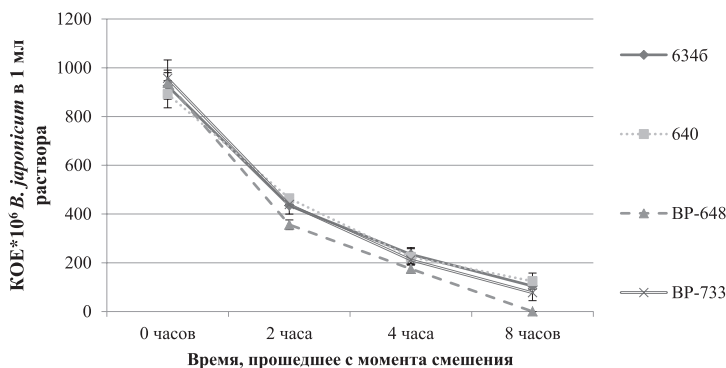


Рис. 2. Динамика сокращения числа КОЕ различных штаммов *B. japonicum* в растворе с фунгицидом Протект в концентрации 20%

Fig. 2. The reducing dynamics of CFU numbers of different *B. japonicum* strains in a 20% solution with the fungicide "Protekt"

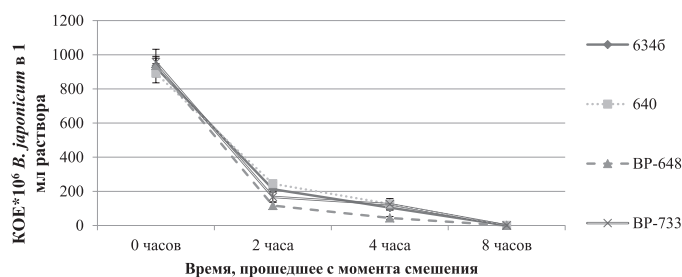


Рис. 3. Динамика сокращения числа КОЕ различных штаммов *B. japonicum* в растворе с фунгицидом Протект Форте в концентрации 20%

Fig. 3. The reducing dynamics of CFU numbers of different *B. japonicum* strains in a 20% solution with the fungicide "Protekt Forte"

Как показано, все исследуемые штаммы клубеньковых бактерий характеризуются очень похожими, практически сливающимися друг с другом, кривыми сокращения числа живых бактерий в смеси с фунгицидами. Заметная разница в устойчивости штаммов к протравителям определена лишь в случае фунгицида Протект (гибель бактерий штамма BP-648 спустя 8 ч после смешения с протравителем при остаточных количествах выживших бактерий остальных исследованных штаммов). В связи с этим выживаемость бактерий на семенах, обработанных баковым раствором, содержащим ризобии и фунгицид, была определена лишь для штамма 6346.

Достаточно любопытной выглядит динамика гибели ризобий штамма 6346 на семенах, протрав-

ленных фунгицидом Максим. Спустя 2 ч после обработки число ризобий на протравленных семенах даже несколько больше, чем в контроле. По-видимому, это связано с тем, что поверхностно-активные вещества протравителя позволяют ризобиям более равномерно покрыть семена, при том что сам фунгицид Максим, как было определено для условий бакового раствора, характеризуется низкой токсичностью для ризобий. Однако в дальнейшем бактерии стали погибать со скоростью несколько большей контроля, а через 8 ч число выживших бактерий на протравленных семенах оказалось в 2 раза ниже контрольного. Примечательно, что концентрация фунгицида Максим не оказала замет-

ного влияния на выживаемость ризобий на протравленных семенах (рис. 4; табл. 2).

Фунгициды Протект и Протект Форте ожидаемо оказались более токсичными для ризобий. Интересно, что превышение числа выживших ризобий на протравленных семенах, по сравнению с контролем, наблюдается только для фунгицида Протект и только для 10% его концентрации. По-видимому, с ростом токсичности протравителя для бактерий его угнетаю-

щее влияние перекрывает способность более равномерно разносить бактерии по семенной поверхности. Также, в отличие от фунгицида Максим, для фунгицидов Протект и Протект Форте заметную роль в плане токсичности для ризобий начинает играть концентрация протравителя. Токсичность протравителей Протект и Протект Форте для ризобий растет почти линейно с ростом их концентрации от 10 до 20% в составе раствора для обработки семян (рис. 5, 6; табл. 2).

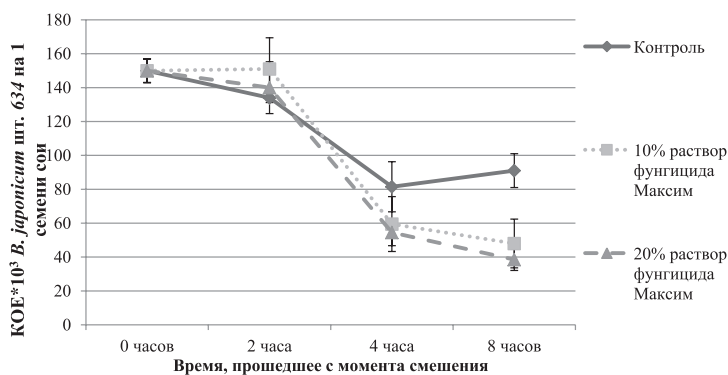


Рис. 4. Динамика сокращения числа КОЕ *B. japonicum* шт. 6346 на 1 семени сои при инокуляции совместно с протравливанием 10% и 20% раствором фунгицида Максим

Fig. 4. The reducing dynamics of CFU numbers of *B. japonicum* strains, pc. 6346 per 1 soybean kernel, when inoculated together with sterilization with 10% and 20% solution of fungicide "Maksim"

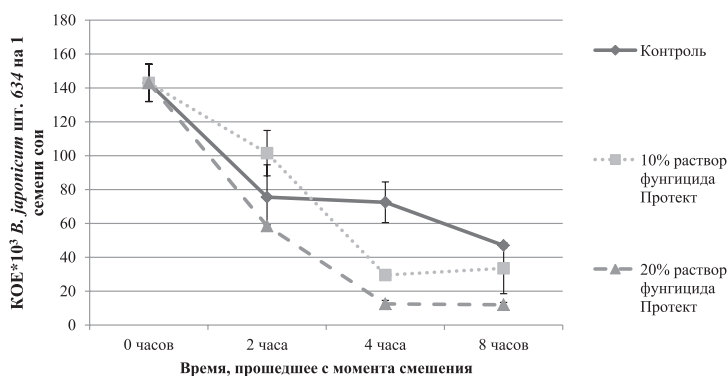


Рис. 5. Динамика сокращения числа КОЕ *B. japonicum* шт. 6346 на 1 семени сои при инокуляции совместно с протравливанием 10% и 20% раствором фунгицида Протект

Fig. 5. The reducing dynamics of CFU numbers of *B. japonicum* strains, pc. 6346 per 1 soybean kernel, when inoculated together with sterilization with 10% and 20% solution of fungicide "Protekt"

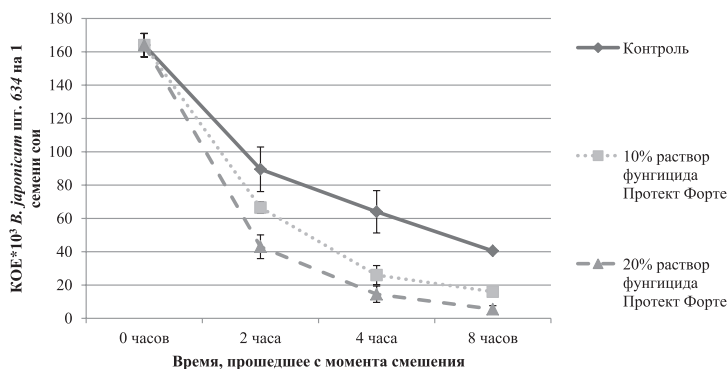


Рис. 6. Динамика сокращения числа КОЕ *B. japonicum* шт. 6346 на 1 семени сои при инокуляции совместно с протравливанием 10% и 20% раствором фунгицида Протект Форте

Fig. 6. The reducing dynamics of CFU numbers of *B. japonicum* strains, pc. 6346 per 1 soybean kernel, when inoculated together with disinfection with 10% and 20% solution of fungicide "Protekt Forte"

**2. Число КОЕ*10³ *B. japonicum* штамм 6346
в растворе с фунгицидами через определенные промежутки времени
2. CFU numbers*10³ *B. japonicum*, 6346 in the solution with fungicides through definite time intervals**

	0 ч	2 ч	4 ч	8 ч
Фунгицид Максим				
Контроль	150	134	81,5	91
10% раствор фунгицида	150	151	59,1	48
20% раствор фунгицида	150	140	54,5	38,5
НСР _{0,5}	0	3,95	4,41	4,43
Фунгицид Протект				
Контроль	143	75,5	72,5	47
10% раствор фунгицида	143	101,5	29,5	33,5
20% раствор фунгицида	143	58,5	12,5	12
НСР _{0,5}	0	6,45	8,16	7,25
Фунгицид Протект Форте				
Контроль	164	89,5	64	40,5
10% раствор фунгицида	164	66,5	26	16
20% раствор фунгицида	164	43	14,5	5,5
НСР _{0,5}	0	2,16	3,11	3,51

В условиях единовременно с инокуляцией протравленной семенной поверхности определены следующие закономерности:

Нахождение ризобий в условиях семенной поверхности, даже без протравливания, явно негативно сказывается на выживаемости бактерий. Единовременное с инокуляцией протравливание значительно ускоряет гибель бактерий с течением времени и тем сильнее, чем токсичнее данный протравитель для ризобий (в течение 8 ч после обработки семян, по сравнению с контролем, в смеси с 20% фунгицидом Максим выживает более половины ризобий, в смеси с 20% фунгицидом Протект – около одной пятой, число же выживших ризобий в смеси с 20% фунгицидом Протект Форте падает почти на порядок по сравнению с контролем).

С ростом концентрации протравителя от 10 до 20% увеличивается и скорость гибели ризобий, причем для малотоксичного для бактерий фунгицида Максим эта «прибавка» лежит в пределах ошибки, а для токсичных фунгицидов Протект и Протект Форте зависимость токсичности от концентрации протравителя почти линейная.

В течение первых 2 ч после обработки наблюдается некоторое превышение числа бактерий на семенах, обработанных баковым раствором, включающим в себя ризобии и фунгицид, по сравнению с семенами,

инокулированными баковым раствором, включающим в себя лишь ризобии, причем превышение тем больше, чем менее токсичен протравитель. Вероятно это связано с тем, что поверхностно-активные вещества в составе протравителя позволяют бактериям более равномерно распределиться по семенной поверхности. С ростом токсичности протравителя этот эффект перекрывается угнетающим действием самого протравителя (для Протект Форте эффект не наблюдается вообще).

Выводы. И в условиях бакового раствора, и в условиях протравленной семенной поверхности самым малотоксичным для всех исследованных ризобий оказался фунгицид Максим, самым токсичным – фунгицид Протект Форте. Токсичность фунгицида Протект оказалась промежуточной между фунгицидами Максим и Протект Форте.

Взятые для исследования штаммы ризобий сои практически не отличаются между собой по устойчивости к протравителям в условиях бакового раствора, за исключением штамма ВР-648, который в отличие от остальных исследованных штаммов полностью погиб в растворе с фунгицидом Протект спустя 8 ч после смешения. За те же 8 ч фунгицид Максим убил не более половины бактерий всех 4 штаммов, а фунгицид Протект Форте убил все бактерии всех 4 штаммов.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Книга по требованию, 2012. 351 с.
2. Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Микробиология: учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2005. 445 с.
3. Кожемяков А. П. Приемы повышения продуктивности азотфиксации и урожая бобовых культур. Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. 1989. С. 15–27.
4. Лактионов Ю. В., Косульников Ю. В., Дудникова Д. В. Влияние водорастворимых полимеров на выживаемость клубеньковых бактерий люпина (*Rhizobium lupini*) // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3. С. 17–26. DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-22-26.
5. Якименко М. В., Бегун С. А., Сорокина А. И. Совместимость коллекционных штаммов ризобий сои с фунгицидами и ростстимулирующими препаратами // Дальневосточный аграрный вестник. 2016. № 2(38). С. 38–41.
6. Якименко М. В., Бегун С. А. Совместное применение штаммов ризобий и некоторых препаратов для предпосевной обработки семян сои // Земледелие. 2016. № 6. С. 46–48.
7. Oldroyd G. E. D., Dixon R. Biotechnological solutions to the nitrogen problem // Current Opinion in Biotechnology. 2014. Vol. 26. Pp. 19–24. DOI 10.1016/j.copbio.2013.08.006.

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 351 s.
2. Emcev V. T., Mishustin E. N. Mikrobiologiya: uchebnik dlya vuzov [Microbiology: a textbook for high schools]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Drofa, 2005. 445 s.
3. Kozhemyakov A. P. Priemy povysheniya produktivnosti azotfiktsii i urozhaya bobovyh kul'tur [Methods to increase nitrogen fixation productivity and yields of legumes]. Biologicheskij azot v sel'skom hozyajstve SSSR. 1989. S. 15–27.
4. Laktionov Yu. B., Kosul'nikov Yu. V., Dudnikova D. V. Vliyanie vodorastvorimyh polimerov na vyzhivaemost' kluben'kovykh bakterij lyupina (*Rhizobium lupini*) [Effect of water-soluble polymers on the survival of lupine nodule bacteria (*Rhizobium lupini*)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3. S. 17–26. DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-22-26.
5. Yakimenko M. V., Begun S. A., Sorokina A. I. Sovmestimost' kollekcionnyh shtammov rizobij soi s fungicidami i roststimuliruyushchimi preparatami [Compatibility of collection strains of soya rhizobia with fungicides and growth-stimulating preparations] // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2016. № 2(38). S. 38–41.
6. Yakimenko M. V., Begun S. A. Sovmestnoe primeneniye shtammov rizobij i nekotoryh preparatov dlya predposevnoj obrabotki semyan soi [Combined use of rhizobia strains and some drugs for pre-sowing treatment of soybean seeds] // Zemledelie. 2016. № 6. S. 46–48.
7. Oldroyd G. E. D., Dixon R. Biotechnological solutions to the nitrogen problem // Current Opinion in Biotechnology. 2014. Vol. 26. Pp. 19–24. DOI 10.1016/j.copbio.2013.08.006.

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.

ЮБИЛЕИ

ЖУРНАЛУ «ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ» 10 ЛЕТ!

Научно-практический журнал «Зерновое хозяйство России» выходит с 2009 года. За это время он зарекомендовал себя как издание, публикующее научные, экспериментальные, проблемные, методические и обзорные работы по селекции, генетике, семеноводству, физиологии, биохимии, защите растений, технологии возделывания зерновых и кормовых культур, механизации производства. Наше издание интересно для специалистов, агрономов, ученых, студентов, которые находят в нем полезную информацию, необходимую для работы и учебного процесса. Журнал знакомит читателей с новостями конференций, Днями поля и другими сельскохозяйственными мероприятиями.

С 2010 года журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук Высшей аттестационной комиссии (ВАК). В состав редакционной коллегии входят ведущие ученые России.

Журнал индексируется в системах:

Российский индекс научного цитирования – библиографический и реферативный указатель, реализованный в виде базы данных, аккумулирующий информацию о публикациях российских ученых в российских и зарубежных научных изданиях. Проект РИНЦ разработывается с 2005 года компанией «Научная электронная библиотека» (elibrary.ru). На сегодня посетителям eLIBRARY.RU доступны рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5300 российских научно-технических журналов.

Академия Google (Google Scholar) – свободно доступная поисковая система, которая индексирует полный текст научных публикаций всех форматов и дисциплин. Индекс Академии Google включает в себя большинство рецензируемых онлайн журналов крупнейших научных издателей Европы и Америки.

Высокий уровень публикаций делает журнал популярным у читателей, увеличивая из года в год число подписчиков. Создан официальный сайт журнала, отличающийся своей информативностью, актуальностью публикаций. Журнал рассылается во Всероссийский институт научной и технической информации, Российскую книжную палату, научные библиотеки и распространяется через подписку АО «Роспечать», каталог НТИ.

С 2018 года сайт журнала «Зерновое хозяйство России» размещен на платформе Elib www.zhros.ru/jour/index (система комплексной поддержки и научного сопровождения).



Зерновое хозяйство России
ISSN 2079-8725 (Print)

Поиск: Все

Листать: по авторам, по заглавию

Популярные:

- О. А. Неграсова и др. № 3 (2018) **ИЗУЧЕНИЕ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В КОНКУРСНОМ СОРТОВЫСТАВЕНИИ ПО...**
- И. Н. Белозук и др. № 3 (2018) **ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ОЗИМОЙ РЖИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА...**

САЙТ – неотъемлемый атрибут современного научного журнала. Без него невозможно присутствие в ВАК, РефБД и Индексах как российских, так и международных баз.

Зачем научному журналу нужен хороший/правильный сайт?

1. Международные требования к отображению контента (например, SCOPUS, Web of Science, PubMed, DOAJ, Google Scholar).
2. Удобство для экспертов баз (все на своем месте).
3. Удобство для читателей.
4. Удобство для авторов (простота цитирования статей с сайта).
5. Удобство для редакции (подписка, статистика, DOI, обработка статьи online).

РАЗДЕЛЫ ЖУРНАЛА

Общее земледелие и растениеводство	Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений
<p>Области исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы и системы эффективного использования пахотных земель, повышения плодородия почвы, защиты ее от всех видов эрозии и деградации; – теоретические и практические основы рационального ведения и освоения севооборотов; – промежуточные культуры в севооборотах как фактор экологизации и биологизации; – научные основы обработки почвы, приемы, способы и системы обработки почвы; – органогенез видов (сортов) растений, особенности образования, роста отдельных надземных и подземных органов и их роль в формировании урожая (по фазам); – закономерности фотосинтеза в период вегетации, пути повышения его продуктивности; – экологическая реакция видов (сортов) на изменяющиеся условия внешней среды (отношение к температурным, почвенным условиям, условиям влагообеспеченности); – разработка эффективных технологий возделывания, уборки полевых культур; – теоретические и практические основы программирования высоких урожаев и сортовой агротехники 	<p>Области исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка методов биотехнологии (культура тканей, клеток, пыльников, хромосомная, генная инженерия); – методика, техника и технологические схемы селекционного и семеноводческого процессов; – разработка и совершенствование различных методов отбора, внутривидовой и отдаленной гибридизации; – создание и селекционно-генетическое изучение нового исходного материала (гибридов, гаплоидных, полиплоидных форм, инбредных линий и др.); – разработка методов оценки урожайных, адаптивных и других хозяйственно ценных свойств сортов, селекционного и семенного материала; – методы и приемы поддержания генетической идентичности сортов; – методика и техника воспроизводства оригинальных сортовых семян посадочного материала
Защита и иммунитет	Агрохимия
<p>Области исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> – этиология заболеваний и особенности патологического процесса, диагностика организмов, вредящих растениям (грибов, бактерий, вирусов, клещей, паразитов); – иммунитет и устойчивость растений к вредным организмам, химическим и биологическим средствам защиты растений; – методы создания и определения устойчивых форм растений; – методы защиты растений: агротехнический, химический, биологический, иммунологический, карантинные мероприятия; – разработка и совершенствование интегрированных систем защиты растений применительно к различным биоценозам и новым технологиям, изучение их действия и опасности для окружающей среды; – испытание и обоснование технологии и способов внедрения новых, более совершенных средств защиты растений 	<p>Области исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> – испытание и агрохимическая оценка распространенных и новых форм минеральных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы; – реакция видов и сортов с.-х. растений на различные дозы и сочетания минеральных удобрений; – влияние различных видов органических удобрений на повышение урожая с.-х. растений и плодородие почв; – совершенствование системы применения удобрений путем оптимального сочетания минеральных и органических удобрений, а также химических средств мелиорации почв в севооборотах; – повышение эффективности технологий использования минеральных и органических удобрений при различных сроках и способах внесения их в почву; – совершенствование методики агрохимических исследований и проведения полевых опытов

РУБРИКИ ЖУРНАЛА



ЮБИЛЕИ

В этом разделе рассказывается о юбилеях, знаменательных событиях ученых, специалистов, внесших большой вклад в развитие сельского хозяйства и науки. Представлен краткий очерк об этапах их жизни, трудовой и педагогической деятельности и т. д.



ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Освящены памятные даты ученых, внесших вклад в развитие сельскохозяйственной науки.



НОВОСТИ

В рубрике НОВОСТИ публикуется свежая информация о предстоящих мероприятиях нашего Центра, отчет о прошедших конференциях, Днях поля, семинарах и др.



КНИЖНАЯ ПОЛКА

Книжная полка знакомит наших читателей с новинками научной сельскохозяйственной литературы.

ЖУРНАЛ «ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ»


DOI 10.31367/2079-8725

С 2018 года всем статьям в журнале стал присваиваться номер DOI (**Digital Object Identifier**) – это современный стандарт обозначения предоставления информации в сети Интернет, используемый всеми крупнейшими международными научными организациями и издательствами. Система идентификации DOI используется в различных информационных сегментах (научная информация, нормативная документация, учебные материалы, отчетная документация и др.). За сегмент научной информации отвечает регистрационное агентство **CrossRef** (заключен договор от 27.04.2018).

Значение индекса DOI для автора статьи

Благодаря этому индексу поиск научной информации в Интернете стал проще и эффективнее. Каждое издание, журнал размещает на своих веб-страницах в Интернете как текущие, так и архивные номера и материалы. Таким образом, в открытом доступе можно увидеть резюме, которые включают в себя название статьи, фамилию, имя, отчество автора, аннотацию и ключевые слова, место выполнения работы, а также выходные данные опубликованных статей (название журнала, год издания, том, номер, страница). Эта необходимая информация позволяет мгновенно находить нужную статью при нормальной структуре сайта издания.

НАШИ ДРУЗЬЯ!



ФГБУ ФНЦ ВНИИМК

Донская опытная станция
имени Л.А. Жданова - филиал Федерального
государственного бюджетного научного
учреждения «Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-исследовательский
институт мелиоративных культур
имени В.С. Пустовойта»
(ДЮС - филиал ФГБУ ФНЦ ВНИИМК)

ул. Жданова, д. 2, пос. Оперный, Азовский р-н,
Ростовская обл., 346754
Тел/факс: (86342) 75-021
E-mail: pncfos@mail.ru, rosif@fos.vniimk.ru
http://fos.vniimk.ru
ОКПО 29885630; ОГРН 102201812400;
ИНН/КПП 2311068297 / 610143001


№ _____ от _____

Отзыв
в журнале «Зерновое хозяйство России»

В журнале «Зерновое хозяйство России» всесторонне освещаются широкий спектр вопросов агропромышленного комплекса и поиск путей их решения. Публикуемые в журнале статьи по наиболее актуальным проблемам научного обеспечения АПК способствуют развитию научной мысли и отрасли в целом.

Представленные в журнале статьи отвечают высокому научному и методическому уровню и требованиям, предъявляемым к научным статьям в ведущих рецензируемых научных журналах.

Издание вызывает несомненный интерес у научных работников, агрономов и руководителей сельскохозяйственных организаций всех форм собственности, а также студентов вузов аграрного профиля.

Врио директора  О.Ф. Горбаченко

Региональная общественная организация
РОСТОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ГЕНЕТИКОВ И СЕЛЕКЦИОНЕРОВ


Адрес общества: 344 006 Ростов-на-Дону
Большая Садовая, 105, к. 332


Тел: (863)264-42-07
E-mail: secretdos@ya.ru


№ 10 «14» сентября 2018 г.

Отзыв
на журнал «Зерновое хозяйство России»

В журнале «Зерновое хозяйство России» публикуются статьи с оригинальными экспериментальными данными, а также обзорные работы по ряду важнейших вопросов современного агропромышленного производства. В них рассматриваются актуальные проблемы селекции, семеноводства, физиологии, биохимии, иммунитета основных сельскохозяйственных культур, а также технологии их возделывания. Журнал способствует дальнейшему развитию агропромышленного комплекса России и сельскохозяйственной науки внедрением новых селекционных достижений и наиболее прогрессивных технологий в сельскохозяйственное производство с учетом его новых организационных форм.

Председатель, доктор биол. наук
Профессор  А.В. Усатов

Ученый секретарь,
кандидат с.х. наук  Е.В. Картамышева



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
(Минобрнаука России)
Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Национальный центр зерна
имени П.П. Лукьяненко»
(ФГБУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»)
350012, г. Краснодар,
Центральная усадьба КВНИИСХ,
Тел. (861) 222-69-13, 222-24-03, 222-69-96
Факс: (861) 222-69-72, e-mail: info@nckz.ru
14.09.2018 г., № 02-1001732
на № _____ от _____


Главному редактору
журнала «Зерновое хозяйство России»
ИОНОВОЙ Е.В.

С журналом «Зерновое хозяйство России» ФГБУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» знаком давно, большинство наших сотрудников являются не только преданными читателями, но и авторами публикуемых материалов.

Ваш журнал занимает достойное место в ряду авторитетных российских научных изданий, освещающих актуальные вопросы исследований в области селекции и семеноводства, растениеводства, земледелия и защиты растений.

Журнал Зерновое хозяйство России динамично развивается и публикует оригинальные исследования и содержательные материалы.

Уверен, что Ваше издание и в дальнейшем будет интересным и познавательным для научных сотрудников, учащихся ВУЗов и сельхозпроизводителей.

Директор центра,
академик РАН  Романенко А.А.

Учредителем журнала «ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ» является Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской».

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Полные тексты статей доступны на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>.

Журнал издается с периодичностью один номер в два месяца (6 номеров в год).

В журнале публикуются проблемные, оригинальные и экспериментальные результаты научных исследований, методические и обзорные работы по селекции, генетике, семеноводству, семеноведению, физиологии, биохимии, агрохимии, иммунитету, защите растений, технологии возделывания зерновых и кормовых культур.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛ «ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИИ»

СТРУКТУРА СТАТЬИ

УДК xxx.xxx:(xxx.xxx+xxx.xxx)

Название статьи (по левому краю, 16 пт)

Инициалы и фамилии авторов (по левому краю, 14 пт), степень, звание, должность, e-mail, ORCID (для индивидуальных исследователей доступ к реестру ORCID предоставляется бесплатно: <https://orcid.org/signin>). Вы можете получить ORCID ID, управлять записью результатов своей деятельности и искать в реестре других научных работников. Очень важно предоставлять код ORCID каждый раз, когда вы отправляете рукопись в журнал).

Официальное название организации, город, страна (по левому краю, 12 пт), адрес.

Реферат (200–250 слов, по левому краю, 14 пт). Реферат должен быть четким и информативным (не содержать общих фраз, второстепенной информации), оригинальным, содержательным (отражать основное содержание статьи), структурированным (написанным как один абзац текста, но следовать последовательности описания результатов в статье). Реферат должен содержать цель, краткое описание методов проведения исследований, описание основных результатов и лаконичные выводы. В тексте необходимо применять терминологию, которую применяют в профильных международных англоязычных журналах по тематике исследований. Реферат сам по себе должен быть понятным без ознакомления с основным содержанием статьи. Рекомендовано строить большинство предложений по образцу: «Обнаружено...», «Установлено...», «Выяснено...», «Оценено влияние...», «Охарактеризованы закономерности...», «Рассмотрено...» и т. д.

Ключевые слова (4–6 слов, по левому краю, 14 пт).

Введение (“Introduction”)

Введение должно содержать характеристику изученности проблемы в мировой научной литературе (необходимо использовать ссылки за последние 5 лет). Завершается введение характеристикой цели работы: «выявить...», «охарактеризовать...», «выяснить...», «описать...»; целью работы не может быть «изучить...» или «исследовать...».

Материалы и методы исследований (“Materials and methods”)

Раздел должен давать возможность повторить весь объем проведенных исследований для проверки полученных автором статьи данных. Он по необходимости может делиться на подразделы. Раздел должен создавать целостное представление о том, что автору работы известны все возможные источники ошибок, которые могут повлиять на результаты исследований.

Результаты и их обсуждение (“Results” и “Discussion”)

Раздел при необходимости может делиться на подразделы.

Латинские названия и связанная с ними информация (например, фамилии авторов или год описания) должны иметь одинаковые элементы форматирования.

Нельзя приводить ссылки на таблицу или рисунок в виде отдельного предложения.

Единицы измерения системы СИ приводятся без точки (м, г, а, моль), а нестандартизированные единицы – с сокращениями (экз./м² и т. д.).

В статье нельзя использовать сокращение научных терминов.

Названия таблиц и рисунков (а также примечания к ним) должны быть «исчерпывающими». Читатель не должен дополнительно перечитывать «Материал и методы исследований» или название работы, чтобы разобраться в содержании таблицы или рисунка, определить повторность исследований.

Чаще всего статьи отклоняются редколлегией из-за отсутствия статистической обработки первичных данных (общие требования к профессиональным публикациям).

Выводы (“Conclusion”)

Выводы – 5–10 предложений. Можно в виде списка, можно сплошным текстом.

Благодарности (если необходимы) (“Acknowledgements”)

Благодарности подаются после выводов перед библиографическими ссылками.

Библиографические ссылки ("References")

Количество литературных источников должно быть не больше 10 для научных статей и не более 15 – для обзорных.

Перечень литературных ссылок приводится по алфавиту, а не по порядку упоминания в тексте. Необходимо в описание статьи вносить всех авторов, не сокращая их количество тремя или четырьмя.

Примеры оформления библиографических ссылок: ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Вариант Reference (для зарубежных баз данных) приводится полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются ли в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите.

В список литературы не включаются учебные пособия, ГОСТы, диссертации и авторефераты диссертаций, а также другие, труднодоступные для зарубежных читателей, источники.

Авторы полностью несут ответственность за точность библиографических источников, в том числе в переводе на английский язык.

Все библиографические ссылки необходимо проверить на наличие **DOI, обязательно его указать. Ответственность за проверку наличия DOI** в библиографических ссылках несут авторы статьи.

Критерии авторства. Авторы статьи должны в письменном виде подтвердить, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы должны заявить об отсутствии конфликта интересов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАБОРУ И ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТА

Рукописи печатаются на одной стороне листа А4 с полуторным междустрочным интервалом. Шрифт Times New Roman, размер – 14 пт. Абзацный отступ – 1,25 см.

Объем экспериментальных статей – от 5 до 10 страниц; объем обзорных статей – не более 15 страниц. Количество рисунков не должно превышать 5.

Таблицы и рисунки должны быть пронумерованы в соответствии с содержанием статьи. Статистическая и другие виды детализации приводятся под таблицей в примечаниях. Табличные материалы размещаются в тексте статьи непосредственно после первого упоминания о них.

Рисунки нумеруются в порядке их обсуждения в тексте. Все элементы текста в изображениях (графиках, диаграммах, схемах), если это возможно, должны иметь гарнитуру Times New Roman. Изображение после сканирования при печати должно быть четким, под стать четкости основного текста. Все названия рисунков и таблиц должны быть представлены на русском и английском языках.

Ссылки в тексте приводятся по образцу (фамилия, год), например: 1 автор – (Vinson, 1997); 2 автора – (Vargo and Laurel, 1994; Vargo and Hulseley, 2000); 3 и более авторов – (Jones et al., 1978; Davis et al., 1989).

Рукопись должна быть подписана авторами и иметь заверенное печатью направление от учреждения, в котором выполнена работа, подтверждающее, что материалы публикуются впервые. Кроме того, все авторы должны представить справку (от каждого научного учреждения, в котором выполнялось исследование) и отправить почтовым отправлением.

Публикации в журнале платные: 1 стр. компьютерного текста (14 пт, 1,5 интервал) – 700 рублей.

Статьи в журнал отправлять в электронном виде на адрес: <https://www.zhros.ru/jour>.

Консультации по возникающим вопросам можно получить по адресу электронной почты: ionova-ev@yandex.ru.

Все статьи, поступающие в редакцию, проверяются на наличие заимствований в системе АНТИПЛАГИАТ.

ПРАВИЛА ОПУБЛИКОВАНИЯ

1. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора.
2. За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.
3. Присланные рукописи обратно не возвращаются.
4. Не допускается направление в редакцию работ, которые направлены в другие издания или напечатаны в них.

Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять рукопись по согласованию с автором. Плата за публикацию статей с аспирантов не взимается.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

347740, г. Зерноград, Научный городок, 3. Тел.: 8 (86359) 43-6-89.

Подписка на журнал «Зерновое хозяйство России» принимается всеми отделениями «Роспечати». Подписной индекс на второе полугодие 2019 года – 58293. Периодичность выхода журнала – один номер в два месяца. Стоимость подписки – 2100 рублей (700 рублей за номер).