

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 633.161:632.938.1

DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-72-76

ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К КАМЕННОЙ ГОЛОВНЕ

Н. В. Шишкин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;
Т. Г. Дерова, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;
Е. С. Дорошенко, младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;
О. С. Павленко, агроном лаборатории иммунитета и защиты растений, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлены трехлетние результаты по оценке отечественных и зарубежных сортов и линий озимого ячменя на устойчивость к каменной головне. Возбудитель каменной головни в Ростовской области вызывает одно из наиболее вредоносных заболеваний, которое, помимо прямых потерь урожая (разрушение колоса), вызывает так называемые скрытые потери, которые могут в несколько раз превысить прямые. Эффективный способ противодействия болезни – возделывание устойчивых сортов, для создания которых селекционерам необходимы изученные источники устойчивости к возбудителю. Иммунологические свойства сортов озимого ячменя изучали в полевом инфекционном питомнике (2016–2018 гг.). Заспорение семян проводили по методу С. Димитрова (1968) с использованием питательной среды. Посев инокулированных семян проводили в конце оптимальных сроков. Учет проводили по количеству пораженных стеблей. В качестве восприимчивого тест-сорта служил сорт Добрыня 3, который имел поражение по годам от 20,6 до 71,8%. Изучали 115 отечественных и зарубежных сортов и линий. Среди 69 отечественных коммерческих сортов и селекционных линий устойчивость проявили 11 (15,9%); слабую восприимчивость – 21 (30,4%); среднюю восприимчивость – 30 сортов (43,5%) и семь сортов (10,1%) поразились в сильной степени. Среди иностранных сортов устойчивость к каменной головне установлена у семи сортов из Германии, трех из Франции, двух из Швейцарии и по одному из Чехии и Украины. К лучшим по устойчивости к возбудителю при искусственном заражении отнесены сорта Росса, Ни́хе (Германия), Метелица (Украина). Сорт французской селекции 18513 EH11 в течение изучения не имел пораженных растений и отнесен к иммунным сортам. Выявленные источники устойчивости озимого ячменя к каменной головне рекомендуются к использованию в селекционных программах на иммунитет.

Ключевые слова: озимый ячмень, сорт, балл, устойчивость, поражение, каменная головня.

Для цитирования: Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Павленко О. С. Выявление источников устойчивости озимого ячменя к каменной головне // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-72-76.



IDENTIFICATION OF SOURCES OF WINTER BARLEY RESISTANCE TO SMUT (USTILAGO HORDEI)

N. V. Shishkin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, nik.shishkin.1961@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3863-0297;
T. G. Derova, leading researcher of the laboratory of plant immunity and protection, derova06@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0001-7969-054X;
E. S. Doroshenko, junior researcher of the laboratory of plant immunity and protection, katyalevchenko1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6015-5616;
O. S. Pavlenko, agronomist of the laboratory of plant immunity and protection, olapavlenko3008@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7012-6460
Agricultural Research Center “Donskoy”,
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper presents the 3-year assessment results of domestic and foreign winter barley varieties and lines for smut resistance. The smut pathogen in the Rostov region causes one of the most harmful diseases, which, in addition to direct crop losses (head destruction), causes the so-called hidden losses, which can several times exceed direct ones. An effective way to counteract the disease is to cultivate resistant varieties, and farmers need the reliable sources of resistance to the pathogen. The immunological properties of winter barley varieties were studied in an infectious nursery (2016–2018). Seed infection with spores was carried out by S. Dimitrov's method (1968) using a nutrient medium. Inoculated seeds were sown at the end of the optimal time. There was estimated a number of infected stems. The variety “Dobrynya 3” was used as a susceptible test-variety, which percentage of infection throughout the years ranged from 20.6 to 71.8%. There were studied 115 domestic and foreign varieties and lines. Among 69 domestic commercial varieties and breeding lines, 11 ones (15.9%) showed good resistance, 21 ones (30.4%) showed weak susceptibility, 30 ones (43.5%) possessed average susceptibility and seven varieties (10.1%) were severely affected by the pathogen. Among foreign varieties, resistance to barley smut has been established in seven German varieties, in three French varieties, in two Swiss varieties, one Czech variety and one Ukrainian variety. The varieties “Rocca”, “Nixe” (Germany), “Metelitsa” (Ukraine) are classified as the best ones in resistance to the pathogen during the artificial infection. The French variety “18513 EH11” had no affected plants

during the study and was identified as an immune variety. The identified sources of winter barley resistance to smut are recommended for use in breeding programs for immunity.

Keywords: winter barley, variety, point, resistance, affection, barley smut (*Ustilago hordei*).

Введение. Озимый ячмень – культура с большой потенциальной урожайностью и огромными приспособительными возможностями. По посевным площадям ячмень занимает второе место как в России, так и в Ростовской области (Филиппов и др., 2018). Негативное воздействие отрицательных температур несколько сдерживает его распространение в северные регионы, поэтому основные площади возделывания ячменя расположены на юге России (Филиппов и др., 2019). В процессе длительного репродуцирования любой сорт озимого ячменя постепенно теряет хозяйственно-биологические признаки и свойства. Причинами этого являются механическое и биологические засорение, заболевания, вследствие чего значительно снижается урожайность (Фирсова и др., 2018). Поэтому одним из важных резервов повышения урожайности озимого ячменя является защита от болезней, особенно от головневых заболеваний.

В Ростовской области твердая (каменная) головня проявляется ежегодно. Вредоносность ее состоит из явных потерь урожая, когда разрушаются пораженные колосья, и скрытых потерь, проявляющихся в большой трате энергии и пластических веществ на борьбу с дегенерацией грибкицы в тканях зараженного растения (Пересыпкин, 1979). Распространение каменной головни в посеве осложняет ведение семеноводства, когда по результатам апробации выбраковывают из состава семенных посевов участки с поражением головней более 5%, а семена переводят в товарное зерно.

Одним из перспективных и эффективных методов борьбы с каменной головней являются создание и возделывание устойчивых к болезни сортов озимого ячменя. В работах Т. Д. Страхова (1959) доказано, что инфекционные гифы патогена твердой головни легко проникают в проростки как восприимчивых, так и устойчивых сортов. Но через 10–15 дней после появления всходов грибкица патогена на устойчивых сортах из внутриклеточной становится межклеточной, а в фазе кущения наблюдается ее распад.

Для создания новых сортов, устойчивых к головневым заболеваниям, селекционерам необходима информация о поражаемости исходного мате-

риала на естественном и искусственном фонах. Планомерные исследования устойчивости в конкретных почвенно-климатических условиях позволяют научно обоснованно подбирать родительские формы для гибридизации (Кривченко, 1978).

Основным источником материала для селекционной работы на устойчивость к болезням служит мировая коллекция ВИР, содержащая богатейшее разнообразие сортов зарубежной и российской селекции.

Цель настоящей работы – выделить сорта озимого ячменя – источники устойчивости к каменной головне для включения их в селекционные программы на повешение иммунитета.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на полевом участке лаборатории иммунитета и защиты растений ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2016–2018 гг. Объектом изучения были коллекционные образцы из стран Европы, коммерческие сорта озимого ячменя из различных регионов России, а также оригинальные селекционные линии, полученные от скрещивания лучших районированных сортов с инорайонными донорами устойчивости, в количестве 116 образцов. Материалом изучения была северо-кавказская популяция возбудителя каменной (твердой) головни *Ustilago hordey* (Pers.).

Для разнообразия расового и биотического состава инфекционный материал ежегодно используется как полученный в питомнике каменной головни в лаборатории, так и собранный на районированных сортах в производстве и селекционных посевах, отличающихся большим разнообразием сортов.

Заражение семян испытываемых образцов проводили по методу С. Димитрова (1968) с использованием жидкой питательной среды, содержащей 6%-й раствор пивного сула, 0,2% агар-агара и 1% декстрина, разработанной в ВИР (Радченко, 2008). Изучаемые образцы семян ячменя помещали в пробирки, установленные в штативы, по 100 зерен в 2 повторностях. Заливали в пробирки подготовленную смесь головневых спор и питательной среды, выдерживали в течение 15 минут, энергично встряхивая через каждые 5 минут пробирки (рис. 1).



Рис. 1. Заспорение озимого ячменя каменной головней
Fig. 1. Winter barley infection with smut spores

По окончании встряхиваний на ситах отделяли семена от суспензии, помещали в бумажные пакеты и просушивали в прохладном помещении в течение 12–14 часов, затем помещали до посева в холодильник. Высев заспоренных каменной головней образцов

проводили в конце оптимальных сроков двухрядковыми деланками длиной 1 м. Учет проявления головни проводился в фазу полной спелости растений по количеству пораженных стеблей. В качестве восприимчивого сорта высевали сорт озимого ячменя Добрыня 3.

Классификация устойчивости изученного материала ячменя проведена по следующей шкале:

0 – высокая устойчивость, поражение отсутствует;
1 – практическая устойчивость, поражение не выше 5%;

1,5–2 – слабая восприимчивость, поражение не превышает 10 и 20%;

3 – средняя восприимчивость, поражение не превышает 40%;

4 – сильная восприимчивость, поражение более 40%.

Условия проведения опытов. Ростовская область расположена в засушливой степной зоне с преобладанием черноземов. Климатические условия в зоне проведения исследований характеризуются крайне неравномерным распределением осадков как по годам, так и в течение года, а также резкими колебаниями температуры и низкой влажностью воздуха.

Отсутствие продуктивных осадков и повышенные температуры в конце оптимальных сроков сева 2015 г. отрицательно повлияли на заражение озимого ячменя каменной головней, и в июле 2016 г. восприимчивый сорт имел поражение до 20,6%.

Для всходов озимого ячменя осенью в 2016 г. сложились оптимальные условия, как и для заражения проростков каменной головней. Высокая влажность почвы (прошли обильные осадки перед посевом) и оптимальные температуры воздуха и почвы способство-

вали получению дружных всходов и заражению их каменной головней. Восприимчивый сорт в 2017 г. был поражен до 53,4%.

Осенью 2017 г. в период сева, с 20 сентября по 5 октября, наблюдалась пониженная влажность воздуха и почвы, температурный режим был на уровне среднего многолетнего. Прохладные условия способствовали заражению всходов озимого ячменя каменной головней, и в июле 2018 г. было сильное проявление – восприимчивый сорт поражен до 71,8%.

Результаты и их обсуждение. Изучаемые сорта по происхождению были представлены следующим образом: Россия – 69 сортов и линий (или 59,6%); Германия – 21 (18,1%); Франция – 20 (17,2%); Швейцария, Украина и Чехия – по 2 сорта (1,7%) соответственно.

В 2016 г. изучаемые сорта и линии поразились от 0 до 22,1%; в 2017 г. – от 0 до 30,1%; в 2018 г. – от 0 до 29,1%. Восприимчивый тест-сорт Добрыня 3 в эти годы исследований имел поражение 20,6; 53,4; 74,8% соответственно. По результатам трехлетнего изучения сорта были условно распределены по максимальному поражению за любой год в определенные классы устойчивости согласно приведенной выше шкале. Так, с поражением до 1 балла выявлено 25 сортов; до 1,5 балла – 35 сортов; до 2 баллов – 45 сортов; до 3 баллов – 10 сортов; восприимчивый сорт имел поражение 4 балла (табл. 1).

1. Дифференциация сортов озимого ячменя по устойчивости к каменной головне при искусственном заражении (2016–2018гг.)

1. Differentiation of winter barley varieties according to smut resistance, with artificial infection (2016–2018)

Происхождение	Общее число сортов	Доля, %			
		устойчивых	слабовосприимчивых	средневосприимчивых	восприимчивых
Россия	69	15,9	30,4	43,5	10,1
Германия	21	33,3	19,0	42,9	4,7
Франция	20	15,0	45,0	30,0	10,0
Чехия	2	50,0	50,0	–	–
Украина	2	50,0	50,0	–	–
Швейцария	2	100	–	–	–
Итого	116	21,7	30,4	39,1	8,8

Большинство российских коммерческих сортов по трехлетним данным отнесены к слабо- и средневосприимчивым с поражением каменной головней от 5 до 20%. К слабовосприимчивым сортам, максимальное проявление болезни по годам у которых не превышало 10%, отнесены сорта Жигули (7,9%), Тигр (8,3%), Виват (8,7%), Горизонт (9,0%), Факир (6,0%), Бастион (9,3%), Хуторок (7,9%), Абориген (6,1%) и др., а также линии Параллелум 1890 (9,0%), Паллидум 1526 (8,1%), Параллелум 1722 (9,8%), Параллелум 934 (8,8%), Паллидум 1813 (9,7%) и др.

Среди зарубежных сортов слабую восприимчивость в годы исследований проявили сорта Explorer-2 (5,6%), Explorer-4 (6,5%), Explorer-5 (9,4%), Wintwalt (7,8%), Azurel (8,3%), Vanessa (6,6%), Nectaria (8,8%) (Франция); NVW 1427 (8,3%), Cita (6,0%), Punch (8,1%) (Германия); Трудівник (8,4%) (Украина); Золак (8,1%) (Чехия).

Несмотря на засушливые условия Ростовской области, особенно в период посева и всходов озимого ячменя, проявление каменной головни наблюдается довольно высокое. Так, в годы испытания были выделены восприимчивые сорта, поражение которых свидетельствует об объективности оценки сортов в местных условиях.

Максимальные оценки по внедрению патогена в растения в различные годы испытаний получены по сортам Платон (21,0%), Державный (21,3%), Гранд (20,7%), Банкир (20,8%), Аванс (20,1%), Таран-1 (30,1%) и линии Параллелум 1820 (22,0%) (Россия); Explorer-6 (20,3%), Бронскайли (37,5%) (Франция); Arkona (29,1%) (Германия) и др.

Наибольший интерес представляют сорта и линии озимого ячменя, проявившие устойчивость к возбудителю каменной головни в различные по погодно-климатическим условиям годы. Эти сорта, используя свои защитные механизмы, стабильно проявляют высокую устойчивость в условиях искусственного заражения патогеном. Для этих сортов и линий характерно отсутствие поражения в отдельные годы или очень низкий процент пораженных растений (менее 5). Такие сорта выделены как среди отечественных изучаемых образцов, так и среди иностранных. По сравнению со степенью поражения восприимчивого тест-сорта Добрыня 3 данные сорта проявили высокую устойчивость к каменной головне (табл. 2).

Среди российских образцов выделено 7 сортов и 4 линии, устойчивых к поражению патогеном, которые рекомендуются для селекции на иммунитет к каменной головне. Лучшими из них были сорта Кордон, Эспада, Роман и все местные линии.

2. Поражаемость каменной головней сортов и линий при искусственном заражении (2016–2018 гг.)
2. Affection of barley varieties and lines with smut (*Ustilago hordei*), with artificial infection (2016–2018)

Сорт, линия	Происхождение	Поражение каменной головней, %			Сорт	Происхождение	Поражение каменной головней, %		
		2016 г.	2017 г.	2018 г.			2016 г.	2017 г.	2018 г.
Добрыня 3, восприимчивый тест-сорт		20,6	53,4	71,8	Explorer 1	Франция	1,3	0	4,3
Кордон	Россия	0	0,5	1,0	Explorer 8	Франция	0	0	3,7
Эспада	Россия	0	0	0,9	Trasco	Германия	0	0,5	3,0
Роман	Россия	1,7	0	3,2	Росса	Германия	0	0	1,0
Премьер	Россия	2,7	4,0	5,0	Уши	Германия	2,8	1,6	3,0
Самсон	Россия	3,9	2,0	3,9	Blanka	Германия	3,2	0	4,1
Жаворонок	Россия	3,4	4,4	4,8	Nixe	Германия	0	1,0	2,1
Мастер	Россия	4,2	1,9	5,0	Tiffani	Германия	4,1	0	3,1
Параллелум 1910	Россия	0	0,7	3,1	Willis	Германия	3,9	1,6	4,6
Паллидум 1915	Россия	3,3	1,0	1,0	Окал	Чехия	4,7	0	3,2
Паллидум 1916	Россия	3,3	1,1	1,2	Метелица	Украина	1,5	1,0	1,1
Паллидум 1925	Россия	2,4	1,0	3,6	Тату	Швейцария	1,9	0	3,7
18513 EH11	Франция	0	0	0	Хоббит	Швейцария	1,9	2,6	4,3

Семь сортов из Германии, три сорта из Франции, по два сорта из Чехии и Швейцарии и один из Украины также показали высокую устойчивость к патогену. Наименьшая степень поражения отмечена у сортов Росса, Nixe (Германия), Метелица (Украина).

Сорт из Франции 18513 EH11 на протяжении трех лет испытаний не имел пораженных растений, проявляя иммунитет (табл. 2). Все выделенные устойчивые сорта озимого ячменя достоверно могут пополнить запас источников устойчивости к каменной головне.

Выводы. В результате исследований проведено изучение устойчивости к каменной головне сортов и линий озимого ячменя. Выделено 22 сорта и 4 линии со стабильной отрицательной реакцией на заражение патогеном. Выявлены новые источники устойчивости озимого ячменя к каменной головне, позволяющие расширить перечень сортов в качестве исходного материала, который целесообразно широко вовлекать в селекционные программы в южной зоне Ростовской области.

Библиографические ссылки

1. Пересыпкин В. Ф. Болезни зерновых культур. М.: Колос, 1979. С. 36–37.
2. Страхов Т. Г. О механизме физиологического иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Из-во Харьковского СХИ им. В. В. Докучаева, 1959. 79 с.
3. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. и др. Новый, адаптированный к условиям Северного Кавказа, сорт ячменя двуручки Виват // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 60–62. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-3-6.
4. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Оценка сортов озимого ячменя по хозяйственно ценным признакам в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2(62). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.
5. Фирсова Т. И., Филенко Г. А., Донцова А. А. Анализ динамики посевных площадей и урожайности озимого ячменя в РФ // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-53-57.
6. Димитров С. А. Физиологични раси при покритата по ечемика – *Ustilago hordei* (Pers.) Jagerh в България // Растен науки. 1968. Pp. 48–61.

References

1. Peresyppkin V. F. Bolezni zernovykh kul'tur [Grain crop diseases]. M.: Kolos, 1979. S. 36–37.
2. Strahov T. G. O mekhanizme fiziologicheskogo immuniteta rastenij k infekcionnym zabolevanijam [On the mechanism of physiological plant immunity to infectious diseases]. Iz-vo Har'kovskogo SKHI im. V. V. Dokuchaeva, 1959. 79 s.
3. Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P. I dr. Novyj, adaptirovannyj k usloviyam Severnogo Kavkaza, sort yachmenya dvuruchki Vivat [A new facultative barley variety "Vivat", adapted to the conditions of the North Caucasus] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 60–62. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-3-6.
4. Filippov E. G., Doncova A. A., Doncov D. P. Ocenka sortov ozimogo yachmenya po hozyajstvenno cennym priznakam v usloviyah yuga Rostovskoj oblasti [Estimation of winter barley varieties according to economically valuable traits in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 2(62). S. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-47-51.
5. Firsova T. I., Filenko G. A., Doncova A. A. Analiz dinamiki posevnykh ploshchadej i urozhajnosti ozimogo yachmenya v RF [Analysis of the sown areas dynamics and winter barley productivity in the Russian Federation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-53-57.
6. Dimitrov S. A. Fiziologichni rasii pri pokrityata po echemika – *Ustilago hordei* (Pers.) Jagerh в България // Растен науки. 1968. Pp. 48–61.

Поступила: 22.11.19; принята к публикации: 26.11.19.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шишкин Н. В., Дорошенко Е. С. – концептуализация исследования; Дорошенко Е. С., Павленко О. С. – подготовка опыта; Шишкин Н. В., Дерова Т. Г., Дорошенко Е. С., Павленко О. С. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Шишкин Н. В. – анализ данных и их интерпретация; Дерова Т. Г., Павленко О. С. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.