

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЕСТНЫХ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К *Puccinia triticina* В ФАЗУ ВЗРОСЛЫХ РАСТЕНИЙ НА ЮГЕ РОССИИ

Агапова В.Д., Ваганова О.Ф., Гвоздева М.С., Волкова Г.В.

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. Озимая пшеница является одной из ведущих сельскохозяйственных культур в России. Наиболее распространённым и эпифитотийноопасным патогеном является листовая ржавчина (*Puccinia triticina*). Целью работы являлась оценка эффективности известных генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине в фазу взрослых растений на юге России. Для проведения исследования проводили маршрутные обследования в условиях Северо-Кавказского региона, был собран гербарный материал для создания инфекционного фона на полевом участке ФГБНУ ВНИИБЗР. В результате оценки 49 изогенных линий озимой пшеницы были выявлены гены *Lr9*, *Lr42*, *Lr43+24* и *Lr50* с абсолютной устойчивостью к *P. triticina* на юге России в 2019 г. Изучение линий с известными генами устойчивости на инфекционном фоне в полевых условиях дают представление об изменении эффективности *Lr*-генов к *P. triticina*.

Ключевые слова. Озимая пшеница, гены устойчивости, эффективность генов, бурая ржавчина, *Puccinia triticina*.

EFFECTIVENESS OF KNOWN WHEAT RESISTANCE GENES TO *Puccinia triticina* IN THE ADULT PLANT PHASE IN SOUTHERN RUSSIA

Agapova V. D., Vaganova O. F., Gvozdeva M. S., Volkova G. V.

FSBI "All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection", Krasnodar, Russian Federation

Abstract. Winter wheat is one of the leading agricultural crops in Russia. The most common and epiphytotic pathogen is leaf rust (*Puccinia triticina*). The aim of the work was to evaluate the effectiveness of known wheat resistance genes to brown rust in the phase of adult plants in the South of Russia. For the study, route surveys were conducted in the conditions of the North Caucasus region, and herbarium material was collected to create an infectious background on the field site of the FSBI "All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection". As a result of the evaluation of 49 isogenic lines of winter wheat, the *Lr9*, *Lr42*, *Lr43+24* and *Lr50* genes with absolute resistance to *P. triticina* were identified in the South of Russia in 2019. Study of lines with known resistance genes on an infectious background in the field gives an idea of the change in the effectiveness of *P. triticina* *Lr* genes.

Keywords. Winter wheat, genes stability, gene efficiency, brown rust, *Puccinia triticina*.

Озимая пшеница является одной из ведущих сельскохозяйственных культур в России. Площадь посевов в Краснодарском крае достигает 1,5 млн га [9]. Из-за ежегодно благоприятно складывающихся погодных условий, озимая пшеница является хорошим резерватом грибных болезней [7]. Наиболее распространённым и эпифитотийноопасным патогеном является листовая (бурая) ржавчина – возбудитель *Puccinia triticina* Rob. ex Desm. f. *sp. tritici* Erikss. et Henn. Болезнь достаточно вредоносна и отмечается в регионе ежегодно, потери урожая при благоприятных погодных условиях для развития болезни могут составлять до 45 % [8].

Обоснованное применение устойчивых сортов в производственных посевах позволит снизить пестицидную нагрузку, это является экономически и экологически выгодным приемом защиты сельскохозяйственных культур [5]. Сорта, внедряемые в производство, должны иметь разные типы и гены устойчивости, способные снижать скорость роста численности патогена [4]. Бесперывное образование новых рас гриба приводит к затруднению селекции к ржавчине. Такая проблема требует постоянного поиска эффективных генов и источников новых генов устойчивости пшеницы [12].

В условиях юго-востока Воронежской области с 2011 по 2014 гг. *Lr14a* обеспечивал среднюю устойчивость к бурой ржавчине (поражение от 5 до 30%). Так же можно отметить линии с генами *Lr17*

(20%) и *Lr26* (30%). В 2014 г. ни одна линия с известными генами не смогла гарантировать полную устойчивость [10]. На территории Северо-Кавказского региона гены *Lr9*, *Lr42*, *Lr43+24* и *Lr50* остаются высоко эффективными [3], а в Западно-Сибирском регионе ген *Lr9* утратил свою эффективность [11].

Для результативной селекции на устойчивость к листовой ржавчине требуется знание об изменении вирулентности популяции гриба и эффективности *Lr*-генов по отношению к северокавказской популяции патогена [13].

Целью работы являлась оценка эффективности известных генов устойчивости пшеницы к *Puccinia triticina* в фазу взрослых растений на юге России.

Опыт проводили в 2019 г. на инфекционном участке ФГБНУ ВНИИБЗР. Материалом исследований являлись 49 почти изогенных линий озимой пшеницы сорта Thatcher, содержащих гены устойчивости *Lr*: 1, 2a, 2b, 2c, 3, 3bg, 3ka, 9, 10, 11, 12, 13, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22a, 22b, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43+24, 44, 45, 47, B, 50, 52 (W), Exch, KR1KR2, 50. В результате маршрутных обследований селекционных и производственных посевов озимой пшеницы в районах Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области был собран инфекционный материал, который в дальнейшем использовался для инокуляции. Для оценки линий-дифференциаторов на устойчивость к *P. triticina*, были высеяны в поле на инфекционных участках на опытных делянках, площадь которых составляла 1 м². Для заражения растений использовали смесь талька со спорами листовой ржавчины в пропорции 1:100 при нагрузке 5 мг спор/м² [1]. Учет развития заболевания проводили во время первичного проявления патогена, затем повторяли его через 7-8 дней до максимального развития болезни. Степень поражения и реакцию пшеницы на заражение оценивали по методике СИММУТ [6]. При этом использовали следующую шкалу: 0 – заболевание отсутствует; R – мелкие урединии с некрозом; MR – умеренный размер урединий с некрозом; MS – умеренный размер урединий с хлорозом; S – крупные урединии.

Результат оценки 49 линий-тестеров озимой пшеницы представлены в таблице 1. С абсолютной эффективностью (иммунный тип и степень поражения – 0) на территории Северо-Кавказского региона в 2019 г. продолжают защищать растение-хозяин гены *Lr9*, *Lr42*, *Lr43+24* и *Lr50* [3]. По данным литературы, эти гены сохраняют свою эффективность и в ювенильной фазе [2]. Высокую эффективность в полевых условиях (1R–5R) проявили гены *Lr*: 18, 19, 24, 29, 36, 41, 45, 47.

Таблица 1 – Результаты оценки линий пшеницы сорта Thatcher на устойчивость к северокавказской популяции *P. triticina* (искусственный инфекционный фон, опытное поле ВНИИБЗР, 2019 г.)

Линии с генами <i>Lr</i>	Реакция заражения	Линии с генами <i>Lr</i>	Реакция заражения
1	50MS	25	20MR
2a	30MR	26	70MS
2b	60S	28	10R
2c	70S	29	5R
3	80S	30	60S
3bg	30MS	32	10MR
3ka	40MS	33	30MR
9	0	34	30MR
10	70S	35	20MR
11	50S	36	5R
12	10R	37	20MR
13	60S	38	10R
14a	30MR	40	30MR
14b	50MS	41	5R
15	30MR	42	0
16	40MS	43+24	0
17	10R	44	30MR
18	5R	45	5R
19	1R	47	5R
20	30MR	B	60S
21	10R	52 (W)	10R
22a	10R	Exch	40MS
22b	50MS	KR1KR2	70S
23	50MS	50	0
24	1R	Michigan Amber*	90S

* - контроль по восприимчивости

Среднеустойчивую реакцию на заражение (10MR-20MR) показали линии с *Lr*-генами: 12, 17, 21, 22a, 25, 28, 32, 35, 37, 38, 52. Их отнесли к умеренноэффективным. Оставшиеся линии с генами: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3*, *Lr3bg*, *Lr3ka*, *Lr10*, *Lr11*, *Lr13*, *Lr14a*, *Lr14b*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr20*, *Lr22b*, *Lr23*, *Lr26*, *Lr30*, *Lr33*, *Lr34*, *Lr40*, *Lr44*, *B*, *Exch*, *KR1KR2* были в различной степени восприимчивы к северокавказской популяции *P. triticina* (25 MR – 90S).

Таким образом, в условиях вегетационного сезона 2019 года абсолютную и высокую эффективность против северокавказской популяции *P. triticina* проявляли гены: *Lr9*, *Lr42*, *Lr43+24*, *Lr50*, *Lr18*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr29*, *Lr36*, *Lr41*, *Lr45*, *Lr47*. Они способны обеспечивать надежную защиту растения-хозяина против патогена в фазу взрослых растений и рекомендуются при использовании в селекционных работах.

Список использованных источников

1. Анпилогова Л.К. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе) / Л. К. Анпилогова, Г.В. Волкова // Рекомендации. Краснодар: РАСХН, ВНИИБЗР. 2000. 28 с.
2. Ваганова О. Ф. Анализ вирулентности северокавказской популяции *Puccinia triticina* Erikss. в 2016 году / О. Ф. Ваганова // Сборник тезисов по материалам II научно-практической конференции молодых ученых Всероссийского форума по селекции и семеноводству. 2018. С. 52-53.
3. Волкова Г. В. Вирулентность популяций возбудителей ржавчины зерновых колосовых культур (учебное пособие) / Г. В. Волкова, О. А. Кудинова, Е. В. Гладкова, О. Ф. Ваганова, А. В. Данилова, И. П. Матвеева // Краснодар. - 2018. - 38 с.
4. Волкова Г.В. Характеристика сортов и линий озимой пшеницы селекции ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко по устойчивости к комплексу возбудителей экономически значимых болезней / Волкова Г.В., Кремнева О.Ю., Шумилов Ю.В., Синяк Е.В., Ваганова О.Ф., Сегада Е.С., Марченко Д.М., Самофалова Н.Е., Скрипка О.В., Дерова Т.Г. // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 27-32.
5. Гвоздева М.С., Волкова Г.В. Об актуальности биологической защиты озимой пшеницы от возбудителей болезней в краснодарском крае // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск: А.Г. Кощаев. 2016. С. 193-195
6. Е. Дувеиллер, П.К. Сингх, М. Меццалама, Р.П. Сингх, А. Дабабат. Болезни и вредители пшеницы. Руководство для полевого определения (2-е издание). Анкара. 2018. 147 с.
7. Мальцева Л.Т., Филиппова Е.А., Банникова Н.Ю., Ионина Н.В. Селекционная ценность устойчивого к болезням исходного материала пшеницы в условиях зауралья // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. №1(33). С. 21-30.
8. Михайлова Л.А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. СПб. 2006. 80 с.
9. Медведева О.Л. Эффективность *Lr*-генов к бурой ржавчине в селекции яровой пшеницы в условиях юго-востока Воронежской области // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 4-1. С. 168-171.
10. Сельхозпортал. Посевная площадь озимой пшеницы в Краснодарском крае [Электронный ресурс] URL:<https://xn--80ajgrcpbhkds4a4g.xn--p1ai/analiz-posevnyh-ploshhadej/?area=3> (дата обращения 03.02.2020 г.)
11. Сочалова Л.П., Пискарев В.В. Устойчивость образцов мягкой пшеницы к *Blumeria graminis* и *Puccinia recondita* с известными генами устойчивости // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 11. С. 34-42
12. Сочалова Л.П., Пискарев В.В. Характеристика генов устойчивости пшеницы к инфекциям *Puccinia recondita* в лесостепи приобья // В сборнике: Генофонд и селекция растений Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2018. С. 322-326
13. Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Гулятьева Е. И., Шайдаюк Е. Л. Эффективность генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. №2(62). С. 69–73.

Исследования выполнены согласно Государственного задания № 075-00376-19-00 Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № 0686-2019-0008.