

ФЕНОТИПИЧЕСКИЙ СОСТАВ *PUCCINIA TRITICINA* НА ОБРАЗЦАХ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ В 2016 г.

¹Е.И. Гультаева, кандидат биологических наук, доцент

²В.П. Шаманин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Е.Л. Шайдаюк, младший научный сотрудник

²И.В. Потоцкая, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

²В.Е. Пожерукова, научный сотрудник

²О.Г. Кузьмин, агроном

Ключевые слова: мягкая пшеница, сорт, бурая ржавчина, вирулентность, Lr-гены, питомник КАСИБ

¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

²Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, Омск, Россия

E-mail: eigultyaeva@gmail.com

Реферат. В условиях Западной Сибири в решении проблемы повышения стабильности производства зерна важнейшая роль отводится селекции. За последние десятилетия в регионе создано множество высокоурожайных сортов яровой пшеницы, но лишь немногие из них сочетают в себе высокую урожайность с устойчивостью к болезням и неблагоприятным факторам среды. В связи с угрозой эпифитотий ржавчинных болезней актуальным является расширение генотипического разнообразия сортов пшеницы и поиск новых источников длительной устойчивости. Проведен мониторинг вирулентности образцов *P. tritici*, собранных на сортах и селекционных линиях мягкой пшеницы на опытном поле Омского ГАУ в 2016 г. Выявлена высокая эффективность генов Lr19, Lr24, Lr29, Lr45, Lr41, Lr42, Lr47, Lr51, Lr53 и Lr57. Варьирование в частотах вирулентности отмечено на линиях TcLr2a, TcLr9, TcLr16, TcLr18 и TcLr26. Было изучено 97 изученных монопустульных изолятов, представленных 11 фенотипами вирулентности. Среди них три: THTTR (авирулентность/вирулентность: TcLr9, 19, 24/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 26, 30), TGTTR (TcLr9,19,24,26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) и TQTTR (TcLr9,19,24,26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) – имели наибольшую представленность в омской популяции. В целом не выявлено существенных изменений по вирулентности и фенотипическому составу омской популяции в 2016 г. по сравнению с 2013–2015 гг. Фенотипы TGTTR и TQTTR были общими в анализе омских популяций в 2013–2015 гг. Выделены сорта Эритроспермум 85–08 и Лютеценс 27–12 (Омский ГАУ) как высокоурожайные, устойчивые к бурой ржавчине, которые рекомендуется использовать в качестве исходного материала для селекции пшеницы в условиях Западной Сибири.

PHENOTYPIC COMPOSITION OF *PUCCINIA TRITICINA* ON THE VARIETIES OF SPRING WHEAT IN OMSK REGION IN 2016

¹Gultiaeva E.I., Candidate of Biology, Associate Professor

²Shamanin V.P., Dr. of Agricultural Sc., Professor

¹Shaidaiuk E.L., Junior Research Fellow

²Pototskaia I.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

²Pozherukova V.E., Research Fellow

²Kuzmin O.G., Agronomist

¹Russian Research Institute of Plant Protection, St.Petersburg, Russia

²Omsk State Agrarian University named after P.Stolypin, Omsk, Russia

Key words: spring wheat, variety, brown rust, virulence, Lr-genes, seed field KASIB.

Abstract. The authors see selection as a solution of the problem related to grain production. There are many highly-productive varieties of spring wheat but only some of them combine high productiveness and

resistance to plant diseases and bad environment. Due to epidemics of brown rust diseases, the researchers suggest to extend genotypic diversity of spring wheat varieties and search for long-term resistance. The paper reflects the results of monitoring of *P. trititica* virulence, collected on spring wheat varieties and lines of experimental field of Omsk SAU in 2016. The paper reveals high productivity of genes *Lr19*, *Lr24*, *Lr29*, *Lr45*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr47*, *Lr51*, *Lr53* and *Lr57*. The authors observed variation in virulence on the lines *TcLr2a*, *TcLr9*, *TcLr16*, *TcLr18* and *TcLr26*. The research explored 97 isolates represented by 11 phenotypes of virulence. There are 3 *THTR* among them (avirulence/virulence: *TcLr9*, 19, 24/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 26, 30), *TGTTR* (*TcLr9*, 19, 24, 26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) and *TQTTR* (*TcLr9*, 19, 24, 26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) that were vast represented in Omsk population. The authors didn't find out significant changes on virulence and phenotypic composition of Omsk population in 2016 in comparison with the period 2013-2015. Phenotypes *TGTTR* and *TQTTR* were common in 2013-2015. The authors highlight *Erythrospermum* 85-08 and *Lutescence* 27-12 (Omsk SAU) varieties as highly-productive and resistant to brown rust; they recommend to use these varieties as parent material for selection of wheat in Western Siberia.

Бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia trititica* Erikss., синоним *P. recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) – распространенная и значимая болезнь пшеницы в Западной Сибири, в том числе и в Омской области [1]. Ухудшение фитопатологической обстановки, связанное с появлением агрессивных рас грибных болезней, а также с возделыванием восприимчивых сортов на основной площади посева пшеницы в Западной Сибири, приводит к возрастанию потерь урожая яровой пшеницы от грибных болезней, в частности бурой ржавчины. Тенденция к потеплению климата также способствует повышению инфекционной нагрузки на посевы пшеницы в связи с увеличением интенсивности поражения посевов и частоты появления эпифитотийных лет. Эпифитотии бурой ржавчины в условиях Омской области наблюдаются каждые 3–4 года с потерями урожая яровой пшеницы 25–30% [2, 3].

Возделывание устойчивых сортов – экологически безопасный способ защиты от ржавчины. Для выявления устойчивых к бурой ржавчине генотипов на опытном поле Омского государственного аграрного университета ежегодно проводится оценка разных коллекций сортов и селекционных линий мягкой пшеницы.

В 2000 г. была разработана программа челночной селекции Казахстанско-Сибирского питомника (КАСИБ) под эгидой СИММУТ (Мексика), которая является одним из успешных примеров эффективного регионального и международного сотрудничества. В рамках сортоиспытания сети КАСИБ за последние 11 лет, с 2000 по 2016 г., было изучено более 500 сортов яровой мягкой пшеницы, что позволило эффективно оценить селекционный материал в различных экологиче-

ских условиях и выделить наиболее урожайные и устойчивые к грибным болезням сорта, которые включены в качестве исходного материала в селекционные программы научных учреждений Казахстана и Западной Сибири [4, 5].

Генетическая разнородность изучаемого материала способствует созданию и поддержанию высокого разнообразия популяции патогена.

Для успешной генетической защиты пшеницы и своевременного выявления патотипов с вирулентностью к используемым генам устойчивости необходим постоянный мониторинг популяций возбудителя. Анализ вирулентности образцов популяций, собранных с разных сортов пшеницы, позволяет более детально охарактеризовать генотипический состав патогена, определить частоты вирулентности к известным *Lr*-генам и оценить динамику их изменчивости.

В результате мониторинга вирулентности *P. trititica*, проводимого в условиях Омской области (опытное поле Омского ГАУ) в 2013–2015 гг., выявлена стабильность структуры популяции по вирулентности [6, 7]. Высокой эффективностью характеризовались гены *Lr24*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr51*, *Lr53*, и *Lr57*. Вирулентность к гену *Lr9*, широко представленному в сортах западно-сибирской селекции, преимущественно отмечалась на сортах – его носителях. На восприимчивых сортах пшеницы без гена *Lr9* вирулентные изоляты либо отсутствовали, либо встречались с низкой частотой. Существенная дифференциация изолятов наблюдалась по вирулентности к линиям *TcLr26* и *TcLr20*.

Цель исследований – мониторинг вирулентности *P. trititica* на образцах пшеницы, изучаемых на опытном поле Омского ГАУ в 2016 г.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Листья пшеницы с урединиопустулами были собраны с 34 образцов яровой мягкой пшеницы, изучаемых на опытном поле Омского ГАУ в 2016 г. в условиях естественного инфекционного фона бурой ржавчины. Источником инфекции служили: 1) сорта яровой пшеницы, рекомендованные для возделывания в Омской области (Западно-Сибирский регион): Терция (с 1996 г.), Памяти Азиева (с 2000 г.), Чернява 13 (с 2001 г.), Дуэт (с 2004 г.), Омская 35 (с 2005 г.), Сibaковская юбилейная (с 2010 г.), ОмГАУ-90 (с 2012 г.), Тобольская (с 2014 г.), Павлоградка (с 2015 г.) [8]; 2) сорта и селекционные линии из питомника КАСИБ-16, изучаемые в рамках международного сотрудничества: Саратовская 29, Родник, Астана 2, Нива Прииртышья, Обская 2, Степная 53, Степная 1415, Торнадо 22, Юбилейная 60, Лютесценс 1003, Лютесценс 715-04, Лютесценс 6/04-4, Лютесценс 71/07-12, Лютесценс 96-12, Лютесценс 4595, Лютесценс 1082, Лютесценс 588-2-05, Лютесценс 186/04-61, Лютесценс 27-12, Лютесценс 2/03-09-3, Лютесценс 34/08-19, ГВК 2074/4, Эритроспермум 85-08, Эритроспермум 35 и Эритроспермум 24/02-10-4. Погодные условия 2016 г. были благоприятными для развития бурой ржавчины. Пораженность изученных сортов – источников инфекционного материала составляла 30–100%.

Сборная популяция патогена, включающая урединиоспоры со всех образцов пшеницы, была использована для инокуляции 37 линий Thatcher с генами *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr3ka*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr11*, *Lr14a*, *Lr14b*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr17*, *Lr18*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr24*, *Lr26*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr30*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr44*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr48*, *Lr49*, *Lr51*, *Lr53*, *Lr57*, *Lr64*, *Lr65*, *Lr67* и оценки эффективности *Lr*-генов в фазе проростков.

Для определения фенотипического (расового) состава образцы популяций были клонированы. С сортов Памяти Азиева, Сibaковская юбилейная, Дуэт, ОмГАУ-90, Павлоградка, Чернява 13, Терция было получено по 5 монопустульных изолятов *P. tritricina*, а с остальных образцов пшеницы по 2 изолята.

Для получения монопустульных изолятов и размножения инфекционного материала использовали методы лабораторного культивирования гриба на отрезках листьев пшеницы, помещенных в раствор бензимидазола [9].

Анализ вирулентности проводили на интактных растениях. Для этого по 2–3 зерна каждой *TcLr*-линии сеяли в почву, 12–14-дневные проростки инокулировали суспензией возбудителя и помещали в камеру искусственного климата (Sanyo, Versatile Environmental Test Chamber) при температуре 22°C и влажности 75%. Учет проводили на 10–12-й день после заражения по шкале E. B. Mains и H. S. Jackson [10].

Для обозначения фенотипов использовали буквенную североамериканскую номенклатуру [11], основанную на определении вирулентности к группам из четырех *TcLr*-линий. В настоящем анализе использована следующая последовательность *TcLr*-линий: 1 – *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2c*, *Lr3a*; 2 – *Lr9*, *Lr16*, *Lr24*, *Lr26*; 3 – *Lr3ka*, *Lr11*, *Lr17*, *Lr30*; 4 – *Lr2b*, *Lr3bg*, *Lr14a*, *Lr14b*; 5 – *Lr15*, *Lr18*, *Lr19*, *Lr20*.

Для определения буквенного кода фенотипов, вычисления индексов внутривидового разнообразия и различий между популяциями по вирулентности использовали пакет программ Virulence Analysis Tool (VAT) [12]. Для построения UPGMA-дендрограммы генетического сходства между изолятами гриба с разных сортов пшеницы использовали пакет программ NTSYSpc, Version 2.2 (Exeter Software, Setauket, NY). Тип и степень устойчивости к бурой ржавчине в полевых условиях определяли по международной шкале, используемой участниками программы КАСИБ [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При инокуляции 37 контрольных *Lr*-линий омской популяцией *P. tritricina*, представленной смесью урединиоспор, полученных со всех изучаемых образцов пшеницы, высокой эффективностью характеризовались гены *Lr19*, *Lr24*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr51*, *Lr53*, и *Lr57*.

В результате анализа вирулентности монопустульных изолятов варьирование в частотах вирулентности отмечено на линиях *TcLr2a*, *TcLr9*, *TcLr16*, *TcLr18* и *TcLr26*. Вирулентность к гену *Lr9* наблюдалась у образцов пшеницы, защищенных данным геном: Дуэт, Сibaковская юбилейная, Терция, Новосибирская 18, Торнадо, Лютесценс 34/08-19. Все изоляты, вирулентные к гену *Lr9*, характеризовались авирулентностью к гену *Lr26*. Изоляты, вирулентные к гену *Lr26*, выявлены как на образцах с этим геном: ГВК 2074/4, Лютесценс 6/04-4, Лютесценс 186/04-61,

Эритропермум 85–08, – так и без него: ОмГАУ-90, Обская 2, Серебристая, Августина, Нива Прииртышья, Лютесценс 71/07–12, Лютесценс 96–12, Лютесценс 4595, Лютесценс 27–12, Лютесценс 2/03–09–3, Лютесценс 588, Лютесценс 1082, Эритропермум 35, 24/02–10–4. Наличие генов *Lr9* и *Lr26* у данных образцов пшеницы подтверждено нами с использованием ПЦР-маркеров в исследованиях, выполняемых по программе КАСИБ. Авирулентностью к генам *Lr2a* и *Lr15* характеризовались изоляты с сорта

Дуэт; к гену *Lr16* – с сортов Терция, Саратовская 29, Омская 35, Степная 53, Серебристая и линий Лютесценс 6/04–4, Лютесценс 1003; к гену *Lr18* – с сорта Степная 53 и линий ГВК 2074/4, Лютесценс 6/04–4.

Все изученные изоляты в целом характеризовались высокой вирулентностью. Число аллелей вирулентности у них варьировало от 17 до 15.

Сводные данные по вирулентности омских популяций *P. triticina* в 2013–2016 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Частота изолятов *P. triticina*, вирулентных к Th*Lr*-линиям (опытное поле Омского ГАУ, 2013–2016 гг.), %
Frequency of *P. triticina* isolates virulent to Th*Lr*-lines (experimental field of Omsk SAU, 2013–2016), %

Линия Thatcher с геном <i>Lr</i>	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
19, 24	0	0	0	0
2a	100	100	91,00± 0,02	95,00± 0,02
9	10,00± 0,02	33,00± 0,04	25,00± 0,03	22,00± 0,04
11	100	100	100	100
14b	100	100	99,00± 0,01	100
15	100	100	100	95,00± 0,02
16	100	100	100	82,00± 0,04
18	100	88,00± 0,03	95,00± 0,01	88,00± 0,03
20	100	37,00± 0,04	93,00± 0,02	100
26	0	35,00± 0,04	27,00± 0,03	42,00± 0,05
1,2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 14a, 17, 30	100	100	100	100

По сравнению с предыдущими годами, в 2016 г. в анализе выявлены изоляты, авирулентные к *TcLr16*, но частота их встречаемости была невысокой (18%). Тип реакции этих изолятов на линии *TcLr16* варьировал от 2 до 2⁺ баллов, а у отдельных растений был ближе к баллу 3⁻. Аналогичный тип реакции (2, 2⁺) наблюдали у изолятов, авирулентных к линии *TcLr18*.

Частоты вирулентности к остальным *Lr*-генам были на уровне предыдущих лет исследований. Индекс Нея (N), оценивающий различия между популяциями по частотам вирулентности, указывал на отсутствие существенных изменений в омской популяции в 2016 г. по сравнению с предыдущими годами: N=0,004 (2016 и 2015 гг.); 0,024 (2016 и 2014 гг.); 0,012 (2016 и 2013 гг.). С использованием 20 линий-дифференциаторов выявлено 11 фенотипов (рас): ТНТТТ (32%), ТГТТТ (26%), ТQTТТ (11%), ТНТТМ (6%), ТВТТТ (6%), PQТТТ (5%), ТLTТТ (5%), ТGTТМ (2%), ТВТТМ (2%), ТСТТМ (2%), ТСТТТ (2%). Среди них три: ТНТТТ (авирулентность/вирулентность: *TcLr9*, 19, 24/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18,

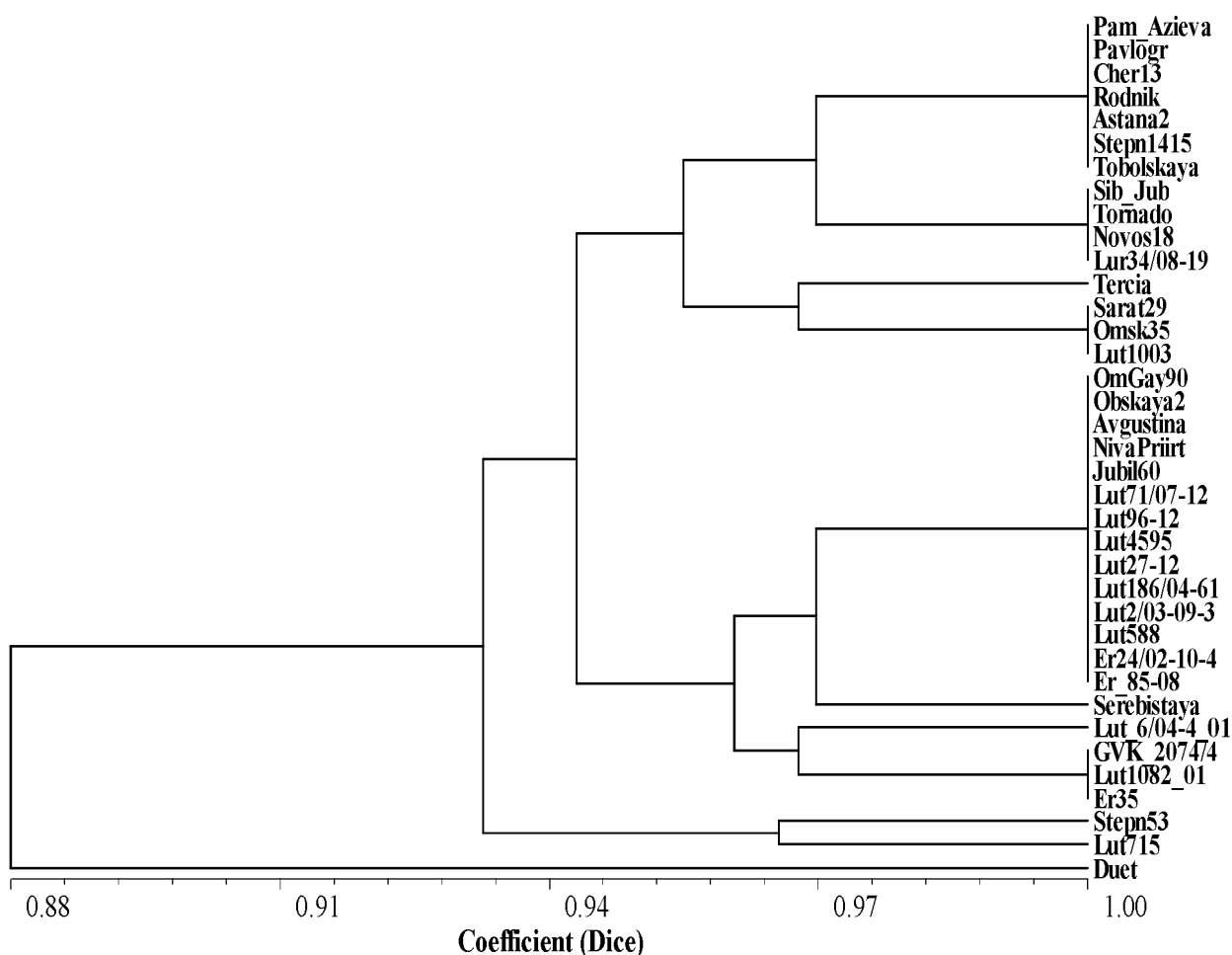
20, 26, 30), ТGTТТ (*TcLr9*, 19, 24, 26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) и ТQTТТ (*TcLr9*, 24, 26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) – были наиболее представленными в омской популяции.

Фенотипы ТQTТТ (*TcLr9*, 24, 26/ 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30) и ТGTТТ встречались ежегодно в анализе популяций в 2013–2016 гг. Частота встречаемости фенотипа ТQTТТ в 2013 г. составляла 10%, в 2014 г. – 2, в 2015 г. – 19 и в 2016 г. – 11%, а фенотипа ТGTТТ – 90; 11; 48 и 26% соответственно. Фенотип ТНТТТ отмечен в омских популяциях в 2014, 2015 и 2016 гг. и частота его составляла 30; 46 и 31%. Идентифицированные фенотипы относятся к группе широко представленных и в других областях Западно-Сибирского региона [14, 15].

Индекс Роджерса (R), оценивающий различия между популяциями по фенотипическому составу, для пары популяций 2016 и 2015 гг. составил 0,41, для 2016 и 2014 гг. – 0,62, для 2016 и 2013 гг. – 0,64.

UPGMA-дендрограмма генетического родства между омскими изолятами *P. triticina* с разных образцов пшеницы согласно коэффициенту Dice представлена на рисунке. В целом большинство изолятов характеризовались высокой степенью генетического сходства по вирулентности, за исключением изолятов с сорта Дуэт. Это могло быть обусловлено авирулентностью изолятов с данного сорта к линиям *TcLr2a* и *TcLr15*. Анализ популяций *P. triticina* с исполь-

зованием инокулюма с одних и тех же сортов пшеницы позволяет оценить изменения в структуре популяций с учетом влияния селективного отбора растения-хозяина. Районированные сорта Памяти Азиева, Сibaковская юбилейная, Дуэт, ОмГАУ-90, Павлоградка, Чернява 13, Терция, имеющие разный генетический контроль устойчивости к бурой ржавчине, используются нами в качестве инфекционного источника практически ежегодно.



UPGMA-дендрограмма генетического сходства омских изолятов *P. triticina* по вирулентности в 2016 г.
UPGMA-dendrogram of genetic similarity of *P. triticina* Omsk isolates on virulence in 2016

Фенотипический состав изолятов, выявленный на этих сортах в 2013–2016 гг., представлен в табл. 2.

Не выявлено существенных изменений в фенотипическом составе гриба на сортах Павлоградка, Памяти Азиева, Чернява 13, ОмГАУ-90 и Сibaковская юбилейная в 2013 и 2015 гг. Фенотипы на этих сортах в течение четырехлетнего анализа были идентичны либо отличались вирулентностью

к гену *Lr26*. Определенные различия по вирулентности в 2016 г. по сравнению с предыдущими годами выявлены на сортах Терция (авирулентность к *TcLr16*) и Дуэт (авирулентность к *TcLr2a* и *TcLr15*). Омская популяция в 2014 г. характеризовалась высокой представленностью изолятов, авирулентных к гену *Lr20*. Это предопределило определенные различия фенотипического состава в 2014 г. по сравнению с другими годами исследований.

Таблица 2

Фенотипический состав *P. triticina* на сортах яровой пшеницы в 2013–2016 гг. (опытное поле Омского ГАУ)
P. triticina phenotypical composition on the varieties of spring wheat in 2013–2016 (experimental field of Omsk SAU)

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Павлоградка	TGTTR	TQTTQ TGTTQ TGTTT TQTTT	TGTTR	TGTTR
Памяти Азиева	TGTTR	THTTR	THTTR	TGTTR
ОмГАУ-90	TGTTR	TGTTQ	-	THTTR
Чернява 13	TGTTR	TGTTQ THTTQ	-	TGTTR
Терция	TQTTT	TQTTQ	TQTTT	TLTTR
Собаковская юбилейная	-	-	TQTSQ TQTTT	TQTTT
Дуэт	-	-	TQTTT	PQTTH

Анализ устойчивости к бурой ржавчине у сортов яровой пшеницы питомника КАСИБ показал, что доля устойчивых сортов не столь высока. Это свидетельствует о том, что не все селекционные учреждения России и Казахстана имеют

устойчивый селекционный материал к данному патогену, и направление селекции на устойчивость к грибным болезням является приоритетным в Западно-Сибирском регионе и Казахстане (табл. 3).

Таблица 3

Результаты оценки поражения бурой ржавчиной сортов питомника КАСИБ-16 (опытное поле Омского ГАУ, 2015–2016 гг.)

Evaluation of KASIB-16 varieties suffering from brown rust (experimental field of Omsk SAU, 2015–2016)

№ п/п	Сорт	Происхождение	Поражение бурой ржавчиной, %, тип	
			2015 г.	2016 г.
1	Астана 2	Региональный стандарт	40S	30MS
2	Саратовская 29	« «	60S	30S
3	Степная 53	Актюбинская СХОС	10S	60S
4	Степная 1415	« «	60S	50S
5	ГВК-2074/4	Восточно-Казахстанский НИИСХ	60S	50S
6	Лютесценс 588–2–05	КазНИИЗиР	60S	60S
7	Лютесценс 715–04	«	40S	40S
8	Эритроспермум 35	Карабалыкская СХОС	80S	30S
9	Лютесценс 1082	Карагандинский НИИРиС	80S	40MS
10	Лютесценс 4595	« «	80S	30MS
11	Нива Прииртышья	Павлодарский НИИСХ	80S	20MS
12	Лютесценс 2/03–09–3	« «	80S	15S
13	Эритроспермум 24/02–10–4	« «	80S	40S
14	Юбилейная 60	Казахстанский НИИЗХ	80S	30MS
15	Торнадо 22	НПФ Фитон	60S	5MS
16	Лютесценс 1003	Алтайский НИИСХ	80S	50MS
17	Лютесценс 34/08–19	Кургансемена	30S	60MS
18	Обская 2	СибНИИРС	80S	60S
19	Лютесценс 27–12	Омский ГАУ	10MR	15MR
20	Лютесценс 96–12	« «	40S	50M
21	Эритроспермум 85–08	« «	15MR	40M
22	Лютесценс 6/04–4	СибНИИСХ	10MR	50 MS
23	Лютесценс 71/07–12	«	80S	60S
24	Лютесценс 186/04–61	«	15MR	60MS
25	Родник	Челябинский НИИСХ	80S	60S

Полевая оценка на устойчивость к бурой ржавчине в 2015 г. показала, что из изученного набора сортов 16 (64 %) были высоко восприимчивы к бурой ржавчине (степень поражения составила 50–80 %), умеренно восприимчивы (30–50 %) – 5 сортов (20 %), умеренно устойчивы (10–25 %) – 4 (16 %).

Оценка на устойчивость к бурой ржавчине в 2016 г. показала, что 11 сортов (44 %) проявили высокую восприимчивость к данному патогену, 12 (48 %) – умеренную восприимчивость и 2 сорта (8 %) – умеренную устойчивость. Сорта Эритроспермум 85–08 и Лютесценс 27–12 селекции Омского ГАУ характеризовались как умеренно устойчивые к бурой ржавчине.

ВЫВОДЫ

1. Проведен мониторинг вирулентности образцов *P. tritricina*, собранных в Омской области на опытном поле Омского ГАУ с 37 образцов пшеницы в 2016 г. Не выявлено существенных изменений по вирулентности и фенотипическому

составу омской популяции в 2016 г. по сравнению с 2013–2015 гг.

2. Высокоэффективные гены *Lr24*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr47*, *Lr51* и *Lr53* могут представлять потенциал для селекции на устойчивость к бурой ржавчине в Западной Сибири. Ген *Lr19*, частично утративший эффективность в ряде регионов РФ, может быть рекомендован для пирамидирования с данными эффективными *Lr*-генами и с геном *Lr9*, утратившим эффективность в Западно-Сибирском регионе.

3. В результате селекционной оценки сортов питомника КАСИБ-16 выделены умеренно устойчивые к бурой ржавчине сорта Эритроспермум 85–08 и Лютесценс 27–12 (Омский ГАУ), превышающие по урожайности стандарты. Вовлечение этих источников в селекционный процесс научных учреждений России и Казахстана позволит создать ценный исходный материал для селекции на иммунитет.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФАНО России (проект № 0665–2014–0003).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фенотипический состав возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Омской области / Л. В. Мешкова, Л. П. Россеева, И. А. Белан [и др.] // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: материалы IV Междунар. конф. – СПб. – Пушкин, 2016. – С. 109.
2. Genetic protection of wheat from rusts and development of resistant varieties in Russia and Ukraine / A. I. Morgounov, I. Ablova, O. Babayants [et al.] // Euphytica. – 2011. – Vol. – 179 (2). – P. 297–311.
3. Identification of Leaf Rust Resistance Genes in Wheat Cultivars Produced in Kazakhstan / A. Kokhmetova, A. Madenova, G. Kampitova [et al.] // Cereal Research Communications. – 2015. – Vol. 44 (2). – P. 240–250. – DOI: 10.1556/0806.43.2015.056.
4. Genetic diversity of spring wheat from Kazakhstan and Russia for resistance to stem rust Ug99 / V. Shamanin, E. Salina, R. Wanyera [et al.] // Euphytica. – 2016. – Vol. 12. – P. 287–296. – DOI 10.1007/s10681-016-1769-0.
5. Шаманин В. П., Потоцкая И. В. Иммунологическая оценка сортов яровой мягкой пшеницы селекционного питомника // Вестн. ОмГАУ. – 2016. – № 2 (22). – С. 5–10.
6. Мониторинг вирулентности популяций гриба *Puccinia tritricina* на опытном поле ОмГАУ / В. П. Шаманин, Е. И. Гульяева, Е. Л. Шайдаюк [и др.] // Вестн. АГАУ. – 2015. – № 5 (127). – С. 70–75.
7. Структура популяций гриба *Puccinia tritricina* на сортах и селекционных линиях мягкой пшеницы на опытном поле Омского ГАУ в 2013–2015 годах / Е. И. Гульяева, В. П. Шаманин, Е. Л. Шайдаюк [и др.] // Вестн. ОмГАУ. – 2016. – № 2 (22). – С. 20–25.
8. Рекомендации по возделыванию сортов сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания в Омской области за 2016 год. – Омск: Технология, 2016. – С. 6–7.
9. Михайлова Л. А., Гульяева Е. И., МIRONENKO Н. В. Методы исследования генетического разнообразия популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* / РАСХН, ВНИИЗР, Инноват. центр защиты растений. – СПб., 2003. – 24 с.
10. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; *Puccinia tritricina* Erikss // Phytopathology. – 1926. – Vol. 16. – P. 89–120.

11. Long D.L., Kolmer J.A. North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* // *Phytopathology*. – 1989. – Vol. 79. – P. 525–529.
12. *Virulence Analysis Tool (VAT): User Manual* / E. Kosman, A. Dinooor, A. Herrmann [et al.]. – 2008.
13. Койшыбаев М., Шаманин В.П., Моргунов А.И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: метод. указания. – Анкара: ФАО-СЕК, 2014. – 58 с.
14. Структура российских популяций гриба *Puccinia triticina* Eriks / Е.И. Гулятьева, Е.Л. Шайдаюк, И.А. Казарцев [и др.] // *Вестн. защиты растений*. – 2015. – Вып. 85, № 3. – С. 5–10.
15. Генетическая обусловленность селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине на Южном Урале / В.А. Тюнин, Е.Р. Шрейдер, Е.И. Гулятьева [и др.] // *Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: материалы IV Междунар. конф.* – СПб. – Пушкин, 2016. – С. 42.

REFERENCES

1. Meshkova L.V., Rosseeva L.P., Belan I.A., *Sovremennye problemy immuniteta rastenii k vrednym organizmam* (Modern problems of plant immunity to harmful organisms), Proceedings of the 4th International Conference, St. Petersburg, Pushkin, 2016, p. 109. (In Russ.)
2. Morgounov A.I., Ablova I., Babayants O., *Euphytica*, 2011, No. 2 (179), pp. 297–311.
3. Kokhmetova A., Madenova A., Kampitova G., *Cereal Research Communications*, 2015, No. 2 (44), pp. 240–250. DOI: 10.1556/0806.43.2015.056.
4. Shamanin V., Salina E., Wanyera R., *Euphytica*, 2016, Vol. 12, pp. 287–296. DOI 10.1007/s10681-016-1769-0.
5. Shamanin V.P., Potockaja I.V., *Vestnik OmGAU*, 2016, No. 2 (22), pp. 5–10. (In Russ.)
6. Shamanin V.P., Gul'tjaeva E.I., Shajdajuk E.L., *Vestnik AGAU*, 2015, No. 5 (127), pp. 70–75. (In Russ.)
7. Gul'tjaeva E.I., Shamanin V.P., Shajdajuk E.L., *Vestnik OmGAU*, 2016, No. 2 (22), pp. 20–25. (In Russ.)
8. *Rekomendacii po vozdeleyvaniyu sortov sel'skhozajstvennykh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniya v Omskoj oblasti za 2016 god* (Recommendations for the cultivation of agriculture cultures varieties and the results of variety trial in Omsk region for 2016), Omsk, Tehnologija, 2016, pp. 6–7. (In Russ.)
9. Mihajlova L.A., Gul'tjaeva E.I., Mironenko N.V., *Metody issledovaniya geneticheskogo raznoobraziya populjacij vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy Puccinia recondita Rob. ex Desm. f. sp. Tritici* (Studying methods of the genetic diversity of populations of the leaf rust agent of wheat *Puccinia recondita* Rob. ex Desm.f.sp.tritici), RASHN, VNIIZR, Innovac. centr zashhity rastenij, St. Petersburg, 2003, 24 p.
10. Mains E.B., Jackson H.S., *Phytopathology*, 1926, Vol. 16, pp. 89–120.
11. Long D.L., Kolmer J.A., *Phytopathology*, 1989, Vol. 79, pp. 525–529.
12. Kosman E., Dinooor A., Herrmann A., *Virulence Analysis Tool (VAT): User Manual*, 2008.
13. Койшыбаев М., Шаманин В.П., Моргунов А.И. *Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: метод. указания* (Wheat screening for resistance to main diseases: methodical guidance), Ankara, FAO-SEK, 2014, 58 p.
14. Gul'tjaeva E.I., Shajdajuk E.L., Kazarcev I.A., *Vestnik zashhity rastenij*, 2015, No 3 (85), pp. 5–10. (In Russ.)
15. Tjunin V.A., Shrejder E.R., Gul'tjaeva E.I., *Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam* (Modern problems of plant immunity to harmful organisms), Proceedings of the 4th International Conference, St. Petersburg, Pushkin, 2016, p. 42. (In Russ.)