

Устойчивость ячменя к мучнистой росе на юге Дагестана

DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-153-156

УДК 633.16:632.938

Поступление/Received: 26.05.2020

Принято/Accepted: 01.03.2021



Powdery mildew resistance of barley in Southern Dagestan

Б. А. БАТАШЕВА¹, Р. А. АБДУЛЛАЕВ², О. Н. КОВАЛЕВА²,
И. А. ЗВЕЙНЕК², Е. Е. РАДЧЕНКО²B. A. BATASHEVA¹, R. A. ABDULLAEV², O. N. KOVALEVA²,
I. A. ZVEINEK², E. E. RADCHENKO²

¹ Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н.И. Вавилова,
Дагестанская опытная станция – филиал ВИР,
368612 Россия, Республика Дагестан, Дербентский район,
с. Вавилово

✉ kostek-kum@rambler.ru

² Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н.И. Вавилова,
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44
✉ abdullaev.1988@list.ru

¹ N.I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
Dagestan Experimental Station of VIR,
Vavilovo Village, Derbentsky District,
Republic of Dagestan
368612, Russia

✉ kostek-kum@rambler.ru

² N.I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
42, 44 Bolshaya Morskaya Street,
St. Petersburg 190000, Russia
✉ abdullaev.1988@list.ru

Актуальность. Наиболее эффективный способ защиты урожая сельскохозяйственных культур от болезней – возделывание устойчивых сортов. Гидротермический режим южно-плоскостной зоны Дагестана благоприятствует поражению растений ячменя возбудителем мучнистой росы. Наблюдаемый ежегодно высокий уровень развития болезни позволяет достоверно оценить устойчивость коллекционных образцов к патогену.

Материал и методика. Материалом для исследований служил 1361 образец ячменя (570 – селекционные сорта, 791 – образцы местного ячменя) разного эколого-географического происхождения и типа развития. Полевые опыты закладывали в один срок при озимом посеве. Устойчивость растений к мучнистой росе оценивали в период колошения и в фазу молочной спелости зерна с помощью балловой шкалы. Каждый образец изучали не менее трех лет.

Результаты и выводы. Результаты многолетнего изучения ячменя культурного свидетельствуют о существенной внутривидовой изменчивости коллекционных образцов по устойчивости к патогену. Значительная часть исследованного материала (63,1%) восприимчива к мучнистой росе. Частота устойчивых к болезни образцов составляет 11,0%, среднеустойчивых – 25,9%. Среди местных ячменей выявлено четыре устойчивых образца из Абиссинского, Переднеазиатского и Средиземноморского центров происхождения культуры. Для использования в селекции на иммунитет рекомендуются 17 сортов (преимущественно из стран Западной Европы), характеризующихся высоким уровнем устойчивости к дагестанской популяции возбудителя мучнистой росы.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare* L., *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, резистентность, селекция растений.

Background. The most effective way of protecting crops from diseases and pests is the breeding and cultivation of resistant varieties. The hydrothermal regime in the southern plains of Dagestan favors damage to barley plants by the causative agent of powdery mildew. The high level of disease progress observed annually helps to reliably assess the resistance of collection accessions to the pathogen.

Materials and methods. The research material included 1361 barley accessions (570 improved cultivars and 791 landraces) of different ecogeographic origin and growth habit. Field experiments were launched concurrently with winter sowing. Powdery mildew resistance was scored during the heading period and in the milk ripeness phase using a point scale. Each accession was assessed for at least three years.

Results and conclusions. The results of a long-term study disclosed a significant intraspecific variability of barley collection accessions in their resistance to powdery mildew. A significant part of the studied barley accessions (63.1%) appeared susceptible to the pathogen. The occurrence frequency of disease-resistant accessions was 11.0%, while those with medium resistance reached 25.9%. Among the landraces, four resistant accessions from the Abyssinian, West Asian and Mediterranean centers of crop origin were identified. Seventeen barley varieties resistant to powdery mildew (predominantly originated from Western Europe) are recommended for use in breeding for immunity.

Key words: *Hordeum vulgare* L., *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, resistance, plant breeding.

Введение

Мучнистая роса (возбудитель *Blumeria graminis* (DC.) Golovin ex Speer f. sp. *hordei* Marchal) – одна из наиболее

вредоносных болезней ячменя, которая, прямо и косвенно воздействуя на растения, вызывает снижение продуктивности растений и качества зерна. У пораженных растений уменьшается ассимиляционная по-

верхность, разрушаются фотосинтезирующие ткани, нарушается нормальный ход транспирации и оттока питательных веществ, возрастает интенсивность дыхания.

Наиболее экологически безопасный и экономически выгодный способ борьбы с болезнью – возделывание устойчивых сортов. Для селекции необходим постоянный поиск новых доноров устойчивости, поскольку в результате возникновения и накопления мутаций вирулентности в популяциях патогена гены резистентности растений теряют эффективность. Известно свыше 100 генов, контролирующих устойчивость ячменя к мучнистой росе, большая часть которых являются аллельными вариантами генов *Mla* и *Mlo*. К сожалению, большинство аллелей неэффективны против возбудителя заболевания. Длительную устойчивость к патогену сортов ячменя практически во всем мире обеспечивают ген *mlo11* и отчасти *mlo9* (Radchenko et al., 2020).

Гидротермический режим южно-плоскостного Дагестана (г. Дербент) благоприятствует развитию мучнистой росы. Наблюдаемый ежегодно высокий уровень естественного инфекционного фона позволяет достоверно оценить устойчивость образцов ячменя к возбудителю болезни в полевых условиях (Batasheva et al., 2018). Близость моря с восточной стороны и ограниченность горами с запада, а также орошаемое земледелие создают особый микроклимат, благоприятствующий развитию патогенной микрофлоры. Мучнистая роса проявляется рано весной, когда растения ячменя находятся в фазе кущения, а второй пик наблюдается в период колошения, когда болезнь поражает лист, листовое влагалище, стебель, а в отдельные годы и колос.

Цель работы – изучить разнообразие ячменя культурного (*Hordeum vulgare* L.) по устойчивости к мучнистой росе в условиях орошаемого земледелия Южного Дагестана.

Материалы и методы

Исследования выполнены в 1997–2014 гг. на юге Дагестана на полях Дагестанской опытной станции – филиала ВИР (ДОС ВИР, Дербентский район). На естественном инфекционном фоне в полевых условиях изучен 1361 образец *H. vulgare* (570 – селекционные сорта, 791 – образцы местного ячменя) разного эколого-географического происхождения и типа развития из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Каждый образец изучали не менее трех лет, при этом устойчивость оценивали по максимальному поражению растений патогеном за период проведения исследований.

При изучении коллекции руководствовались «Методическими указаниями по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса» (Loskutov et al., 2012). Попыты закладывали в один срок при озимом посеве в третьей декаде октября. Посев проводили вручную, каждый образец высевали на делянке площадью 1 кв. м, междурядья – 15 см, длина рядка – 1 м, расстояние между делянками – 30 см.

Устойчивость растений к мучнистой росе оценивали в период колошения и в фазе молочной спелости зерна с помощью шкалы:

1 – устойчивость очень низкая – пустулы в изобилии покрывают все листья и междоузлия, в том числе верхние; поражение может захватить и колос;

3 – низкая – пустулы в массе развиваются главным образом на нижних листьях и междоузлиях, верхний ярус листьев – отдельные рассеянные пятна;

5 – средняя – умеренное количество пустул на листьях и междоузлиях нижнего яруса;

7 – высокая – единичные мелкие пустулы на листьях и междоузлиях нижнего яруса, пустулы могут быть и более многочисленные, но мелкие, в виде слабого налета;

9 – очень высокая – поражение отсутствует.

Результаты и обсуждение

Многолетняя оценка устойчивости ячменя к *B. graminis* свидетельствует о широком внутривидовом полиморфизме культуры по изученному признаку. Значительная часть коллекций (859 образцов, или 63,1%) восприимчива к мучнистой росе (поражение растений составляет 1–3 балла). Высокий уровень устойчивости (7–9 баллов) выявлен у 150 изученных форм (11,0%), среднеустойчивы (5 баллов) 352 образца (25,9%).

Одним из механизмов значительной внутривидовой изменчивости ячменя по устойчивости к патогену является широкая представленность *H. vulgare* различными эколого-географическими группами (Batasheva, Al'derov, 2009). При изучении эколого-географической приуроченности признака особую ценность представляют сформировавшиеся в результате длительного естественного и искусственного отборов на фоне определенных биотических и абиотических факторов среды образцы местного ячменя, прошедшие длительное становление в конкретных почвенно-климатических условиях той или иной географической зоны.

Изученные нами образцы местного ячменя по своему происхождению охватывают все основные центры происхождения культуры по Н. И. Вавилову (Vavilov, 1987). Шире были представлены Переднеазиатский, Средиземноморский и Европейско-Сибирский генцентры.

Лишь четыре образца местного ячменя из 791 изученных (к-7105, Эфиопия; к-23787, РФ, Дагестан; и-550852, и-550856, Сирия) обладали высокой (балл 7) устойчивостью к патогену (табл. 1). Восприимчивостью к болезни характеризуются многие образцы из стран Восточной, Центральной и Передней Азии, где зачастую возделывают стародавние ячмени.

Н. И. Вавилов считал, что иммунитет вырабатывается только в тех условиях, которые способствуют развитию инфекции (Vavilov, 1964). По мнению М. S. Wolfe и J. M. McDermott (1994), вероятный центр происхождения *B. graminis* f. sp. *hordei* – страны Средиземноморья и Ближний Восток. В наших опытах устойчивые образцы происходят из Передней Азии, Средиземноморья и Эфиопии. Более масштабное исследование устойчивости коллекции ячменей Эфиопии (925 образцов) к северо-западной (Санкт-Петербург, Пушкин) популяции гриба позволило выявить 27 устойчивых образцов, а 47 оказались гетерогенными по изучаемому признаку (Abdullaev et al., 2019).

В результате многолетнего исследования 570 селекционных сортов ячменя нами выделены 17 образцов, характеризующихся высокой устойчивостью (отсутствие симптомов поражения, 9 баллов) к мучнистой росе (табл. 2). Уровень устойчивости 129 сортов был несколько ниже (7 баллов). Большая часть сортов поступила в коллекцию ВИР из стран, где наиболее «продвинута» селекция культуры.

Таблица 1. Устойчивость образцов местного ячменя из различных центров происхождения культуры к мучнистой росе**Table 1. Powdery mildew resistance of barley landraces from various centers of crop origin**

Происхождение образцов	Изучено образцов	Распределение образцов по баллам устойчивости, шт. / %			
		1	3	5	7
Абиссинский центр	9	7 / 77,8	–	1 / 11,1	1 / 11,1
Переднеазиатский центр	334	98 / 29,4	92 / 27,5	143 / 42,8	1 / 0,3
Среднеазиатский центр	25	23 / 92,0	2 / 8,0	–	–
Восточноазиатский центр	26	21 / 80,8	3 / 11,5	2 / 7,7	–
Средиземноморский центр	254	118 / 46,5	90 / 35,4	44 / 17,3	2 / 0,8
Европейско-Сибирский центр	133	85 / 63,9	45 / 33,8	3 / 2,3	–
Новосветский центр	10	7 / 70,0	2 / 20,0	1 / 10,0	–

Таблица 2. Сорты ячменя, устойчивые к мучнистой росе в Южном Дагестане**Table 2. Barley varieties resistant to powdery mildew in Southern Dagestan**

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Разновидность <i>Hordeum vulgare</i> L.
Яровые сорта			
29629	Дивный	РФ, Ростовская обл.	<i>nutans</i>
30591	Рахат	РФ, Московская обл.	«
30623	Белгородец	РФ, Белгородская обл.	«
30371	Scarlett	Германия	«
30821	Annabel	Германия	«
30563	Adur	Франция	«
30564	Piramid	Франция	«
30402	Polygena	Эстония	«
30405	Trebon	Эстония	«
30836	Лотос	Украина	«
Озимые сорта			
29721	Wysor	США	<i>japonicum</i>
30757	Callao	США	<i>parallelum</i>
30798	Уши	Германия	«
30783	Punch	Германия	<i>nutans</i>
30185	Kimono	Франция	<i>pallidum</i>
30495	Акмее	Франция	«
30476	Novosadski 183	Югославия	<i>nutans</i>

Выводы

Выявлен значительный внутривидовой полиморфизм ячменя по устойчивости к *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*.

В результате изучения 791 образца местного ячменя разного эколого-географического происхождения и типа развития выделены образцы к-7105, Эфиопия; к-23787, РФ, Дагестан; и-550852, и-550856, Сирия, которые очень слабо поражались патогеном.

Среди 570 селекционных сортов ячменя выявлены 17 образцов без симптомов поражения патогеном, которые могут быть рекомендованы для использования в селекции на иммунитет.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».

The research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0662-2019-0006 "Search for and viability maintenance, and disclosing the potential of hereditary variation in the global collection of cereal and groat crops at VIR for the development of an optimized genebank and its sustainable utilization in plant breeding and crop production."

References / Литература

- Abdullaev R.A., Lebedeva T.V., Alpatieva N.V., Yakovleva O.V., Kovaleva O.N., Radchenko E.E., Anisimova I.N., Bataшева V.A., Karabitsina Yu.I., Kuznetsova E.B. Genetic diversity of barley accessions from Ethiopia for powdery mildew resistance. *Russian Agricultural Sciences*. 2019;45(3):232-235. DOI: 10.3103/S1068367419030029
- Batasheva V.A., Abdullaev R.A., Radchenko E.E., Kovaleva O.N., Zveynek I.A., Muslimov M.G., Arnautova G.I. Ecological-geographic principles of barley tolerance to fungular diseases. *Problemy razvitiya APK regiona = Problems of Development of the Agro-Industrial Complex of the Region*. 2018;4(36):26-32. [in Russian] (Баташева В.А., Абдуллаев Р.А., Радченко Е.Е., Ковалева О.Н., Звейнек И.А., Муслимов М.Г., Арнаутова Г.И. Эколого-географическая приуроченность устойчивости ячменя к грибным болезням. *Проблемы развития АПК региона*. 2018;4(36):26-32. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2018.4.26
- Batasheva V.A., Al'derov A.A. Intraspecific diversity of common barley resistance to fungal diseases most widespread in southern Dagestan. *Russian Agricultural Sciences*. 2009;35(3):150-152. DOI: 10.3103/S1068367409030057
- Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. Methodological guidance for studying and maintaining VIR's collections of barley and oat. St. Petersburg: VIR; 2012. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР; 2012).
- Radchenko E.E., Abdullaev R.A., Anisimova I.N. Genetic diversity of cereal crops for powdery mildew resistance. *Ecological Genetics*. 2020;18(1):59-78. [in Russian] (Радченко Е.Е., Абдуллаев Р.А., Анисимова И.Н. Генетическое разнообразие зерновых культур по устойчивости к мучнистой росе. *Экологическая генетика*. 2020;18(1):59-78). DOI: 10.17816/ecogen14530
- Vavilov N.I. Laws of natural plant immunity to infectious diseases (Keys to finding immune forms) (Zakony yestestvennogo immuniteta rasteniy k infektsionnym zabolovaniyam [Klyuchi k nakhozhdeniyu immunnykh form]). In: N.I. Vavilov. *Selected works in five volumes. Vol. 4. Problems of crop immunity (N.I. Vavilov. Izbrannye trudy v pyati tomakh. T. 4. Problemy immuniteta kulturnykh rasteniy)*. Moscow; Leningrad: Nauka; 1964. p.430-488. [in Russian] (Вавилов Н.И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (Ключи к нахождению иммунных форм). В кн.: Н.И. Вавилов. *Избранные труды. Т. 4. Проблемы иммунитета культурных растений*. Москва; Ленинград: Наука; 1964. С.430-488).
- Vavilov N.I. Origin and geography of cultivated plants (Proiskhozhdeniye i geografiya kulturnykh rasteniy). Leningrad: Nauka; 1987. [in Russian] (Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Ленинград: Наука; 1987).
- Wolfe M.S., McDermott J.M. Population genetics of plant pathogen interactions: the example of the *Erysiphe graminis-Hordeum vulgare* pathosystem. *Annual Review of Phytopathology*. 1994;32(1):89-113. DOI: 10.1146/annurev.py.32.090194.000513

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Баташева В.А., Абдуллаев Р.А., Ковалева О.Н., Звейнек И.А., Радченко Е.Е. Устойчивость ячменя к мучнистой росе на юге Дагестана. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(1):153-156. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-153-156

Batasheva V.A., Abdullaev R.A., Kovaleva O.N., Zveinek I.A., Radchenko E.E. Powdery mildew resistance of barley in Southern Dagestan. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(1):153-156. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-153-156

ORCID

Batasheva V.A. <https://orcid.org/0000-0002-2266-281X>
Abdullaev R.A. <https://orcid.org/0000-0003-1021-7951>

нек И.А., Муслимов М.Г., Арнаутова Г.И. Эколого-географическая приуроченность устойчивости ячменя к грибным болезням. *Проблемы развития АПК региона*. 2018;4(36):26-32. DOI: 10.15217/issn2079-0996.2018.4.26

Batasheva V.A., Al'derov A.A. Intraspecific diversity of common barley resistance to fungal diseases most widespread in southern Dagestan. *Russian Agricultural Sciences*. 2009;35(3):150-152. DOI: 10.3103/S1068367409030057

Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. Methodological guidance for studying and maintaining VIR's collections of barley and oat. St. Petersburg: VIR; 2012. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР; 2012).

Radchenko E.E., Abdullaev R.A., Anisimova I.N. Genetic diversity of cereal crops for powdery mildew resistance. *Ecological Genetics*. 2020;18(1):59-78. [in Russian] (Радченко Е.Е., Абдуллаев Р.А., Анисимова И.Н. Генетическое разнообразие зерновых культур по устойчивости к мучнистой росе. *Экологическая генетика*. 2020;18(1):59-78). DOI: 10.17816/ecogen14530

Vavilov N.I. Laws of natural plant immunity to infectious diseases (Keys to finding immune forms) (Zakony yestestvennogo immuniteta rasteniy k infektsionnym zabolovaniyam [Klyuchi k nakhozhdeniyu immunnykh form]). In: N.I. Vavilov. *Selected works in five volumes. Vol. 4. Problems of crop immunity (N.I. Vavilov. Izbrannye trudy v pyati tomakh. T. 4. Problemy immuniteta kulturnykh rasteniy)*. Moscow; Leningrad: Nauka; 1964. p.430-488. [in Russian] (Вавилов Н.И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (Ключи к нахождению иммунных форм). В кн.: Н.И. Вавилов. *Избранные труды. Т. 4. Проблемы иммунитета культурных растений*. Москва; Ленинград: Наука; 1964. С.430-488).

Vavilov N.I. Origin and geography of cultivated plants (Proiskhozhdeniye i geografiya kulturnykh rasteniy). Leningrad: Nauka; 1987. [in Russian] (Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Ленинград: Наука; 1987).

Wolfe M.S., McDermott J.M. Population genetics of plant pathogen interactions: the example of the *Erysiphe graminis-Hordeum vulgare* pathosystem. *Annual Review of Phytopathology*. 1994;32(1):89-113. DOI: 10.1146/annurev.py.32.090194.000513

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-153-156>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

Kovaleva O.N. <https://orcid.org/0000-0002-3990-6526>
Zveinek I.A., <https://orcid.org/0000-0003-2266-6408>
Radchenko E.E. <https://orcid.org/0000-0002-3019-0306>