



ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

В Е С Т Н И К
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2020 ТОМ **103** ВЫПУСК **4**
VOLUME ISSUE



УСТОЙЧИВОСТЬ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ ЭФИОПИИ К КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЕ

Р.А. Абдуллаев*, Б.А. Баташева, Е.Е. Радченко

Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: abdullaev.1988@list.ru

В настоящее время актуальна проблема расширения разнообразия возделываемых сортов ячменя по эффективным генам устойчивости к возбудителю карликовой ржавчины *Puccinia hordei*. В 2018–2019 гг. оценили устойчивость 925 образцов ячменя из Эфиопии к северо-западной (Санкт-Петербург, Пушкин) популяции патогена. Образцы высевали в поздние сроки, что способствовало сильному поражению растений. Устойчивость оценивали в период колошения и в фазу молочной спелости зерна с помощью балловой шкалы. Результаты экспериментов свидетельствуют о невысоком разнообразии ячменей Эфиопии по изученному признаку. Лишь 4 образца обладали устойчивостью к *P. hordei*, причем 3 селекционные линии (к-30810, к-30811 и к-30812) защищены идентифицированным ранее геном *Rph7*, эффективность которого в последние годы снижается. Высоким уровнем устойчивости к патогену (отсутствие симптомов поражения) обладает образец к-21919, который может быть рекомендован для использования в селекции ячменя.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare*, *Puccinia hordei*, гены устойчивости, селекция растений

Поступила в редакцию: 15.07.2020

Принята к печати: 20.10.2020

Введение

Карликовая ржавчина (возбудитель – *Puccinia hordei* G.H. Otth.) проявляется обычно к началу молочной спелости ячменя *Hordeum vulgare* L. в виде ржавых пустул на нижней стороне листовой пластинки, в ряде случаев наблюдается поражение верхней стороны листьев, влагиалищ листьев и даже остей. Патоген наиболее распространен в регионах возделывания культуры с умеренным климатом. Снижение урожая восприимчивых сортов может достигать до 62% (Park et al., 2015).

В настоящее время известно 27 главных генов устойчивости к карликовой ржавчине (*Rph1* – *Rph27*) (Rothwell et al., 2020), локализованных во всех хромосомах ячменя. Идентифицированные гены контролируют ювенильную устойчивость, за исключением *Rph20*, *Rph23* и *Rph24*, которые обуславливают устойчивость взрослых растений (Hickey et al., 2011; Singh et al., 2015; Ziems et al., 2017). Помимо главных генов, у ячменя идентифицированы и малые гены (quantitative trait loci – QTL), которые могут контролировать достаточно высокий уровень устойчивости к грибу (Ziems et al., 2014).

Лишь немногие главные гены устойчивости использовались при селекции коммерческих сортов: в Европе – *Rph2*, *Rph3*, *Rph4*, *Rph7*, *Rph12* (Dreiseitl, Steffenson., 2000), в США – *Rph2*, *Rph6* и *Rph7* (Steffenson et al., 1993). Большинство идентифицированных генов, кроме *Rph7* и *Rph16*, были преодолены в Европе вирулентными патотипами гриба (Fetch et al., 1998), а затем появились сообщения и об утрате эффективности наиболее популярного в селекции гена *Rph7* (Shtaya et al., 2006). Ранее (Хохлова, 1982) считалось, что в СССР эффективны гены устойчивости к карликовой ржавчине *Rph3*, *Rph7* и, отчасти, *Rph9*. Впоследствии была показана высокая эффективность в

России лишь гена *Rph7* (Tyryshkin, 2009), однако в наших экспериментах на северо-западе России (С.-Петербург, Пушкин) уже в 2012 г. на образце к-18687 Sebada Сара, несущем ген устойчивости *Rph7*, были отмечены симптомы поражения *P. hordei*, что свидетельствует о появлении в популяции гриба вирулентных клонов (Абдуллаев, 2015).

Литературные сведения демонстрируют настоятельную необходимость поиска новых доноров устойчивости ячменя к возбудителю карликовой ржавчины. Один из возможных источников расширения разнообразия *H. vulgare* по эффективным генам устойчивости к патогенам – коллекция местных форм ячменя, прошедших длительное становление в различных почвенно-климатических и эпидемиологических условиях. Так, исследование устойчивости коллекции ячменей Эфиопии к северо-западной (С.-Петербург, Пушкин) популяции возбудителя мучнистой росы *Blumeria graminis* (DC.) Golovin ex Speer f. sp. *hordei* Marchal позволило выявить 27 устойчивых образцов, а 47 форм оказались гетерогенными по этому признаку. Выявили 15 образцов, несущих аллель *mlol1*, который обеспечивает длительную устойчивость к мучнистой росе большинства современных сортов ячменя, устойчивость остальных 59 форм контролируют эффективные гены, отличающиеся от *mlol1* (Abdullaev et al., 2019). Столь существенное разнообразие по устойчивости к *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* позволило предположить возможность изменчивости ячменей Эфиопии и по другим адаптивно важным признакам.

Цель работы – изучить разнообразие *H. vulgare* из Эфиопии по устойчивости к возбудителю карликовой ржавчины.

Материалы и методы

Материал для исследований (925 образцов ячменя из Эфиопии) предоставлен отделом генетических ресурсов овса, ржи и ячменя Всероссийского института

генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). Оценивали также 37 сортов и линий ячменя,

защищенных известными генами устойчивости к возбудителю карликовой ржавчины.

Экспериментальная работа выполнена в 2018–2019 гг. на полях научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (С.-Петербург, Пушкин). Образцы высевали по 1 рядку (междурядья – 15 см, длина рядка – 1 м) в поздние сроки (вторая половина мая), что способствовало сильному распространению ржавчины. Посев изучаемого материала был произведен на участке со средним уровнем фона минерального питания. В качестве восприимчивого контроля использовали сорт Белогорский (к-22089, Ленинградская обл.), который высевали через 20 образцов в опыте. Первую оценку экспериментального материала проводили в период колошения, второй учет – в фазу молочной спелости зерна. Устойчивость оценивали в баллах с помощью шкалы, которая рекомендована ВИР для изучения генетических ресурсов ячменя (Лоскутов и др., 2012):

- 1 – устойчивость очень низкая – сплошное развитие слившихся пустул на средних листьях, верхние листья сплошь покрыты крупным скоплением спор;
- 3 – низкая – многочисленные, порой сливающиеся пустулы, особенно на средних листьях, верхние листья частично свободны от ржавчины;
- 5 – средняя – отдельные пустулы, рассеянные на листьях и стеблях;
- 7 – высокая – немногочисленные, редкие пустулы;
- 9 – очень высокая – отсутствие пустул или единичные.

Балл 1 соответствует типу реакции S (восприимчивый) по широко используемой в мировой практике шкале М.А. Akhtar с соавторами (2002), 3 – MS, MS-S (умеренно восприимчивый, восприимчивый), 5 – MR, MR-MS (умеренно устойчивый), 7 – R, R-MR (устойчивый), 9 – O (отсутствие симптомов поражения).

Результаты и обсуждение

В 2018–2019 гг. наблюдали эпифитотийное развитие болезни, поражение контрольного восприимчивого сорта Белогорский по всему посеву составило 1 балл. На жестком инфекционном фоне выделили 4 образца, устойчивость которых составляла 7–9 баллов (таблица). По сведениям отдела генетических ресурсов овса, ржи и ячменя ВИР, образцы к-30810, к-30811 и к-30812 – селекционные линии, защищенные геном *Rph7*. На листьях двух из них в 2018 г. были отмечены редкие пустулы, что свидетельствует о присутствии в популяции патогена вирулентных клонов, однако на следующий год симптомы заболевания на этих образцах не были выявлены. Образец к-21919 не поражен *P. hordei* в течение двух лет исследований.

Среди линий с известными *Rph*-генами устойчивостью (7 баллов, единичные пустулы ржавчины) характеризовались лишь носители гена *Rph7*, умеренной устойчивостью (5 баллов) обладала линия PI 531849 (*Rph13*), образцы с генами *Rph1–Rph9* (*Rph12*), *Rph13*, *Rph19*, *Rph20*, *Rph21* и *Rph27* были восприимчивы к патогену (1–3 балла). Очевидно, образец к-21919 защищен геном (генами) устойчивости к *P. hordei*, который отличается от упомянутых выше неэффективных генов.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что разнообразие ячменей Эфиопии по устойчивости к карликовой ржавчине невелико. Лишь 4 образца из 925 изученных устойчивы к северо-западной популяции *P. hordei*, причем 3 селекционные линии защищены идентифицированным ранее геном *Rph7*, эффективность которого в последние годы снижается. Высоким уровнем устойчивости к патогену обладает образец к-21919, который может быть рекомендован для использования в селекции ячменя.

Таблица. Образцы ячменя из Эфиопии, выделенные по устойчивости к карликовой ржавчине (ПЛ ВИР, 2018–2019 гг.)

№ по каталогу ВИР	Образец	Разновидность	Устойчивость, балл	
			2018 г.	2019 г.
21919	III-77	<i>pallidum</i>	9	9
30810	H-2210	«	9	9
30811	H-2211	«	7	9
30812	H-2212	«	7	9
Белогорский (восприимчивый контроль)			1	1

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант № 18-016-00075) и в рамках государственного задания ВИР (бюджетный проект № 0662-2019-0006).

Библиографический список (References)

- Абдуллаев РА (2015) Генетическое разнообразие местных форм ячменя из Дагестана по адаптивно важным признакам: Автореф. дис. ... к.б.н. СПб. 22 с.
- Лоскутов ИГ, Ковалева ОН, Блинова ЕВ (2012) Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР. 63 с.
- Хохлова АП (1982) Гены устойчивости против карликовой ржавчины ячменя *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 71(3):63–68.
- Abdullaev RA, Lebedeva TV, Alpatieva NV, Yakovleva OV et al (2019) Genetic diversity of barley accessions from Ethiopia for powdery mildew resistance *Russian Agricultural Sciences* 45(3):232–235. <https://doi.org/10.3103/S1068367419030029>
- Akhtar MA., Ahmad I, Mirza JI, Rattu AR et al (2002) Evaluation of candidate lines against stripe and leaf rusts under national uniform wheat and barley yield trial 2000–2001 *Asian J Plant Sci* 1(4):450–453. <https://doi.org/10.3923/ajps.2002.450.453>
- Dreiseitl A, Steffenson BJ (2000) Postulation of leaf-rust resistance genes in Czech and Slovak barley cultivars and breeding lines *Plant Breed* 119(3):211–214. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2000.00495>
- Fetch JrTG, Steffenson BJ, Jin Y (1998) Worldwide virulence of *Puccinia hordei* on barley *Phytopathology* 88(Suppl):S28.
- Hickey LH, Lawson W, Platz GJ, Dieters M et al (2011) Mapping *Rph20*: a gene conferring adult plant resistance to

- Puccinia hordei* in barley *Theor Appl Genet* 123(1):55–68. <https://doi.org/10.1007/s00122-011-1566-z>
- Park RF, Golegaonkar PG, Derevnina L, Sandhu KS et al. (2015) Leaf rust of cultivated barley: pathology and control *Annu Rev Phytopathol* 53(1):565–589 <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120324>
- Rothwell CT, Singh D, Dracatos PM, Park RF (2020) Inheritance and characterization of *Rph27*: a third race-specific resistance gene in the barley cultivar Quinn *Phytopathology* 110(5):1067–1073. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-19-0470-R>
- Shtaya MJY, Sillero JC, Rubiales D (2006) Identification of a new pathotype of *Puccinia hordei* with virulence for the resistance gene *Rph7* *Eur J Plant Pathol* 116(2):103–106. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9043-2>
- Singh D, Dracatos P, Derevnina L, Zhou M, Park RF (2015) *Rph23*: a new designated additive adult plant resistance gene to leaf rust in barley on chromosome 7H *Plant Breed* 134(1):62–69. <https://doi.org/10.1111/pbr.12229>
- Steffenson BJ, Jin Y, Griffey CA (1993) Pathotypes of *Puccinia hordei* with virulence for the barley leaf rust resistance gene *Rph7* in the United States *Plant Dis* 77(9):867–869. <https://doi.org/10.1094/PD-77-0867>
- Tyryshlin LG (2009) Genetic control of effective leaf rust resistance in collection accessions of barley *Hordeum vulgare* L. *Russ J Genetics* 45(3):376–378. <https://doi.org/10.1134/S1022795409030181>
- Ziems LA, Hickey LT, Hunt CH, Mace ES et al (2014) Association mapping of resistance to *Puccinia hordei* in Australian barley breeding germplasm *Theor Appl Genet* 127(5):1199–1212. <https://doi.org/10.1007/s00122-014-2291-1>
- Ziems LA, Hickey LT, Platz GJ, Franckowiak JD et al (2017) Characterization of *Rph24*: a gene conferring adult plant resistance to *Puccinia hordei* in barley *Phytopathology* 107(7):834–841. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-16-0295-R>

Translation of Russian References

- Abdullaev RA (2015) [Genetic diversity of barley landraces from Dagestan for adaptively important traits]. *Abstr. PhD Thesis*. St. Petersburg, 22 p. (In Russian)
- Loskutov IG, Kovaleva ON, Blinova EV (2012) Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyyu mirovoy kollektssii yachmenya i ovsa [Methodological guidelines for studying and maintaining the global collection of barley and oat]. St. Petersburg: VIR. 63 p. (In Russian)
- Khokhlova AP (1982) [Genes for resistance to barley leaf rust]. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding* 71(3):63–68 (In Russian)
- Plant Protection News, 2020, 103(4), p. 262–264
- OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy) <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-4-13613>

Short communication

LEAF RUST RESISTANCE IN BARLEY ACCESSIONS FROM ETHIOPIA

R.A. Abdullaev*, B.A. Batasheva, E.E. Radchenko

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: abdullaev.1988@list.ru

Currently, the problem of broadening the diversity of cultivated barley varieties based on the effective genes for resistance to the leaf rust causal agent *Puccinia hordei* has become relevant. In 2018–2019 the resistance of 925 barley accessions from Ethiopia to the northwestern (St. Petersburg, Pushkin) pathogen population was evaluated. The accessions were sown at a later date, favoring to severe plant damage. The resistance was assessed during the heading period and over the milk ripening stage using a point scale. The results of the experiments have indicated a low diversity of Ethiopian barley according to the studied trait. Only 4 accessions have been resistant to *P. hordei*, and 3 breeding lines (k-30810, k-30811 and k-30812) have been protected by the previously identified *Rph7* gene, which efficiency has been decreasing in recent years. The accession k-21919 has possessed a high level of resistance to the pathogen (i.e. lack of damage symptoms) and therefore it can be recommended for utilization in barley breeding.

Keywords: *Hordeum vulgare*, *Puccinia hordei*, genes for resistance, plant breeding

Received: 15.07.2020

Accepted: 20.10.2020