https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-7-6
УДК: 632.952
Тип статьи: оригинальная
Type of article: original

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОЗИМЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ПРОТИВ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ

✉ **Волкова Г.В., Яхник Я.В., Данилова А.В.**
Федеральный научный центр биологической защиты растений
Краснодар, Россия
✉e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Проведена иммунологическая оценка высеваемых на юге России сортов ячменя озимого относительно поражения сетчатой пятнистостью листьев для дальнейшего использования в сельскохозяйственном производстве. Сетчатая пятнистость – доминат в патологическом комплексе заболеваний ячменя во всем мире. Патофизиологические процессы развития инфекции зависят от типа устойчивости сорта. На устойчивых сортах сетчатая пятнистость отмечена в виде небольших темных округлых пятен. Инфицирование часто происходит в результате механических повреждений листовой пластины. Симптомы заболевания сетчатой пятнистостью на восприимчивом сорте имеют характерный сетчатый рисунок с выраженными некрозами и обширными хлорозами. Одним из основных способов защиты посевов от болезни является возделывание устойчивых сортов. Исследование проведено в течение вегетационных сезонов 2020–2022 гг. на искусственном инфекционном фоне в фазу всходов вегетационного опыта и в фазу зрослых растений на естественном инфекционном фоне в полевых условиях. Изучено 10 сортов озимого ячменя отечественной и зарубежной селекции. Иммунологическая оценка в фазу всходов выявила два устойчивых к сетчатой пятнистости листьев сорта, балл: Виват (1,7) и Квант (1,6); сорта Артель (3,8), Фокс-1 (2,3) отечественной селекции и сорт Кариока (2,7) зарубежной селекции показали умеренную устойчивость. Полевая умеренная устойчивость выявлена у четырех сортов ячменя озимого, %: Виват (18,3), Квант (26,6), Маруся (19,9), Фокс-1 (24,9). Иммунологическая оценка рекомендуемых к посеву на юге России сортов ячменя – один из основных компонентов в стратегии повышения эффективности мероприятий по защите растений и улучшения экологической составляющей посевов сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: ячмень озимый, листовые заболевания, сетчатая пятнистость, иммунологическая оценка

IMMUNOLOGICAL ASSESSMENT OF WINTER BARLEY CULTIVARS AGAINST LEAF NET BLOTCH

✉ **Volkova G.V., Yakhnik Y.V., Danilova A.V.**
Federal Research Center of Biological Plant Protection
Krasnodar, Russia
✉e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Immunological assessment of winter barley varieties sown in the south of Russia in relation to leaf net blotch infestation for further use in agricultural production has been carried out. Barley net blotch is dominant in the pathologic complex of barley diseases worldwide. The pathophysiological processes of infection development depend on the type of resistance of the variety. Net blotch on resistant varieties is noted as small dark rounded spots. Infection often occurs as a result of mechanical damage to the leaf plate. The symptoms of net blotch disease on a susceptible variety have a characteristic reticulate pattern with pronounced necrosis and extensive chlorosis. One of the main ways to protect crops from the disease is the cultivation of resistant varieties. The study was conducted during the

growing seasons of 2020–2022 on artificial infectious background in the sprouting phase phase of the vegetation experiment and in the adult plant on the natural infectious background in field conditions. 10 varieties of winter barley of domestic and foreign selection were selected. Immunological assessment in the sprouting phase revealed two varieties resistant to leaf net blotch, score: Vivat (1.7) and Kvant (1.6); the varieties Artel (3.8), Fox-1 (2.3) of domestic selection and Carioca (2.7) of foreign selection showed moderate resistance. Field moderate resistance was detected in four winter barley varieties, %: Vivat (18.3), Kvant (26.6), Marusya (19.9), Fox-1 (24.9). Immunological assessment of barley varieties recommended for sowing in the south of Russia is one of the main components in the strategy of increasing the efficiency of plant protection measures and improving the ecological component of crops.

Keywords: winter barley, leaf diseases, net blotch, immunological assessment

Для цитирования: *Волкова Г.В., Яхник Я.В., Данилова А.В.* Иммунологическая оценка озимых сортов ячменя против сетчатой пятнистости листьев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 7. С. 48–56. https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-7-6

For citation: Volkova G.V., Yakhnik Y.V., Danilova A.V. Immunological assessment of winter barley cultivars against leaf net blotch. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science,* 2023, vol. 53, no. 7, pp. 48–56. https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-7-6

Конфликт интересов
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest
The authors declare no conflict of interest.

Благодарность
Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/121.
Acknowledgements
The study was financially supported by the Kuban Scientific Foundation within the framework of scientific project No. IFR-20.1/121.

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* L.) – один из первых видов используемых людьми злаков. Его окультуривание и возделывание начались более 10 тыс. лет назад практически одновременно в разных регионах [1]. В настоящее время ячмень в мировом производстве выращивают более чем в 100 странах. Он занимает четвертое место среди зерновых культур как по урожайности, так и по площади посевов после пшеницы, риса и кукурузы. Высокий уровень адаптации к неблагоприятным условиям окружающей среды (холод, засуха, обедненные микроэлементами почвы) обеспечивает широкий диапазон агроклиматических зон выращивания, что позволяет ячменю быть одним из основных продуктов не только для кормовых целей, но и для пивоварения и использования в пищу [2]. Российская Федерация – мировой лидер по производству ячменя. Посевные площади культуры в 2022 г. составили 659,6 тыс. га, из них в Краснодарском крае ячмень высеян на площади 176,4 тыс. га (26,7% от общей площади). Валовой сбор ячменя озимого в 2022 г. в России достиг 3,41 тыс. т, из них в Краснодарском крае собран урожай 1,21 тыс. т (35,5%)[1]. Соотношение показателей площади и урожайности свидетельствует о более высоких урожаях ячменя озимого в условиях интенсивного растениеводства на юге России.

Сетчатая пятнистость листьев ячменя (возбудитель – *Pyrenophora teres* Drechs.) лидирует в патокомплексе болезней в условиях юга России. Ее появление фиксируют осенью на падалице и озимых формах, при весеннем возобновлении вегетации начало развития заболевания на листовой поверхности листьев отмечают с конца марта – начала апреля[2]. Климатические особенности региона способствуют широкому распростране-

[1]Федеральная служба государственной статистики. Бюллетень «Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2022 году». https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277.

[2]*Говоров Д.Н., Живых А.Н.* Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в РФ в 2022 году и прогноз развития вредных объектов в 2023 году. М.: Первая Образцовая типография, 2023. С. 574.

нию заболевания [3]. Болезнь в начале весны проявляется в виде единичных пятен, разбросанных по листовому аппарату. Затем, когда погодные условия складываются благоприятно для дальнейшего развития возбудителя, болезнь наблюдают повсеместно на листовом аппарате. Особенно сильное поражение заметно на нижних листьях, что часто приводит к отмиранию нижнего яруса растений. В последние годы в связи с изменением климатических особенностей региона в сторону потепления отмечено увеличение частоты эпифитотий листостебельных заболеваний [2]. Ежегодные потери для озимого ячменя от сетчатой пятнистости листьев составляют от 15 до 50%. При оптимальных метеорологических условиях и поражении восприимчивых сортов на производственных посевах распространенность патогена может достигать 100%, его развитие – 50–90% [4].

В Краснодарском крае возделывают достаточно большое количество допущенных к посеву на юге России генетически разнообразных сортов ячменя с широким спектром качественных характеристик. Лучшей стратегией для уменьшения воздействия болезней растений на сельскохозяйственные культуры является комплексный подход, включающий использование севооборота, применение фунгицидов и внедрение устойчивых сортов [5]. В некоторых случаях использование устойчивых сортов является единственно возможным вариантом защиты посевов ввиду наличия высоких требований региона с рекреационными ресурсами и тенденцию снижения применения химических пестицидов в сельском хозяйстве. Устойчивые сорта не только замедляют скорость инфицирования, но и сокращают накопление в ценозе очагов инфекции, что благоприятно сказывается на фитосанитарной ситуации в агроценозе [6]. Обработка фунгицидами является наиболее распространенным и эффективным способом борьбы с лиственными болезнями, но обладает высокой пестицидной нагрузкой, которая осложняется увеличением резистентности патогенов. Применение устойчивых сортов позволяет снижать кратность химических обработок, дает возможность применения биологических средств защиты, обеспечивает прогнозируемое уменьшение инфицированности посевов, что способствует своевременному выявлению уровня ЭПВ патогена и предупреждению эпифитотии. Стратегии селекции сельскохозяйственных культур на устойчивость к наиболее вредоносным болезням базируются на информации об эволюционном потенциале популяций возбудителей болезней и генетическом разнообразии устойчивости растения-хозяина [7].

Цель исследования – провести иммунологическую оценку высеваемых на юге России сортов ячменя озимого относительно сетчатой пятнистости листьев.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено в 2020–2022 гг. на базе Федерального научного центра биологической защиты растений (ФНЦБЗР) с использованием уникальной научной установки (УНУ) «Фитотрон для выделения, идентификации, изучения и поддержания рас, штаммов, фенотипов патогенов» https://ckp-rf.ru/catalog/usu/671925/ и объектов биоресурсной коллекции ФНЦБЗР «Государственная коллекция энтомоакарифагов и микроорганизмов» https://ckp-rf.ru/catalog/usu/585858/. Иммунологическую оценку сортов озимого ячменя против сетчатой пятнистости листьев в ювенильную фазу проводили в условиях климатокамеры Binder KBWF 720 (температура 22 °С, влажность 80%, освещенность 13 000 лк) на искусственном инфекционном фоне. Оценка в фазе взрослых растений проведена на полевом стационаре на естественном инфекционном фоне.

Для исследования отобраны девять сортов российских селекционных центров: Вася (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко), Валерий, Кузен, Шторм (Ставропольский ФНАЦ), Артель, Виват, Квант, Маруся, Фокс-1 (АНЦ «Донской») и один сорт зарубежной селекции Кариока (Франция). Инфекционный материал для инокуляции растений грибом *P. teres* в ювенильную фазу отобран в год проведения оценки взрослого растения с производственных посевов ячменя Краснодарского края и

Республики Адыгея согласно общепринятым методам. Инкубация пораженных участков листьев ячменя происходила при естественном освещении и температуре 25 °С на морковно-свекольном агаре (120 мл свеклы, 120 мл моркови, 20 г агара, 1 л воды).

Для проведения иммунологической оценки в фазу всходов в вазоны объемом 0,5 л высеяны по 12–15 семян в каждый и проинокулированы спорово-мицелиальной суспензией *P. teres* (50 000 конидий/мл). Учет проведен через 7 дней. Ранжирование сортов по устойчивости осуществлено по следующим критериям, балл: 0 – заболевание отсутствует, R – устойчивость (0,5–2,0), MR – средняя устойчивость (2–4), MS – средняя восприимчивость (4,5–6,5), S – восприимчивость (7–9).

В полевых условиях сорта высевали на участке без фунгицидных обработок на естественном инфекционном фоне в трехкратной повторности на делянках площадью 1 м^2. Предшественник – чистый пар. В качестве контроля по восприимчивости высеян сорт Романс. Первый учет болезни осуществляли с момента первичного проявления заболевания – в конце фазы кущения, последующие учеты – до фазы молочно-восковой спелости зерна. Степень пораженности листьев пятнистостями и ранжирование сортов по устойчивости к патогенам осуществляли по шкале, %: 0 – заболевание отсутствует, R – устойчивость (развитие заболевания до 15), MR – средняя устойчивость (развитие заболевания от 15 до 30), MS – средняя восприимчивость (поражение до 50), S – восприимчивость (поражение более 50). Среднее развитие заболевания определяли из общего количества растений в каждой повторности.

Почва инфекционного питомника типичная для центральной зоны Краснодарского края – чернозем выщелоченный. Глубина гумусового горизонта 80–150 см, содержание гумуса в пахотном слое до 20 см – 3,39% (ГОСТ 2613–94), подвижного фосфора – 18,2 мг/100 г почвы (ГОСТ 26204–91), подвижных соединений калия – 30,6 мг/100 г (ГОСТ 26205–91), реакция почвы слабокислая (pH 5,5–6,5). Обменной кислотности нет, гидролитическая кислотность варьирует от 2 до 4 мг-экв./100 г почвы, степень насыщения почвы основаниями 85–95%[3]. В вегетационном сезоне 2020, 2021 гг. в мае отмечены умеренный температурный режим и недобор осадков, поэтому на листьях наблюдали лишь единичные проявления болезни. В июне погодные условия складывались благоприятно для дальнейшего развития возбудителя сетчатой пятнистости ячменя, поэтому проявление болезни отмечено повсеместно на листовом аппарате до отмирания нижних листьев в посевах. Погодные условия весны 2022 г. способствовали широкому распространению заболевания. Единичные пятна, распределенные хаотично по листовой поверхности, наблюдали практически повсеместно на производственных посевах ячменя озимого. В начале лета погодные условия складывались неблагоприятно для дальнейшего развития возбудителя заболевания, высокого поражения листьев на растениях не наблюдали. Статистическая обработка выполнена с использованием программного обеспечения Statistica версии 13.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты иммунологической оценки сортов озимого ячменя в условиях полевого инфекционного питомника и в контролируемых условиях климатокамеры на искусственном инфекционном фоне установили достаточно низкую устойчивость против сетчатой пятнистости ячменя сортов, рекомендуемых для посева на юге России. Стоит отметить, что для создания искусственного инфекционного фона отобран материал с трех агроклиматических зон региона (южной предгорной, центральной и западной приазовской) с различных производственных участков, что обеспечило достаточно высокий уровень гетерогенности популяции патогена. В среднем за 2 года изучения в фазу всходов против сетчатой пятнистости листьев устойчивость выявлена у сортов Виват, балл (1,7) и Квант (1,6) (см. табл. 1). Умеренная устойчивость выявлена у сортов, балл: Артель (3,8), Кариока (2,7) и Фокс-1 (2,3); сорта Валерий (4,9), Вася

[3]ГОСТ 26205–91 Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

(4,2), Кузен (4,7), Маруся (4,3), Шторм (4,1) определены как умеренно восприимчивые в контролируемых условиях на искусственном инфекционном фоне.

В результате проведения полевых испытаний относительно устойчивости сортов к сетчатой пятнистости листьев выявлено, что 4 из 10 исследуемых сортов обладают умеренной устойчивостью к патогену в фазу взрослого растения, %: Виват (18,3), Квант (26,6), Маруся (19,9) и Фокс-1 (24,9) (см. табл. 2); сорта Артель (34,9), Валерий (32,6), Кариока (41,6), Кузен (35,8) и Шторм (45,8) показали умеренную восприимчивость. Сорт Вася (55,2%) по результатам полевой оценки выявлен как восприимчивый к сетчатой пятнистости (см. рис. 1).

Отмечено, что характер поражения различных по устойчивости сортов имеет несколько отличную симптоматику, что согласуется с литературными данными, так как и при других

Табл. 1. Иммунологическая оценка сортов ячменя относительно сетчатой пятнистости листьев в фазе всходов (ФНЦБЗР, 2021, 2022 г.)

Table 1. Immunological assessment of barley cultivars with respect to leaf net blotch in the phase of plant seedlings (FRCBPP, 2021, 2022)

Сорт	Происхождение	Реакция сортов на заражение *P. teres*					
		Поражение, балл			Степень устойчивости		
		2021 г.	2022 г.	Среднее значение	2021 г.	2022 г.	Среднее значение
Артель	АНЦ «Донской»	5,5	2,0	3,8	MS	MR	MR
Валерий	Ставропольский ФНАЦ	6,5	3,3	4,9	MS	MR	MS
Вася	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5,0	3,4	4,2	MS	MR	MS
Виват	АНЦ «Донской»	2,5	0,9	1,7	MR	R	R
Кариока	Франция	2,0	3,4	2,7	MR	MR	MR
Квант	АНЦ «Донской»	3,0	0,2	1,6	MR	R	R
Кузен	Ставропольский ФНАЦ	6,5	2,8	4,7	MS	MR	MS
Маруся	АНЦ «Донской»	6,3	2,3	4,3	MS	MR	MS
Фокс-1	АНЦ «Донской»	3,0	1,7	2,3	MR	R	MR
Шторм	Ставропольский ФНАЦ	5,7	2,4	4,1	MS	MR	MS
Романс (контроль)	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	7,0	5,0	6,0	S	MS	MS

Табл. 2. Иммунологическая оценка сортов ячменя относительно сетчатой пятнистости листьев в фазу взрослого растения (ФНЦБЗР, 2021, 2022 г.)

Table 2. Immunological assessment of barley cultivars with respect to the leaf net blotch in the adult plant phase (FRCBPP, 2021, 2022)

Сорт	Происхождение	Реакция сортов на заражение *P. teres*					
		Поражение, балл			Степень устойчивости		
		2021 г.	2022 г.	Среднее значение	2021 г.	2022 г.	Среднее значение
Артель	АНЦ «Донской»	46,6	23,3	34,9	MS	MR	MS
Валерий	Ставропольский ФНАЦ	49,3	15,9	32,6	MS	MR	MS
Вася	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	73,3	37,2	55,2	S	MS	S
Виват	АНЦ «Донской»	26,6	10,0	18,3	MR	R	MR
Кариока	Франция	46,6	36,7	41,6	MS	MS	MS
Квант	АНЦ «Донской»	40,0	13,3	26,6	MS	R	MR
Кузен	Ставропольский ФНАЦ	50,0	21,7	35,8	MS	MR	MS
Маруся	АНЦ «Донской»	26,6	13,3	19,9	MR	R	MR
Фокс-1	АНЦ «Донской»	36,6	13,3	24,9	MS	R	MR
Шторм	Ставропольский ФНАЦ	70,0	21,7	45.8	S	MR	MS
Романс (контроль)	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	60,0	50,0	55,0	S	MS	S

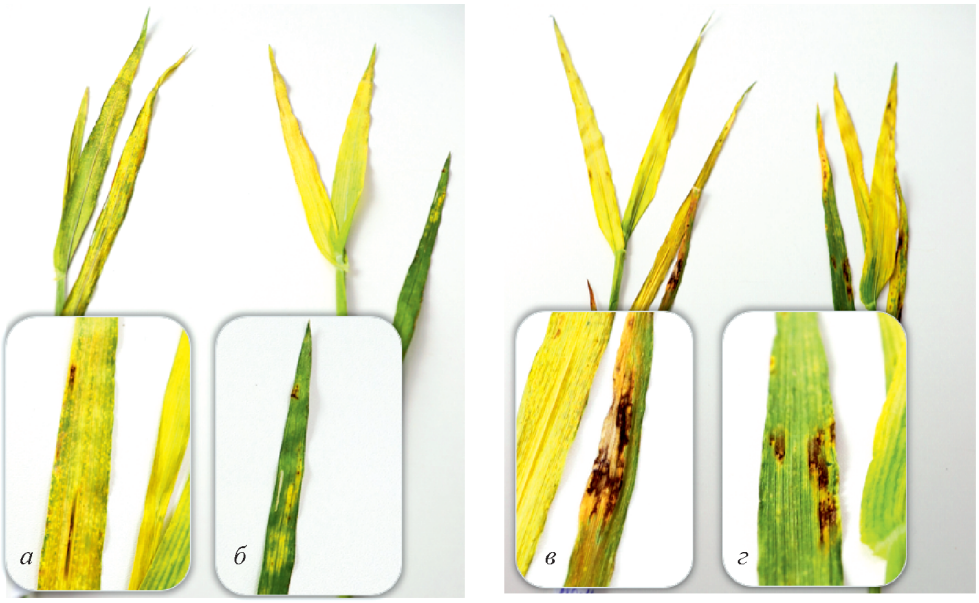

Рис. 1. Иммунологическая оценка сортов ячменя озимого к *P. teres* в полевых условиях:
а – Артель (MS); *б* – Виват (MR); *в* – Романс (S); *г* – Вася (S);
(4-дневные гербарные образцы (ФНЦБЗР, 2022 г., ориг.)

Fig. 1. Immunologic assessment of winter barley varieties to *P. teres* under field conditions:
а – Artel (MS); *б* – Vivat (MR); *в* – Romance (S); *г* – Vasya (S); (4-day herbarium samples, FRCBPP, 2022, orig.)

заболеваниях растений появление симптомов зависит от вирулентности возбудителя, генотипа хозяина и окружающей среды [5]. Сетчатая пятнистость существует в двух различных формах: *P. teres* f. *maculata* и *P. teres* f. *teres*. Несмотря на то, что эти две формы идентифицированы как сходные морфологически, они различаются на генетическом и патофизиологическом уровнях, а также продуцируют различные по составу и количеству токсины [8]. Форма *P. teres* f. *teres* образует темно-коричневые и продольные некротические поражения, переходящие в хлоротические, в то время как *P. teres* f. *maculata* образует темно-коричневые круглые или эллиптические пятна с хлорозом на тканях листа (см. рис. 2).

Взаимодействие между растением и грибом включает физиологические процессы, которые проявляются во внешних признаках на растении-хозяине в связи с индуцированием различных защитных механизмов [9]. На восприимчивых сортах поражение имеет очаговый характер в виде коричневых некротических пятен на инфицированных тканях,

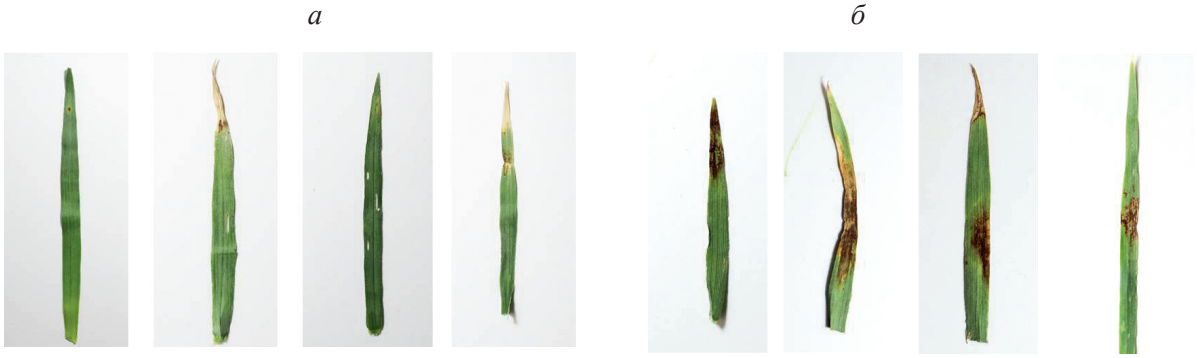

Рис. 2. Типичные симптомы поражения сетчатой пятнистостью листьев:
а – сорт Виват (MR); *б* – сорт Романс (S) (ФНЦБЗР, 2022 г., ориг.)

Fig. 2. Typical symptoms of lesions with leaf net blotch:
а – Vivat cultivar (MR); *б* – Romance cultivar (S) (FRCBPP, 2022, orig.)

которые увеличиваются в размерах, образуя эллиптические или веретенообразные поражения. Они быстро распространяются по всей листовой пластине, образуя характерный сетчатый рисунок с выраженными некрозами и широкими хлорозами, которые могут привести к гибели всего листа [10]. Заболевание поражает верхние ярусы, увеличивается площадь некротизированной листовой поверхности с хлорозами, нижние ярусы отмирают. На более устойчивых сортах ячменя сетчатая пятнистость наблюдается в виде небольших темных округлых пятен, имеющих

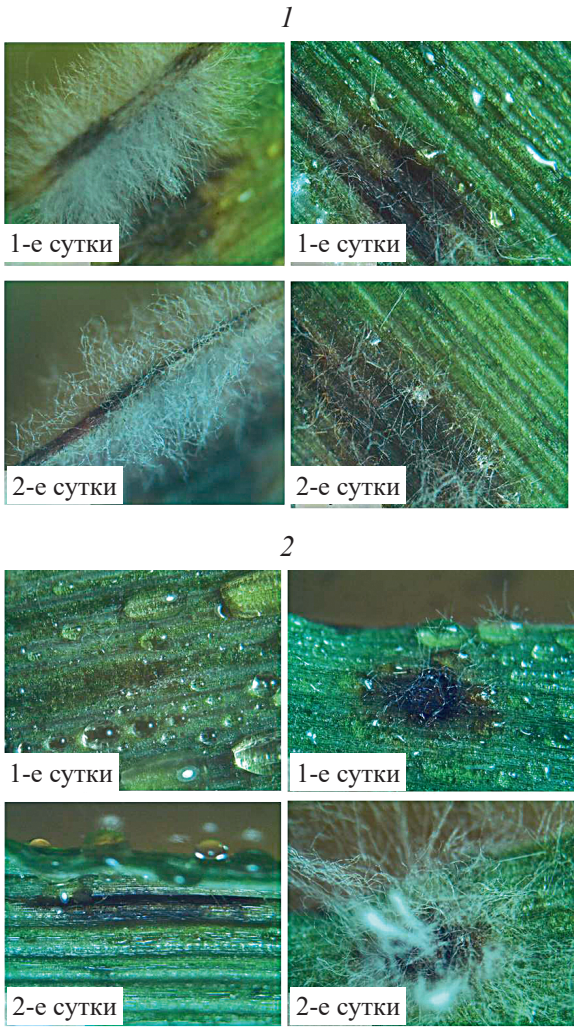

Рис. 3. Рост мицелий гриба *P. teres* на инфицированной ткани:
1 – сорт Романс (S); 2 – сорт Виват;
(MR) (ФНЦБЗР, 2022 г., ориг.)

Fig. 3. Mycelium growth of *P. teres* fungus on infected tissue:
1 – Romance cultivar (S); 2 – Vivat cultivar; (MR) (FRCBPP, 2022, orig.)

менее выраженные хлорозы без типичного сетчатого рисунка. Часто начало инфицирования начинается по краям листовой пластины с механических повреждений растения при проведении различных агротехнических мероприятий или повреждении фитофагами.

Защитные механизмы растения обусловливают различный рост колоний гриба *P. teres* при помещении пораженных участков растения на питательную среду (см. рис. 3). На листовой пластине восприимчивого сорта образуется хорошо структурированный белый пушистый мицелий, который быстро разрастается, распространяется по листу и приобретает более темный оттенок. На пораженной ткани устойчивого сорта гриб растет с меньшей скоростью, мицелий пушистый и белый. Отмечено формирование перистых белых структур гриба, что, согласно литературным данным, свидетельствует о нехватке питательных ресурсов [5].

ВЫВОДЫ

1. Иммунологическая оценка 10 сортов озимого ячменя в фазу всходов в контролируемых условиях на искусственном инфекционном фоне за 2 года исследования выявила два устойчивых к сетчатой пятнистости листьев сорта: Виват (1,7 балла) и Квант (1,6 балла) селекции АНЦ «Донской». Сорта Артель (3,8 балла), Фокс-1 (2,3 балла) селекции АНЦ «Донской» и сорт Кариока (2,7 балла) зарубежной селекции показали умеренную устойчивость.

2. Полевая умеренная устойчивость к *P. teres* выявлена у четырех сортов ячменя озимого, %: Виват (18,3), Квант (26,6), Маруся (19,9), Фокс-1 (24,9) селекции АНЦ «Донской», что важно учитывать при их территориальном размещении.

3. Патофизиологические процессы развития инфекции зависят от типа устойчивости сорта. На устойчивых сортах сетчатая пятнистость отмечена в виде небольших темных округлых пятен, инфицирование часто происходит в результате механических повреждений листовой пластины. Симптомы заболевания сетчатой пятнистостью на восприимчивом сорте имеют характерный сет-

чатый рисунок с выраженными некрозами и обширными хлорозами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Giraldo P., Benavente E., Manzano-Agugliaro F., Gimenez E.* Worldwide research trends on wheat and barley: A bibliometric comparative analysis // Agronomy. 2019. N 9 (7). P. 352. DOI: 10.3390/agronomy9070352.
2. *Abebe Worku*. Barley Net Blotch Disease Management: A Review // Agriculture Journal IJOEAR. 2021. N 7. P. 69–81.
3. *Volkova G., Yakhnik Y.* Pyrenophora teres: Population structure, virulence and aggressiveness in Southern Russia // Saudi Journal of Biological Sciences. 2022. Vol. 29. N 10. C. 103401. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.103401.
4. *Clare S.J., Wyatt N.A., Brueggeman R.S., Friesen T.L.* Research advances in the *Pyrenophora teres* – barley interaction // Molecular plant pathology. 2020. Vol. 21. N 2. P. 272–288. DOI: 10.1111/mpp.12896.
5. *Backes A., Guerriero G., Ait Barka E., Jacquard C.* Pyrenophora teres: taxonomy, morphology, interaction with barley, and mode of control // Frontiers in plant science. 2021. Vol. 12. P. 614951. DOI: 10.3389/fpls.2021.614951.
6. *Tini F., Covarelli L., Ricci G., Balducci E., Orfei M., Beccari G.* Management of *Pyrenophora teres* f. *teres*, the causal agent of net form net blotch of barley, in a two-year field experiment in central Italy // Pathogens. 2022. Vol. 11. N 3. P. 291. DOI: 10.3390/pathogens11030291.
7. *Dinglasan E., Hickey L., Ziems L., Fowler R., Anisimova A., Baranova O., Afanasenko O.* Genetic characterization of resistance to *Pyrenophora teres* f. *teres* in the international barley differential Canadian lake shore // Frontiers in Plant Science. 2019. Vol. 10. P. 326. DOI: 10.3389/fpls.2019.00326.
8. *Akhavan A.* Virulence of *Pyrenophora teres* populations in western Canada // Canadian Journal of Plant Pathology. 2017. Vol. 38. N 2. P. 183–196. DOI: 10.1080/07060661.2016.1159617.
9. *Liu Z., Ellwood S.R., Oliver R.P., Friesen T.L.* Pyrenophora teres: profile of an increasingly damaging barley pathogen // Molecular plant pathology. 2011. N 2. P. 1–19. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2010.00649.x.
10. *Vasighzadeh A., Sharifnabi B., Javan-Nikkhah M., Stukenbrock E.H.* Infection experiments of *Pyrenophora teres* f. *maculata* on cultivated and wild barley indicate absence of host specificity // European Journal of Plant Pathology. 2022. Vol. 163. N 3. P. 749–759. DOI: 10.1007/s10658-022-02496-9.

REFERENCES

1. Giraldo P., Benavente E., Manzano-Agugliaro F., Gimenez E. Worldwide research trends on wheat and barley: A bibliometric comparative analysis. *Agronomy*, 2019, no. 9 (7), p. 352. DOI: 10.3390/agronomy9070352.
2. Abebe Worku. Barley Net Blotch Disease Management: A Review. *Agriculture Journal IJOEAR*, 2021, no. 7, pp. 69–81.
3. Volkova G., Yakhnik Y. Pyrenophora teres: Population structure, virulence and aggressiveness in Southern Russia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2022, vol. 29, no. 10, p. 103401. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.103401.
4. Clare S.J., Wyatt N.A., Brueggeman R.S., Friesen T.L. Research advances in the Pyrenophora teres – barley interaction. *Molecular plant pathology*, 2020, vol. 21, no. 2, pp. 272–288. DOI: 10.1111/mpp.12896.
5. Backes A., Guerriero G., Ait Barka E., Jacquard C. Pyrenophora teres: taxonomy, morphology, interaction with barley, and mode of control. *Frontiers in plant science*, 2021, vol. 12, p. 614951. DOI: 10.3389/fpls.2021.614951.
6. Tini F., Covarelli L., Ricci G., Balducci E., Orfei M., Beccari G. Management of *Pyrenophora teres* f. *teres*, the causal agent of net form net blotch of barley, in a two-year field experiment in central Italy. *Pathogens*, 2022, vol. 11, no. 3, p. 291. DOI: 10.3390/pathogens11030291.
7. Dinglasan E., Hickey L., Ziems L., Fowler R., Anisimova A., Baranova O., Afanasenko O. Genetic characterization of resistance to Pyrenophora teres f. teres in the international barley differential Canadian lake shore. *Frontiers in Plant Science*, 2019, vol. 10, p. 326. DOI: 10.3389/fpls.2019.00326.
8. Akhavan A. Virulence of Pyrenophora teres populations in western Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 2017, vol. 38, no. 2, pp. 183–196. DOI: 10.1080/07060661.2016.1159617.
9. Liu Z., Ellwood S.R., Oliver R.P., Friesen T.L. Pyrenophora teres: profile of an increasingly damaging barley pathogen. *Molecular plant pathology*. 2011, no. 2, pp. 1–19. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2010.00649.x.

10. Vasighzadeh A., Sharifnabi B., Javan-Nikkhah M., Stukenbrock E.H. Infection experiments of Pyrenophora teres f. maculata on cultivated and wild barley indicate absence of host specificity. *European Journal of Plant Pathology*, 2022, vol. 163, no. 3, pp. 749–759. DOI: 10.1007/s10658-022-02496-9.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

(✉)**Волкова Г.В.,** доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель директора; **адрес для переписки**: Россия, 350039, г. Краснодар, п/о 39; e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Яхник Я.В., младший научный сотрудник; e-mail: yahnik1@mail.ru

Данилова А.В., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; e-mail: Starlight001@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

(✉)**Galina V. Volkova**, Doctor of Science in Biology, Professor, Corresponding Member of the RAS, Deputy Director; **address:** PO Box 39, Krasnodar, 350039, Russia; e-mail: galvol.bpp@yandex.ru

Yana V. Yakhnik, Junior Researcher; yahnik1@mail.ru

Anastasia V. Danilova, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher; e-mail: Starlight001@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 19.05.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 07.06.2023
Дата публикации / Published 21.08.2023