

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К ЭПИФИТОТИЙНО ОПАСНЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА

IMMUNOLOGICAL ASSESSMENT OF RESISTANCE OF WINTER AND SPRING WHEAT TO EPIPHITOTIES DANGEROUS DISEASES IN THE CONTEXT OF THE SOUTH-EAST

Конькова Э.А.

ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

г. Саратов, ул. Тулайкова, д. 7, 410010, Российская Федерация

E-mail: Baukenowaea@mail.ru

Целью данных исследований являлось изучение устойчивости пшеницы к особо опасным болезням в условиях Юго-Востока России. Задачи исследований: изучить факторы, определяющие успех селекции пшеницы на устойчивость к болезням. Исследования проводили в 2016–2018 годах на базе ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов. В статье освещены результаты исследований мировой коллекции яровой мягкой пшеницы и сортов отечественной селекции на устойчивость к *Puccinia triticina* Erikss. Выявлены генисточники, обладающие высоким уровнем устойчивости к бурой ржавчине и представляющие практический интерес для селекции яровой мягкой пшеницы. Представлены результаты работы по получению трансгрессивных линий яровой пшеницы с различными генами устойчивости к бурой ржавчине. Для разработки и оптимизации защитных мероприятий проведена оценка эпидемической устойчивости районированных сортов озимой и яровой пшеницы к возбудителям септориоза. Установлено, что районированные сорта озимой и яровой пшеницы, представленные в исследовании, различаются по эпидемической устойчивости к возбудителям септориоза; сорта пшеницы нуждаются в высокоинтенсивных защитных мероприятиях против болезни. В статье приведены сведения об особенностях проявления вирусных заболеваний на яровой пшенице. При изучении биологических особенностей вирусных заболеваний, а также насекомых-переносчиков было выявлено наиболее распространенное заболевание — вирус желтой карликовости ячменя (*Barley yellow dwarf virus*). Были проведены исследования по видовому составу и численности семейства *Aphididae* и выявлен основной переносчик ВЖКЯ — обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond.). С целью выявления доноров, пригодных для создания толерантных сортов пшеницы к ВЖКЯ на естественном инфекционном фоне проведена оценка мировой коллекции яровой пшеницы. Выделены образцы, толерантные к данному заболеванию.

Ключевые слова: пшеница, сорта, селекция, источники устойчивости, бурая ржавчина, септориоз, вирусные болезни, восприимчивость, патоген.

Для цитирования: Конькова Э.А. ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К ЭПИФИТОТИЙНО ОПАСНЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА. Аграрная наука. 2019; (1): 90–94.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-90-94>

Konkova E.A.

Agricultural Research Institute for South-East Regions of Russia

410010 Saratov, Tulaikov St., 7, Russian Federation

E-mail: Baukenowaea@mail.ru

The factors determining the success of wheat breeding for resistance to diseases are described. The results of studies of the world collection of spring wheat and varieties of domestic breeding for resistance to *Puccinia triticina* Erikss. are highlighted. The sources with a high level of resistance to brown rust and of practical interest for the selection of spring soft wheat are identified. The results of work on obtaining transgressive lines of spring wheat with different genes resistant to brown rust are presented. For the development and optimization of protective measures assessed epidemic of resistance of varieties of winter and spring wheat to the pathogen septoria *S. tritici*. Found that released varieties of winter and spring wheat are presented in the study differ by an epidemic of resistance to the pathogen septoria *S. tritici*; wheat varieties require high-intensity protective measures against the disease. The article provides information on the peculiarities of the manifestation of viral diseases on spring wheat. The study of the biological characteristics of viral diseases and insect vectors detected the most common disease — barley yellow dwarf virus (BYDV). The studies were carried out on the species composition and abundance of the *Aphididae* family, and the main vector of the BYDV, common cereal aphid (*Schizaphis graminum* Rond.) was identified. To identify donors suitable for the creation of wheat varieties resistant to the BYDV, the world's collection of spring wheat was evaluated on a natural infectious background. The samples resistant to this disease were selected.

Key words: wheat, species, selection, sources of resistance, pathogen, *Puccinia triticina*, septoria, viral diseases, susceptibility.

For citation: Konkova E.A. IMMUNOLOGICAL ASSESSMENT OF RESISTANCE OF WINTER AND SPRING WHEAT TO EPIPHITOTIES DANGEROUS DISEASES IN THE CONTEXT OF THE SOUTH-EAST. Agrarian science. 2019; (1): 90–94. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-90-94>

Введение

Ухудшение фитосанитарной обстановки в агробиотопосах приводит к увеличению поражения посевов грибами, а также вирусными болезнями.

С целью выявления источников устойчивости для селекционного процесса в лаборатории иммунитета растений ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» проводится иммунологическая оценка образцов пшеницы к болезням в естественных и искусственно созданных условиях эпифитотий.

В результате анализа фитопатогенного комплекса пшеницы вегетационного периода 2016–2018 годов в зоне Юго-Востока были выявлены особо опасные заболевания: бурая ржавчина, септориоз и вирусные заболевания.

Среди патогенного комплекса листостебельных инфекций на пшенице одним из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний является бурая ржавчина. Бурая ржавчина — возбудитель *Puccinia triticina* Erikss = *P. recondita* Rob. ex Desm f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.

Материал и методика

В 2016–2018 годах было изучено более 700 образцов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине. Оценку проводили по модифицированной шкале Cobba и реакции хозяина на внедрение патогена [1]: R = устойчивый — 1 балл; TR = единичные пустулы, некротичные пятна, устойчивый — 1 балл; MR = умеренно устойчивый — 2 балла; MS = умеренно восприимчивый — 2–3 балла; M = промежуточный между устойчивым и восприимчивым — 2–3 балла; MSS = от умеренно восприимчивого до восприимчивого — 4 балла; TS = единичные пустулы, восприимчивый тип — 3–4 балла; S = восприимчивый — 4 балла.

Результаты исследований

Результаты исследований показали, что из общего числа изучаемых образцов, 305 проявили устойчивость к бурой ржавчине (табл. 1).

Из 250 коллекционных образцов, полученных из различных селекционных центров России, 42 образца проявили высокую степень устойчивости R/15 и тип реакции на внедрение патогена R-0;–1. 68 образцов имели поражение в полевых условиях MR/20 и тип реакции MR-2– и были отнесены к группе умеренно устойчивых. 52 образца были отнесены к группе умеренно восприимчивых MS/40 с типом реакции MS-2–3. 88 образцов российской селекции оказались высоко восприимчивыми, их степень поражения оценивалась как S/70 и тип реакции S-3–4.

Из 350 образцов, полученных из международного питомника СИММИТ (Мексика) 155 образцов проявили устойчивость от полной иммунности до умеренной устойчивости с типом реакции от R-0;–1 до MR-2. В основном это сложные гибриды. 153 образца имели степень поражения бурой ржавчиной MS/40 и тип реакции MS-2–3. И только 42 образца оказались высоко восприимчивыми со степенью поражения S/70–80 и с типом реакции S-3–4.

Из 102 образцов, полученных из других стран, включенных в исследование, 30 образцов были отнесены к группе высоко восприимчивых, их степень оценивалась как S/70–80, а тип реакции S-3–4, 7 образцов показали высокую устойчивость R/10 и тип реакции R-0;–1, а 33 образца с поражением MR/20 и типом реакции MR-2– были отнесены к группе устойчивых.

Для разработки стратегии селекции устойчивых сортов также важным необходимым звеном является постоянный мониторинг популяционного состава возбудителя бурой ржавчины по частоте встречаемости генов вирулентности. Установлено, что популяции *P. tritici* в 2016–2018 гг. характеризовались высокой вирулентностью. Выявлены высокоэффективные гены *Lr41*, *Lr42*, *Lr43+24*, *Lr47*, *Lr53*. Использование этих генов в селекции позволит расширить генетическое разнообразие новых сортов и контролировать состав популяции бурой ржавчины.

На основе различных источников генов устойчивости к бурой ржавчине (Lr-генов), несущих чужеродный генетический материал от видов пшениц, а также чужеродные транслокации и их комбинации от *Triticum dicoccum*/*Aegilops speltoides*, в лаборатории иммунитета под руководством Веденеевой М.Л. были созданы трансгрессив-

ные линии с различными генами устойчивости к бурой ржавчине.

За период 2016–2018 гг. была проведена иммунологическая оценка пораженности пшеницы пятнистостями листьев. Было отмечено эпифитотийное распространение септориозных пятнистостей пшеницы (*Septoria tritici*) в 2017 году в зоне Юго-Востока, которое было обусловлено благоприятными климатическими факторами для их развития.

Изучение типа эпидемической устойчивости сортов к септориозу проводили по специализированной методике Санина, Стрижекозина, Чуприной [2]. По данной методике все сорта разделили на 3 класса: ER I — высоко устойчивые (пораженность <15%), интенсивность защиты низкая; ER II — умеренно устойчивые (пораженность 15–40%), интенсивность защиты средняя; ER III — слабо устойчивые (пораженность >40%), интенсивность защиты высокая. Данная классификация позволяет оценивать необходимость проведения защитных мероприятий от заболевания. При градации на сортах (ER I) проводить химическую защиту от заболевания не целесообразно. При умеренно устойчивом типе эпидемической устойчивости (ER II) защита зерновых проводится при благоприятных условиях для развития патогена и прогнозируемой урожайности > 20 ц/га. При слабоустойчивом типе (ER III) защитные мероприятия необходимы и экономически оправданы.

В изучении находились 36 районированных сортов озимой и 38 сортов яровой пшеницы. Не было выявлено ни одного устойчивого сорта пшеницы. Полученные данные показали, что районированные сорта на территории Юго-Востока уязвимы к эпифитотийно опасному заболеванию пшеницы — септориозу.

В 2017 году ни один из представленных сортов озимой и яровой пшеницы не показал высоко устойчивого типа реакции на патоген (не был отнесен к классу ER I соответственно).

Умеренно устойчивыми (класс ER II) проявили 3 из представленных 36 образцов озимой пшеницы. Это сорта Губерния, 111–96 / Жемчужина Поволжья, Исток / (Саратовская 90 / Л 503).

Большая часть (31 сорт) сортов поразились возбудителем от 50 до 70% и отнесены к классу ER III — слабоустойчивый тип реакции на патоген: Гостианум 237, Лютесценс 30, Саратовская 8, Виктория 95, Мироновская 808, Донская безостая, Жемчужина Поволжья, Смуглянка, Саратовская 17, Калач 60, Созвездие, Эльвира, Анастасия, Л 329/Урожайная, Губерния/Жемчужина Поволжья, Саратовская 90/Украина, Саратовская 90/14431 М, (26–72 /Н 49) /[(Л 15 / Pia) / Сар.8], Л 329 / Саратовская юбилейная, Инна / Победа 50, 81–93 / (Саратовская 11 / Харьковская 82), 30–99 // Саратовская 11 / Харьковская 82, Левобережная 1, Бригантина / Дон 74, ЛДГ Сара-

Таблица 1.

Результаты скрининга мировой коллекции яровой пшеницы на устойчивость к *Puccinia tritici* Erikss

Модифицированная шкала Cobba и тип реакции хозяина на внедрение патогена (Roelfs et al., 1992)	Количество изучаемых образцов, разного происхождения		
	Россия	Мексика	Другие страны
R	42	58	7
MR	68	97	33
MS	52	153	32
S	88	42	30
Всего образцов	250	350	102

товская 8 / Виктория 95, Шарада / Л 31–98, Саратовская 90, Саратовская 8 / Юбилар, Л 503 / М Freeman, Саратовская 8 / Донская безостая.

По итогам исследований сортов яровой мягкой пшеницы можно констатировать, что умеренно устойчивыми (класс ER II) оказались 2 из представленных 38 образцов. Это образцы Эритроспермум с-2286 и эритроспермум с-2231.

Большинство (34 сортообразца) сортов поразились возбудителем от 50 до 70% и отнесены к классу ER III — слабоустойчивый тип реакции на патоген: Лютесценс 62, Саратовская 29, Лютесценс С-2291, Эритроспермум С-2253, Эритроспермум С-2254, Эритроспермум С-2231, Эритроспермум С-2232, Эритроспермум С-2236, Эритроспермум С-2273, Эритроспермум С-2277, Эритроспермум С-2279, Саратовская 75, Саратовская 58, Фаворит, Саратовская 68, Эритроспермум С-2280, Эритроспермум С-2284, Эритроспермум С-2285, Эритроспермум С-2286, Эритроспермум С-2287, Эритроспермум С-2289, Эритроспермум С-2290, Эритроспермум С-2292, Саратовская 74, Саратовская 55, Саратовская 70, Саратовская 42, Саратовская 73, Грекум С-2225, Грекум С-2282, Грекум С-2283, Альбидум С-2263, Альбидум С-2268.

Среди включенных в исследования сортов озимой и яровой мягкой пшеницы не было выявлено сортов с высоко устойчивым типом реакции на патоген. Таким образом, все районированные сорта пшеницы нуждаются в проведении защитных мероприятий.

В исследуемые годы была проведена иммунологическая характеристика яровой пшеницы на пораженность вирусными заболеваниями. Объектом исследований были: мировая коллекция яровой пшеницы, вирусное заболевание пшеницы — желтая карликовость ячменя (ВЖКЯ) (*Barley yellow dwarf virus*), переносчик ВЖКЯ обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond). Стоит отметить, что ранее (с 2011 года) мы занимались изучением вирусных болезней пшеницы и их насекомых-переносчиков [3, 4]. Но в прежние годы наиболее распространенным и вредоносным среди вирусных заболеваний пшеницы была мозаика озимой пшеницы (*Russian wheat mosaic*), переносчиком которого являлась цикадка полосатая (*Psammotettix striatus* L.).

В 2016 году оптимальные климатические условия послужили среднему развитию вирусных заболеваний. Но стоит отметить, что среди них преобладали мозаичные заболевания. Вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ), в отличие от мозаики, относится к типу «желтизна злаков». В 2017 году были отмечены единичные симптомы поражения пшеницы ВЖКЯ. Сильное поражение яровой пшеницы ВЖКЯ проявилось в 2018 году, когда наблюдалось увеличение численности *Schizaphis graminum* Rond., по сравнению с предыдущими годами, когда популяция тли находилась в депрессии. Массовое размножение переносчика стало следствием усиления развития и распространения ВЖКЯ.

Вегетационный период 2018 года можно охарактеризовать как засушливый. Известно, что высокая температура воздуха является необходимым условием для развития насекомых-переносчиков, а соответственно и самих вирусов.

Визуальное исследование по выявлению и видовому составу насекомых проводили по методике Г.Е. Осмоловского [5]. Было выявлено, что преобладающим видом в посевах яровой мягкой пшеницы в годы исследований была обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond.). Максимальный пик размножения тли

приходился на июнь-июль месяцы 2018 года. Их размножению способствовали благоприятные погодные условия. Численность взрослых особей в данный интервал времени составляла от 25 до 45 штук на один стебель при заселении 50% стеблей. Тогда как порог вредоносности злаковой тли в фазу трубкования пшеницы составляет 10 особей на 1 стебель при заселении 50% стеблей, а в фазу колошения 5–6 штук на колос или 500 штук на 100 взмахов сачком.

Степень поражения пшеницы вирусными заболеваниями проводили по методике Н.Н. Артемьевой [6]. Анализ образцов мировой коллекции яровой мягкой пшеницы показал, что большинство образцов, поврежденных злаковой тлей, были восприимчивы к ВЖКЯ. Патологический процесс, пораженной ВЖКЯ пшеницы, сопровождался определенными морфологическими изменениями в растениях. Уже в фазе выхода в трубку пшеницы наблюдалось пожелтение, а в некоторых случаях покраснение верхушек листьев. Наблюдалась невыравненность растений по высоте и развитию. Также для пшеницы было характерно утолщение нижних междоузлий, отставание в развитии, образование щуплых зерновок.

С целью выявления доноров, пригодных для создания толерантных сортов пшеницы к ВЖКЯ, на естественном инфекционном фоне проводилась оценка мировой коллекции яровой мягкой пшеницы на толерантность. Из 670 образцов из разных стран и регионов 248 оказались толерантными к вирусу желтой карликовости ячменя. Из них преобладающее большинство было мексиканского происхождения. Стоит отметить, что среди изучаемых образцов были выделены образцы, на которых не было выявлено симптомов вирусного поражения, несмотря на повреждение виофорной тлей. Таким образом, можно предполагать об их устойчивости к данному вирусу.

По мнению Можяевой К.А., Кастальевой Т.Б. [7], в природе постоянно сохраняется и поддерживается обычно невысокий, но стабильный уровень инфицирования ВЖКЯ зерновых культур, злаковых трав и сорняков. При создании благоприятных условий для размножения тлей, вспышка заболевания, вначале очаговая, может впоследствии в отдельных регионах страны развиться до размера эпифитотии и даже распространиться на целые страны и континенты, вызывая большие экономические потери, как это было в конце 1980-х годов. Для того чтобы иметь возможность прогнозировать появление и распространение желтой карликовости ячменя, а также приостановить возникновение эпифитотии или ограничить ее, необходимо регулярно проводить мониторинг численности и видового состава тлей и обследовать посевы зерновых культур на зараженность этими вирусами.

В наших исследованиях было изучено развитие и распространение желтой карликовости ячменя, проведена визуальная диагностика пораженности яровой пшеницы данным заболеванием, проведен мониторинг численности и видового состава тлей — переносчиков ВЖКЯ, выявлены причины массового возникновения желтой карликовости ячменя. Стоит отметить, что визуальная диагностика любого вирусного заболевания должна подтверждаться современными лабораторными методами исследований (ИФА, ПЦР-диагностика).

Таким образом, можно сделать вывод, что изменения климатических условий в регионе оказывают значительное влияние на состав фитопатогенного комплекса пшеницы. Это приводит к тому, что значительно учащаются и усиливаются эпифитотии наиболее вредоносных заболеваний пшеницы, таких как бурая ржавчина, пятнистости листьев, вирусные заболевания и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust Diseases of Wheat. Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, 1992. DF: CIMMYT.
2. Санин С.С., Стрижекозин Ю.А., Чуприна В.П. Оценка эпидемической устойчивости сортов пшеницы к болезням и использование этого показателя для оптимизации биологической и химической защиты // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ВНИИБЗР «Биологическая защита растений, как основа экологического земледелия и фитосанитарной стабилизации агроэкосистем», 21–24 сентября 2010, Вып. 6. — С. 540–547.
3. Бауконова Э.А. Роль насекомых-переносчиков в распространении и развитии вируса русской мозаики озимой пшеницы в Нижнем Поволжье / Т.С. Маркелова, Л.И. Чекмарева, Э.А. Бауконова // Защита и карантин растений. — 2012. — № 8. — С. 42–44.
4. Бауконова Э.А. Вирусные болезни пшеницы и их насекомые-переносчики в Нижнем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Э.А. Бауконова. — Саратов, 2013. — 24 с.
5. Осмоловский Г.Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними. — М.: Россельхозиздат, 1964. — 204 с.
6. Артемьева Н.Н. Методические указания по выявлению и учету вирусных болезней злаков / Н.Н. Артемьева. — М.: Колос, 1971. — 21 с.
7. Можаяева К.А. Вирус желтой карликовости ячменя и другие вирусы зерновых культур на территории Российской Федерации / К.А. Можаяева, Т.Б. Кастальева, Н.В. Гирсова. — М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007. — 32 с.

ОБ АВТОРЕ:

Конькова Э.А., кандидат сельскохозяйственных наук

REFERENCES

1. Sanin S.S., Strizhekozin Yu.A., Chuprina V.P. Assessment of epidemic resistance of wheat varieties to diseases and the use of this indicator to optimize biological and chemical protection // Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 50th anniversary of vniibzr "Biological plant protection as the basis of ecological farming and phytosanitary stabilization of agroecosystems", September 21–24, 2010. — Issue 6. — P. 540–547.
2. Baukenova E.A. The Role of insect vectors in the spread and development of the Russian winter wheat mosaic virus in the Lower Volga region / T.S. Markelova, L.I. Chekmareva, E.A. Baukenova // Plant protection and quarantine. — 2012. — № 8. — P. 42–44
3. Baukenova E.A. Viral diseases of wheat and their insect vectors in the Lower Volga region: autoref. dis. ... kand. of agricultural Sciences / E.A. Baukenova. — Saratov, 2013. — 24 p.
4. Osmolovsky G.E. Identification of agricultural pests and signaling the timing of their control. — Moscow: Rosselkhozizdat, 1964. — 204 p.
5. Artemieva N.N. Guidelines for identifying and dealing with viral diseases of cereals / Moscow: Kolos, 1971. — 21 p.
6. Mozhaeva K.A. Yellow dwarf Virus of barley and other viruses of grain crops on the territory of the Russian Federation / K.A. Mozhaeva, T.B. Castaleva, N.V. Girsova. — Moscow: rosinformagrotech, 2007. — 32 p.

ABOUT THE AUTHOR:

Konkova E.A., PhD in Agriculture