

ФИТОСАНИТАРИЯ

УДК 633.1

Г.Ш. Ысқақова, А.Д. Мәуленбай, Н.Д. Курымбаева,
А.М. Асраубаева, М.Ж. Байгутов, А.С. Рсалиев

РГП «Научно-Исследовательский институт проблем биологической безопасности» КН МОН РК,
пгт. Гвардейский, Казахстан
e-mail: y_gulbahar@mail.ru

УСТОЙЧИВОСТЬ НОВЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ И ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ К ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫМ БОЛЕЗНЯМ

Аннотация. Листостебельные болезни вредоносны для яровой мягкой и твердой пшеницы во всех зонах ее выращивания. Целью исследований являлись оценка 52 перспективных сортов и линий яровой пшеницы по устойчивости к листостебельным болезням. Изучаемый материал получен из Казахстанско-Сибирской сети улучшения яровой пшеницы (КАСИБ) в 2021 г. Установлено, что многие сортобразцы яровой пшеницы не обладают устойчивостью к двум патогенам. Устойчивые образцы к стеблевой ржавчине, оказались восприимчивыми к листовой ржавчине. Отобрали линии, устойчивые к одному из видов ржавчины, а также с групповой устойчивостью к двум патогенам. Число устойчивых к болезням образцов яровой пшеницы в российском материале было выше, чем в казахстанском. Устойчивые образцы яровой мягкой и твердой пшеницы могут быть рекомендованы для селекции на устойчивость к болезням в Казахстане.

Ключевые слова: сорт, мягкая пшеница, твердая пшеница, устойчивость, стеблевая ржавчина, листовая ржавчина.

Г.Ш. Ысқақова, А.Д. Мәуленбай, Н.Д. Курымбаева,
А.М. Асраубаева, М.Ж. Байгутов, А.С. Рсалиев

ҚР ҒҒМ ҒК ҚР ҒҒМ ҒК «Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты»
РМК, Гвардейский қтп., Қазақстан

ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ ЖӘНЕ ҚАТТЫ БИДАЙ СОРТ-ҮЛГІЛЕРІНІҢ АУРУЛАРҒА ТӨЗІМДІЛІГІ

Аннотация. Жаздық жұмсақ және қатты бидайды өсіретін барлық аймақтарында жапырақ-сабақ аурулары зиянды. Зерттеу мақсаты жаздық бидайдың 52 перспективті сорттары мен линияларының жапырақ-сабақ ауруларына төзімділігін бағалау болды.

№8
2021

Зерттелетін материал 2021 жылы Қазақстан-Сібір жаздық бидайды жақсарту желісінен (КАСИБ) алынды. Жаздық бидайдың көптеген сорттары екі қоздырғышқа төзімділігі жоқ екені анықталды. Сабақ татына төзімді үлгілер жапырақ татына төзімсіз екені анықталды. Таңдалған үлгілер тат түрлерінің біріне төзімді, сондай-ақ топтың екі түріне таттың төзімділігі бар. Жаздық бидайдың ауруға төзімділігі ресейлік материалдарында қосылу саны Қазақстанға қарағанда жоғары болды. Қазақстанда ауруға төзімді жаздық жұмсақ және қатты бидайды пайдалану үшін селекцияға ұсынылады.

Түйін сөздер: сорт, жұмсақ бидай, қатты бидай, төзімділік, сабақ таты, жапырақ таты.

G.Sh. Yskakova, A.D. Maulenbay, N.D. Kurymbaeva,
 A.M. Asraubaeva, M.Zh. Baygutov, A.S. Rsaliyev

“Research Institute of Biological Safety Problems” CS MES RK, Gvardeiskiy, Kazakhstan

RESISTANCE OF NEW VARIETIES OF SPRING BREAD AND DURUM WHEAT TO FOLIAR AND STEM DISEASES

Abstract. Foliar and stem diseases are detrimental to spring bread and durum wheat in all growing regions. The objective of this study was to evaluate 52 synthetic varieties and lines of spring wheat for resistance to foliar and stem diseases. The material studied was from the Kazakhstan-Siberia Network on Spring Wheat Improvement (KASIB) in 2021. It was found that many spring wheat varieties were not resistant to the pathogens studied. Varieties that were resistant to stem rust were found susceptible to leaf rust. Lines resistant to one of the rust types and resistant to two rust types, hence having group resistance, were selected. Spring wheat varieties resistant to the diseases were more in the Russian material than in the Kazakh material. Resistant samples of spring bread and durum wheat can be suggested for breeding programs for disease resistance in Kazakhstan.

Key words: variety, bread wheat, durum wheat, resistance, stem rust, leaf rust.

Введение. В Казахстане, как и во всех зерносеющих регионах мира, среди болезней пшеницы распространенными являются стеблевая, листовая и желтая ржавчины и эти болезни представляют угрозу для продовольственной безопасности страны [1, 2]. Массовому развитию видов ржавчины в мире способствуют как социально-экономические изменения в целом, так и другие эволюционные и селекционно-генетические факторы. К ним относятся: расширение посевов с возделыванием старых восприимчивых сортов, потеря устойчивости коммерческих сортов пшеницы, появление новых вирулентных рас, слабый мониторинг популяций видов ржавчины и другие [3].

В Казахстане, несмотря на работу по выявлению доноров устойчивости и вовлечению их в селекционный процесс, среди коммерческих сортов пшеницы выделено очень мало устойчивых [1, 2, 4]. Мировое производство продукции растениеводства, в том числе и в Казахстане ориентировано на ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии. Базовой составляющей таких технологий является выявление устойчивых к болезням сортов. Скрининг генофонда пшеницы к особо опасным болезням создает предпосылки для выведения и внедрения в производство новых болезнеустойчивых сортов пшеницы, которые являются основой интенсификации сельского хозяйства [5-8].

В целях повышения результативности селекционных программ в России и Казахстане создана Казахстанско-Сибирская сеть улучшения яровой пшеницы (КАСИБ), которая

объединила ведущие селекционные и научно-исследовательские учреждения России и Казахстана [8-10]. Одной из задач данной программы является расширение генотипического разнообразия и ускорение селекционного процесса, в том числе и по устойчивости к болезням. В селекционных учреждениях проводятся экологические испытания изучаемого материала на естественных инфекционных фонах. В Научно-исследовательском институте проблем биологической безопасности (НИИПББ) – участником программы КАСИБ, исследуемый материал изучается в полевых условиях на искусственных инфекционных фонах болезней и при инокуляции проростков в лабораторных условиях. Наряду с фитопатологическими исследованиями в НИИПББ проводится молекулярная идентификация генов устойчивости к болезням, что позволяет дать комплексную характеристику изучаемого материала [9, 10]. Необходимо отметить, что Казахстан и Западно-Сибирский регион России составляют единую эпидемиологическую зону и характеризуются сходной структурой популяций облигатных и гемибитрофных патогенов необходимо изучение устойчивости новых сортов пшеницы к основному фитопатогенному комплексу.

Цель исследований – иммунологическая оценка перспективных сортообразцов яровой мягкой и твердой пшеницы КАСИБ-2021 к листостебельным болезням в фазе взрослых растений.

Материалы и методы. Материал исследований включал 52 новых сортообразцов яровой мягкой (*Triticum aestivum*) и твердой пшеницы (*T.durum*) российской и казахстанской селекции, которые были получены из Казахстанско-Сибирской сети улучшения яровой пшеницы (КАСИБ) в 2021 году. Список изучаемого материала представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика новых сортообразцов яровой мягкой и твердой пшеницы, использованных в иммунологическом анализе

Сорт/Линия	Оригинатор	Разновидность	Вид пшеницы
Династия	Актюбинская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия 198/225-2020	Актюбинская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия 205-2020	Актюбинская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 176/09	НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 342/08	НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия 43/94к-07-7	Павлодарская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия 2/03-09-3	Павлодарская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 77 201/09	Карабалыкская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 30 22/09	Карабалыкская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 8-12-18	Карабалыкская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 2244	Карагандинская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 2219	Карагандинская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 2223	Карагандинская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия 23/07	Северо-Казахстанская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия 435/12	Северо-Казахстанская СХОС	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Болашак	КазНИИЗиР	Эритроспермум	<i>T.aestivum</i>
Табыс 60	КазНИИЗиР	Эритроспермум	<i>T.aestivum</i>

Линия Чт-11	Курганский НИИСХ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия Пт-235	Курганский НИИСХ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Линия Пт-311	Курганский НИИСХ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
KS 14/09-2	ООО "Агрокомплекс" Кургансемена"	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
KS 60/09-9	ООО "Агрокомплекс" Кургансемена"	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
KS 61/09-4	ООО "Агрокомплекс" Кургансемена"	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
KS 285/12-1586	ООО "Агрокомплекс" Кургансемена"	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 1462	Самарский НИИСХ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 1486	Самарский НИИСХ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 1489	Самарский НИИСХ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 1356	СибНИИРС- филиал ИЦиГ СО РАН	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 1364	СибНИИРС- филиал ИЦиГ СО РАН	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Агрономическая 5	Омский ГАУ	Эритроспермум	<i>T.aestivum</i>
Лютесценс 76-17	Омский ГАУ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лют.82/09-7	ФГБНУ "Омский АНЦ"	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лют.136/10-1	ФГБНУ "Омский АНЦ"	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Лют.71/10-4	ФГБНУ "Омский АНЦ"	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Ялуторовка	ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
ГАУ-11-2016	ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Челябинка	Челябинский НИИСХ	Эритроспермум	<i>T.aestivum</i>
Линия1616ae14	Самарский НИИСХ	Лютесценс	<i>T.aestivum</i>
Янтарная 150	Актюбинская СХОС	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
Линия 242/243-2020	Актюбинская СХОС	Леукурум	<i>T.durum</i>
Линия 248/255-2020	Актюбинская СХОС	Леукурум	<i>T.durum</i>
Гордеиформе 2441	Карабалыкская СХОС	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
Гордеиформе 2246	Карабалыкская СХОС	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
АТП Прима	ФГБНУ ФАНЦА	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
Леукурум 1005	ФГБНУ ФАНЦА	Леукурум	<i>T.durum</i>
Гордеиформе 1019	ФГБНУ ФАНЦА	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
G.13-62-2	Омский АНЦ	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
Омский лазурит	Омский АНЦ	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
G.11-77-3	Омский АНЦ	Гордеиформе	<i>T.durum</i>
Линия 2217д-4	Самарский НИИСХ	Леукурум	<i>T.durum</i>
Линия 1927д-27	Самарский НИИСХ	Леукурум	<i>T.durum</i>
Линия 2285д-3	Самарский НИИСХ	Леукурум	<i>T.durum</i>

Полевые эксперименты проводили на базе «Научно-исследовательского института проблем биологической безопасности», расположенного в п. Гвардейский, Кордайского района, Жамбылской области. Почва – серозем аллювиального происхождения, удобренный перегноем. Полевой участок после отвальной вспашки и боронования обрабатывали культиватором SOLO 503. Семена сеяли вручную на делянках, площадью 0,4-3,0 м² с междурядьями 20 см и длиной рядка 100 см. В каждый рядок, соответственно, высевали по 65-80 зерен. Контрольным сортом пшеницы был Акмола 2. Для накопления и распространения инфекции в питомнике, между ярусами, посеяли восприимчивые сорта-спредеры, в качестве которых служили Могоссо и Саратовская 29. Для создания благоприятных условий на развитие растений и возбудителей ржавчины опытные делянки регулярно поливали и опрыскивали водой [11].

Весной, в фазе кущения, посевы яровой пшеницы заражали урединоспорами стеблевой и листовой ржавчины. Для заражения использовали только местную популяцию грибов, либо смесь изолятов с определенной вирулентностью. Перед заражением инокулюм активировали при температуре 37-40°C в течение 30 минут с последующим обводнением во влажной камере при температуре 18-22°C в течение 2-4 часа. Инфекционный материал на растения наносили методом опрыскивания водной суспензией спор с 0,001% Твин-80 по Э.Э. Гешеле [12] или методом опыливания смеси спор с тальком (в соотношении 1:300) по Г.С. Турову и др. [13]. Заражение растений проводили вечером в безветренную погоду после предварительного полива и увлажнения листьев растений опытных посевов. Инфекционная нагрузка спор составила 20 мг/м². После заражения делянки накрывали полиэтиленовой пленкой на 16-18 часов для создания высокой влажности.

В течение вегетационного периода оценка полевой устойчивости к листовой и стеблевой ржавчине проводилась трижды, с интервалом в две недели, начиная с момента появления первых пустул по установленным шкалам. Тип инфекции (в баллах) стеблевой ржавчиной определяли по шкале Stakman et al. [14], листовой – E.E. Mains и H.S. Jackson [15]. При этом 0 балл означает иммунность, 1 – устойчивость (Resistant – R), 2 – умеренная устойчивость (Moderate Resistant – MR), 3 – умеренная восприимчивость (Moderate Susceptible – MS), 4 – восприимчивость (Susceptible – S), соответственно [16]. Степень поражения болезнями (в %) оценивали по шкале R.F. Peterson и др. (модифицированная шкала Кобба) [17].

Статистически анализ данных по устойчивости пшеницы к болезням проводили с помощью пакетов программы GraphPadPrism 7 (GraphPad Software, Inc., LaJolla, CA, USA). При этом для выявления взаимосвязи между переменными использовали коэффициент корреляции Пирсона (r). Различия считали статистически достоверными при $P < 0,05$.

Основные результаты исследований. В 2021 году проведено сравнительное изучение 52 образца яровой мягкой и твердой пшеницы по признакам полевой устойчивости к стеблевой и листовой ржавчине. В результате образцы яровой мягкой пшеницы проявили дифференциацию к стеблевой ржавчине в период вегетации растений по степени поражения относительно проникновения стеблевой ржавчины. Проведенный корреляционный анализ отразил наличие прямых связей между различными фазами развития в период вегетации пшеницы (рисунок 1). Корреляция результатов оценки устойчивости между двумя учетами устойчивости к стеблевой ржавчине (фазы колошения – налива зерна и восковой спелости) была высоко достоверной ($P < 0.0001$). Однако устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы к стеблевой ржавчине в период колошение не коррелирует со степенью поражения растений в фазе налива зерна ($P = 0.3055$) (рисунок 1А).

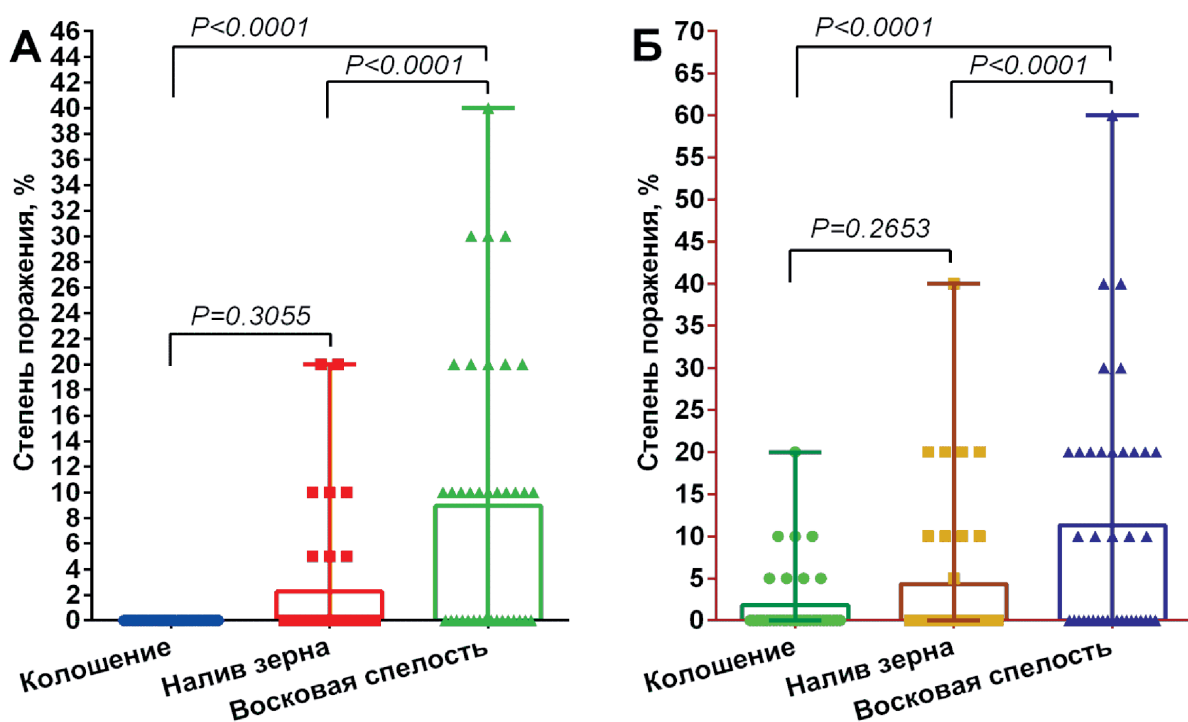


Рисунок 1 – Динамика развития стеблевой (А) и листовой ржавчины (Б) на новых сортаобразцах яровой мягкой пшеницы

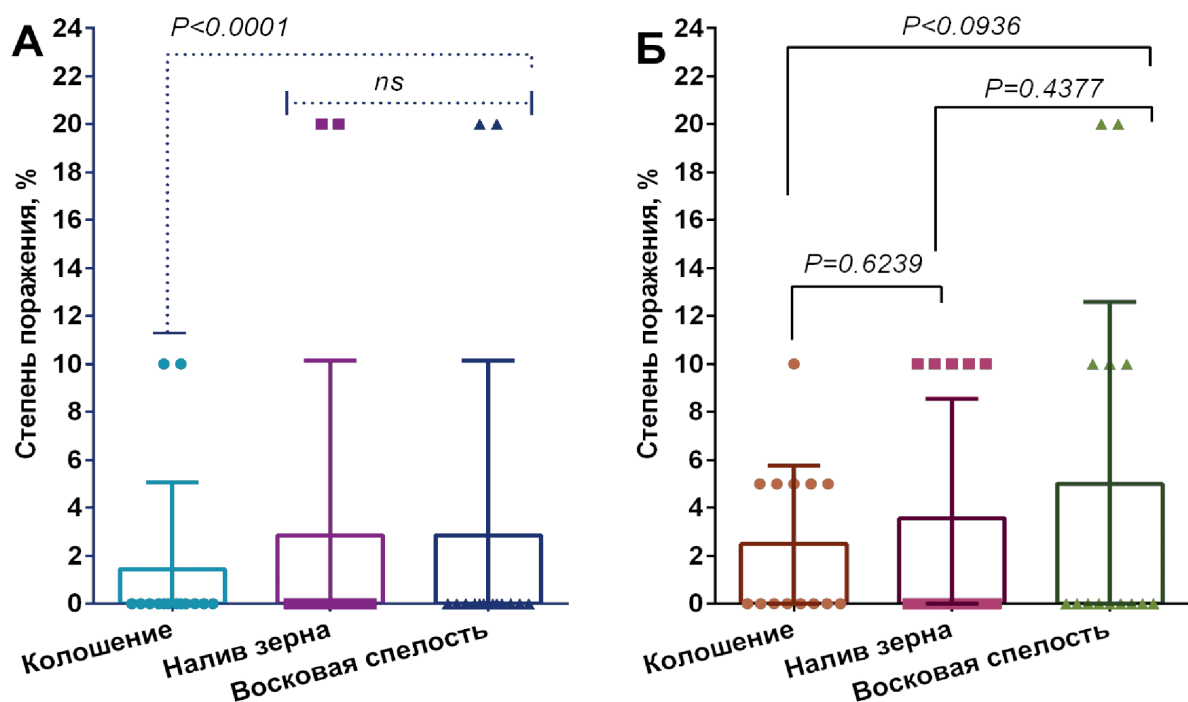


Рисунок 2 – Динамика развития стеблевой (А) и листовой ржавчины (Б) на новых сортаобразцах яровой твердой пшеницы

Аналогичным образом были изучены новые сортообразцы яровой мягкой пшеницы по устойчивости к листовой ржавчине. Фитопатологическая оценка на инфекционном фоне показала, что исследуемые образцы в сравнительно большей степени восприимчивы к листовой ржавчине в период взрослых растений, чем к стеблевой ржавчине (рисунок 1Б). Сильная корреляционная связь также выявлена между степенью поражения растений в период налива зерна и восковой спелости ($P < 0.0001$).

Среди всего изученного набора сортообразцов яровой твердой пшеницы выявлены существенные различия между этапами онтогенеза растений (колошение и восковая спелость) по степени развития стеблевой ржавчине ($P < 0.0001$) (рисунок 2А). Однако не выявлена существенная разница между фазами развития образцов твердой пшеницы по степени поражения листовой ржавчиной ($P = 0.4377-0.0936$) (рисунок 2Б). При этом большинство новых образцов твердой пшеницы имеют явное преимущество по устойчивости к болезням над изученными образцами мягкой пшеницы. Максимальная степень поражения изученных сортов *T.durum* в конце вегетации (фаза восковая спелость зерна) была до 20 %, когда данный показатель у сортов *T.aestivum* составил до 60% (рисунки 1 и 2).

В целом результаты полевых испытаний показали, что многие сортообразцы яровой пшеницы не обладают устойчивостью к двум патогенам. Устойчивые образцы к стеблевой ржавчине, оказались восприимчивыми к листовой ржавчине.

Обсуждение полученных данных. Ранее нами были изучены новые сорта и образцы яровой пшеницы, включенные в КАСИБ в 2018-2020 годы. Данные исследования проведены совместно с российскими и казахскими коллегами и результаты экспериментов были опубликованы в различных изданиях [9, 10, 18, 19]. В целом тогда выявлено высокое генетическое разнообразие изученного материала по устойчивости к листовой ржавчине.

В 2021 году в результате фитопатологической оценки в фазе взрослых растений выделены образцы, устойчивые к отдельно взятой или нескольким болезням. По устойчивости к двум видам ржавчины большой интерес представляют сортообразцы мягкой пшеницы: Династия, Линия 198/225-2020, Лютесценс 30 22/09, Лютесценс 2244, Линия Пт-235, KS 14/09-2, KS 285/12-1586, Лютесценс 1356, Лютесценс 1364, Агрономическая 5, Лютесценс 136/10-1, Лютесценс 71/10-4, ГАУ-11-2016, Челябинка и Линия1616ае14. Полученные результаты имеют большое значение для разработки перспективных программ использования высокоустойчивых к стеблевой и листовой ржавчине линий пшеницы, выделенных в данных исследованиях, в качестве доноров.

Заключение. Высокие темпы изменчивости патогена определяют необходимость поиска новых доноров устойчивости для селекции мягкой и твердой пшеницы во всем мире. В результате проведенных исследований охарактеризована устойчивость коллекции яровой мягкой и твердой пшеницы КАСИБ-2021 к комплексу листостебельных болезней. Выделены образцы с групповой устойчивостью к видам ржавчины. Выделенные линии яровой пшеницы с групповой устойчивостью к болезням могут быть рекомендованы для селекции в качестве доноров в Казахстане.

Источник финансирования. Работа была выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках Государственного задания «Услуги по обеспечению биологической безопасности в сфере науки» на 2021 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рсалиев Ш.С., Рсалиев А.С. Бидай тат ауруларының қоздырғыштарын жіктеу: монография. – Алматы: «Асыл Кітап», 2019. – 354 с.
2. Рсалиев А.С., Рсалиев Ш.С. Устойчивость пшеницы к болезням. – Алматы: «Асыл Кітап», 2020. – 382 с.
3. Rsaliyev A.S., Rsaliyev Sh.S. Principal approaches and achievements in studying race composition of wheat stem rust // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2018. – Vol. 22 (8). – P. 967-977.
4. Genievskaya Y., Turuspekov Y., Rsaliyev A., Abugalieva S. Genome-wide association mapping for resistance to leaf, stem, and yellow rusts of bread wheat in conditions of South Kazakhstan // Peer J. – 2020. DOI 10.7717/peerj.9820.
5. Койшибаев М.К. Болезни зерновых культур. – Алматы: Бастау, 2002. – 366 с.
6. Singh R.P., Hodson D.P., Jin Y., Lagudah E.S., Ayliffe M.A., Bhavani S., Rouse M.N., Pretorius Z.A., Szabo L.J., Huerta-Espino J., Basnet B.R., Lan C., Hovmøller M.S. Emergence and spread of new races of wheat stem rust fungus: Continued threat to food security and prospects of genetic control // Phytopathology. – 2015. – Vol. 10. – P. 872-884.
7. Kokhmetova A., Morgunov A., Rsaliev S., Rsaliev A., Yessenvekova G., Typina L. Wheat germplasm screening for stem rust resistance using conventional and molecular techniques // Czech J. Genet. plant breed. – 2011. – Vol. 47. – P. 146-154.
8. Shamanin V., Salina E., Wanyera R., Zelenskiy Y., Olivera P., Morgounov A.I. Genetic diversity of spring wheat from Kazakhstan and Russia for resistance to stem rust Ug99 // Euphytica. – 2016. – Vol. 212 (2). – P. 287-296.
9. Рсалиев А.С., Гульяева Е.И., Шайдаюк Е.Л., Коваленко Н.М., Молдажанова Р.А., Пахратдинова Ж.У. Характеристика устойчивости перспективных образцов яровой мягкой пшеницы к листовым болезням // Биотехнология и селекция растений. – 2019. – №2 (2). – С.10-19.
10. Гульяева Е.И., Шайдаюк Е., Рсалиев А.С. Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у образцов яровой мягкой пшеницы российской и казахстанской селекции // Вестник защиты растений. – 2019. – №3(101). – С. 41-49.
11. Рсалиев Ш.С., Тилеубаева Ж.С., Рсалиев А.С., Агабаева А.Ч. Методы выявления ценных сортов зерновых культур среди интродуцированных селекционных материалов // Методическая рекомендация. – Гвардейский, 2004. – 15 с. – Инв. №828.
12. Гешеле Э.Э. Методы заражения растений и учета его результатов в селекции // Основы фитопатологической оценки в селекции растений. – Москва: Колос, 1978. – С.129-159.
13. Туров Г.С., Турова Н.А., Рсалиев Ш.С. и др. Методика оценки озимой и яровой пшеницы на полевую устойчивость к видам ржавчины // Гвардейский, 1990. – 8 с. – Инв. №299.
14. Stakman E.C., Stewart D.M., Loegering W.Q. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici* // U.S. Agric. Res. Serv. – 1962. – Vol. 617. – P. 1-53.
15. Mains E.B., Jackson H.S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat *Puccinia triticiana* Erikss // Phytopathology. – 1926. – Vol. 16. – P. 89-120.
16. Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. – Mexico, D.F.: CIMMYT. – 1992. – 81 p.
17. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Canad. J. Res. – 1948. – Vol. 26. – P. 496-500.
18. Рсалиев А.С., Гульяева Е.И., Мальчиков П.Н., Шайдаюк Е.Л., Коваленко Н.М., Яковлева Д.Р., Байгутов М.Ж. Устойчивость перспективных образцов яровой твердой пшеницы к листовым болезням // Вестник защиты растений. – 2020. – 103 (2). – С. 105-112.
19. Gulyaeva E., Yusov V., Rosova M., Mal'chikov P., Shaydayuk E., Kovalenko N., Wanyera R., Morgounov A., Yskakova G., Rsaliyev A. Evaluation of resistance of spring durum wheat germplasm from Russia and Kazakhstan to fungal foliar pathogens // Cereal research communications. – 2020. – Vol. 48. – P. 71-79.