

ВВЕДЕНИЕ

Коллекция ВИР яровой мягкой пшеницы ежегодно пополняется новыми образцами. Характеристика их по хозяйственно ценным признакам, в том числе и эффективной устойчивости к вредоносным болезням, – важная задача. Выявление новых источников резистентности позволяет расширить набор образцов, рекомендуемых для вовлечения в селекцию на данный признак. Актуальность поиска новых источников устойчивости связана с изменениями в генотипическом составе популяций патогенов и изменением эффективности ранее идентифицированных доноров под действием изменяющихся факторов внешней среды.

В настоящем выпуске каталога представлены результаты изучения в 2016–2019 гг. устойчивости 342 образцов яровой мягкой пшеницы различного географического происхождения из новейших поступлений в коллекцию ВИР (табл. 1, рис. 1) к широко распространенным и вредоносным болезням: листовой ржавчине (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss), темно-бурой листовой пятнистости (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.), мучнистой росе (*Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal) и пыльной головне (*Ustilago tritici* (Pers.) Jens.). В таблице 3 образцы отсортированы по происхождению и возрастанию номеров каталога ВИР, российские сорта расположены по областям в начале таблицы, остальные страны представлены в алфавитном порядке.

Изучение устойчивости коллекционных образцов мягкой пшеницы ко всем болезням, за исключением пыльной головки, проводили в лабораторных опытах. Использовали растения в стадии 1–2-го листа, поскольку известно, что высокоэффективная устойчивость, проявляющаяся у молодых растений (ювенильная, проростковая устойчивость), как правило, экспрессируется на всех этапах органогенеза.

При оценке устойчивости к листовой ржавчине 10–15 проростков каждого образца выращивали в кюветах на вате, смоченной водой, на светоустановке (постоянное освещение – 2000 люкс, температура 21–22°C). Для заражения использовали водную суспензию уредоспор сборной популяции возбудителя (смесь сборов с нескольких восприимчивых сортов пшеницы в Северо-Западном регионе России).

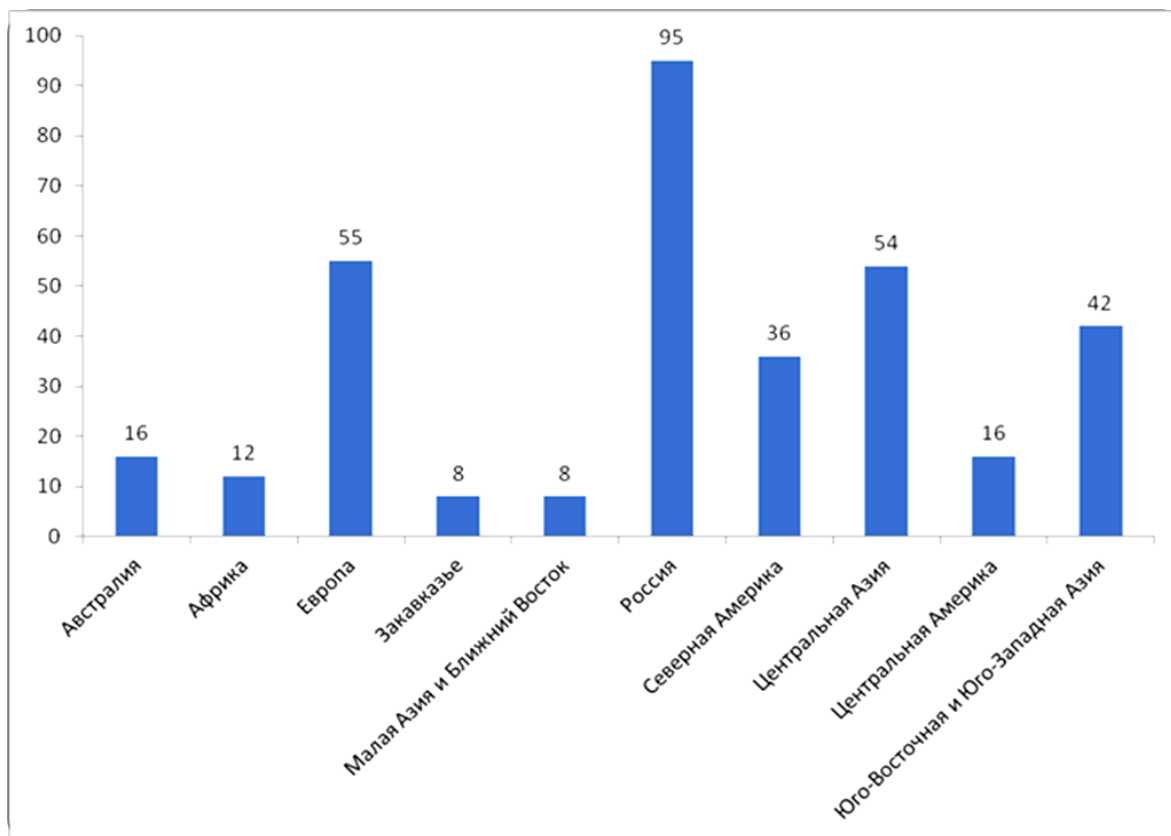


Рис. 1. Происхождение изученных образцов яровой мягкой пшеницы по регионам

Используемая популяция была вирулентна к ювенильным растениям с генами устойчивости *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2c*, *Lr10*, *Lr11*, *Lr12*, *Lr13*, *Lr14a*, *Lr14b*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr17*, *Lr18*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr22a*, *Lr22b*, *Lr23*, *Lr25*, *Lr26*, *Lr27+*, *Lr31*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr32*, *Lr33*, *Lr34*, *Lr35*, *Lr36*, *Lr37*, *Lr38*, *Lr45*, *Lr46*, *Lr48*, *Lr52*, *Lr57*, *Lr60*, *Lr64* и авирулентна на линиях пшеницы с генами устойчивости *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr41* и *Lr47*. Интактные растения опрыскивали суспензией уредоспор (концентрация 30 000 спор на 1 мл), кюветы на сутки закрывали полиэтиленовой пленкой и помещали в темноту. Затем пленку снимали и кюветы с растениями переносили на светоустановку. Учет типов реакции проводили на 14-е сутки после заражения по шкале Е. Б. Майнса и Х. С. Джексона (Mains, Jackson, 1926):

- 0 – отсутствие симптомов поражения;
- 0; – некрозы без пустул;
- 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом;
- 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом;
- 3 – пустулы среднего и крупного размера без некроза;

Типы реакции 0, 0; и 1 рассматривали как высокий уровень резистентности, 3 – восприимчивости. Образцы, в которых присутствовали устойчивые и восприимчивые растения, относили к классу гетерогенных.

**Таблица 1. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ
МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, ИЗУЧЕННЫХ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ**

Страна	Число образцов	Страна	Число образцов
Австралия	16	Непал	1
Австрия	1	Нидерланды	1
Азербайджан	1	Норвегия	1
Алжир	3	Оман	3
Армения	1	Пакистан	15
Афганистан	9	Польша	1
Беларусь	7	Россия	95
Великобритания	4	Сирия	1
Германия	11	США	20
Греция	1	Таджикистан	17
Грузия	6	Тунис	3
Индия	4	Турция	2
Иран	2	Узбекистан	5
Испания	6	Финляндия	1
Казахстан	15	Франция	6
Канада	16	Чехия	3
Китай	38	Швейцария	6
Киргизия	1	Швеция	6
Ливан	2	Эфиопия	2
Марокко	3	ЮАР	1
Мексика	1		
Монголия	4	Всего	342

При оценке устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости проростки выращивали в кюветах на ватных валиках, смоченных водой (постоянное освещение, температура 21–22 °С). Для инокуляции использовали водные суспензии спор высокоагрессивного изолята-Г *Bipolaris sorokiniana* (концентрация 50 тыс. спор на 1 мл) (Тырышкин, 2008). Растения размещали в кюветах горизонтально и опрыскивали суспензией конидий патогена, кюветы закрывали полиэтиленом; учет поражения проводили на 5-е сутки после инокуляции по оригинальной шкале:

- 0 – отсутствие симптомов поражения;
- 1 – поражено менее 10 % листовой поверхности;
- 2, 3, 4 – поражено 20, 30, 40 % листовой поверхности соответственно;
- 5 – поражено более 50 % листовой поверхности;
- 6 – гибель листа.

Образцы с баллами поражения 0 и 1 рассматривали как высокоустойчивые, 2–4 – среднеустойчивые, 5 и 6 – восприимчивые.

Все образцы, выделившиеся по устойчивости к двум вышеназванным болезням, проверяли на резистентность не менее чем в трех дополнительных независимых экспериментах в разные годы.

Оценку пораженности растений мучнистой росой проводили при искусственном заражении проростков популяцией гриба *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (Vgt) согласно методическим указаниям (Кривченко и др., 1980). Выращивание растений и инкубирование гриба на них проводили на светоустановке: 12 часов со светом, температура 16 °С и 12 часов без света, температура 13 °С. Семидневные проростки заражали путем стряхивания конидий с сильно пораженных мучнистой росой растений мягкой пшеницы. Через 7 дней после инокуляции определяли степень поражения первого листа, используя качественную шкалу Майнса и Дитца (Mains, Dietz, 1930):

- 0 – иммунитет или высокая устойчивость. На растениях мицелий не развивается;
- 1 – практическая устойчивость. На листьях слабое развитие мицелия;
- 2 – слабая восприимчивость. Умеренное развитие мицелия, слабая споруляция;
- 3 – средняя восприимчивость. Мицелий развит, споруляция умеренная;
- 4 – сильная восприимчивость. Обильное развитие мицелия и обильная споруляция.

Растения с поражением 0 и 1 балл относили к классу устойчивых, с поражением 3 и 4 балла – к классу восприимчивых. Наличие хлорозов, окружающих пустулы разных типов, отмечали буквой «х». Инокулюмом являлась популяция гриба, собранная с восприимчивых растений пшеницы, выращиваемых в поле в условиях северо-запада европейской части России. Популяция *B. graminis* f. sp. *tritici*, использованная для анализа образцов пшеницы, имела гены вирулентности, комплементарные генам устойчивости пшеницы к мучнистой росе *Pm1*, *Pm2*, *Pm3a-d*, *Pm4a-b*, *Pm5a*, *Pm6*, *Pm7*, *Pm8*, *Pm9*, *Pm16*, *Pm19*, и ген авирулентности к *Pm12*.

Изучение поступивших в коллекцию ВИР образцов пшеницы по устойчивости к пыльной головне проводили в течение 1–3 лет на жестком искусственном инфекционном фоне на опытном поле научно-экспериментальной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (ПЛ ВИР, Санкт-Петербург). Восприимчивый стандартный сорт Скала (к-41173) размещали через каждые 20 образцов. У каждого образца заражали 7–10 колосьев. Инокуляцию проводили в период цветения растений популяцией гриба, собранной в ПЛ ВИР. Для этого колосковые и цветочные чешуи подрезали и заsporение осуществляли способом, похожим на твел-метод – прокручиванием головневого колоса вокруг испытываемого колоса, не снимая изолятор, и с последующим опрыскиванием водой из пульверизатора внутри и снаружи изолятора (Кривченко, Хохлова, 2008). Инокулированные зерновки изучаемых образцов высевали на следующий год в поле с чередованием инфицированного восприимчивого стандарта. Учет поражения проводили в период созревания колосьев методом подсчета больных и здоровых колосьев в образце. О качестве искусственного заражения судили по поражению восприимчивого контроля. Данные по его поражению по годам приведены в таблице 2.

Таблица 2. ПОРАЖЕНИЕ ВОСПРИИМЧИВОГО КОНТРОЛЬНОГО СОРТА СКАЛА (К-41173) ПЫЛЬНОЙ ГОЛОВНЕЙ

Год изучения	2016	2017	2018	2019
Поражение, %	60,0 – 63,6	51,7 – 59,2	35,7 – 83,5	34,4 – 53,8

Для унификации данных по устойчивости образцы делили на классы по шкале учета поражения:

- 0 – высокая устойчивость, поражение отсутствует;
- 1 – практическая устойчивость, поражение не превышает 5 %;
- 2 – слабая восприимчивость, поражение не превышает 25 %;
- 3 – средняя восприимчивость, поражение не превышает 50 %;
- 4 – сильная восприимчивость, поражение более 50 %.

При поражении образца на 40–50 % и более изучение прекращали. Остальные образцы оценивались в течение 2-3 лет. Характеристику образца определяли по максимальному баллу поражения за все года изучения. Балл устойчивости к пыльной головне, отмеченный в таблице 3 звездочкой (*), приводится по однолетним данным. По этим образцам изучение устойчивости будет продолжено.

Работа выполнена в рамках государственного задания ВИР № 0662-2020-0006 «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».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кривченко В. И., Суханбердина Э. Х., Вершинина В. А., Лебедева Т. В. Изучение устойчивости злаковых культур к мучнистой росе : методические указания. Ленинград : ВИР, 1980. 55 с.

Кривченко В. И., Хохлова А. П. Головневые болезни зерновых культур // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам : методическое пособие / Е. Е. Радченко, В. И. Кривченко, О. В. Солодухина, Б. В. Ригин, Л. Г. Тырышкин. Москва, 2008. С. 32–85.

Тырышкин Л. Г. Темно-бурая листовая пятнистость // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам : методическое пособие / Е. Е. Радченко, В. И. Кривченко, О. В. Солодухина, Б. В. Ригин, Л. Г. Тырышкин. Москва, 2008. С. 112–120.

Mains E. B., Dietz S. M. Physiologic form of barley mildew *Erysiphe graminis* DC. // Phytopathology. 1930. Vol. 20, No. 3. P. 229–239.

Mains E. B., Jackson H. S. Physiological specialization in leaf rust of wheat *Puccinia triticina* Erikss // Phytopathology. 1926. Vol. 16, No. 1. P. 89–120.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
Введение.....	5
Происхождение образцов яровой мягкой пшеницы, изученных на устойчивость к грибным болезням.....	7
Поражение восприимчивого контрольного сорта Скала (к-41173) пыльной головней.....	9
Характеристика образцов яровой мягкой пшеницы по устойчивости к грибным болезням.....	10
Образцы яровой мягкой пшеницы, выделившиеся по устойчивости к болезням	20
Список литературы.....	23