

АГРОНОМИЯ

УДК 633.111"324":632.4:631.527(571.13)

Ю.Н. Кашуба, Л.В. Мешкова,
Т.В. Шварцкопф, Т.С. Зверовская
Yu.N. Kashuba, L.V. Meshkova,
T.V. Schwarzkopf, T.S. Zverovskaya

ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К БОЛЕЗНЯМ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

THE SOURCES OF WINTER SOFT WHEAT DISEASE RESISTANCE AND THEIR USE IN SELECTIVE BREEDING PROCESS

Ключевые слова: образец, коллекция, устойчивость, листовые и стеблевые заболевания, ржавчина, мучнистая роса, озимая пшеница.

Keywords: accession, collection, resistance, leaf and stem diseases, rust, powdery mildew, winter wheat.

Эффективным методом борьбы с болезнями является выведение болезнеустойчивых сортов. Они способствуют получению стабильно высоких урожаев качественного зерна и экологически чистой продукции. Создание устойчивых сортов предполагает вовлечение в скрещивания эффективных источников резистентных к местным популяциям патогенов. В Омской области вредоносными заболеваниями являются бурая и стеблевая ржавчины и мучнистая роса. Цель работы заключалась в выделении устойчивых образцов из коллекции ВНИИР для создания резистентных сортов озимой пшеницы. Были изучены 364 сортообразцов из стран Западной и Восточной Европы, Азии, Северной и Южной Америки. Их оценка на устойчивость к болезням велась в полевых (2016 г.) и лабораторных условиях (2011–2017 гг.). Выявлены источники комплексной устойчивости озимой пшеницы. Резистентность к бурой и стеблевой ржавчине и мучнистой росе проявили образцы Адель и Айвина (оба из Краснодар). Устойчивыми к бурой и стеблевой ржавчине оказались сортообразцы Hall (к-63556, США); KS 92 WGRC16 (к-65617, США); Fantazija (к-65651, Белоруссия); Lasurna (к-65898), Zluka (к-65902) – оба из Украины. Образцы KS 96 WGRC40 (к-65158, США), Дока и Утриш (оба из Краснодар) проявили комплексную устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе. Высокую продуктивность зерна показали сортообразцы Дока (Краснодар) и Edwin (к-64507, США). По показателям качества зерна устойчивые к болезням номера характеризовались более высокой натурной массой зерна. Выделенный материал вовлечен в скрещивания. Полученные гибриды прорабатываются по устойчивости к болезням.

The development of disease resistant varieties is an efficient method of disease control. Such varieties contribute to obtaining consistently high yields of quality grain and ecologically clean products. The development of resistant varieties implies crossings with the involvement of efficient sources resistant to local pathogen populations. Brown rust, stem rust and powdery mildew are destructive diseases in the Omsk Region. The research goal was to identify resistant accessions from the VIR collection (N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry) to develop resistant winter wheat varieties. The research involved 364 accessions from Western and Eastern Europe, Asia, North and South America. Their disease resistance was evaluated in the field (2016) and in laboratory conditions (2011–2017). The sources of complex resistance of winter wheat were revealed. The resistance to brown and stem rust and powdery mildew was found in the accessions Adel and Ivin (both from Krasnodar). The following accessions were resistant to brown and stem rust: Hall (k-63556, USA); KS 92 WGRC16 (k-65617, USA); Fantazija (k-65651, Belarus); Lasurna (k-65898), Zluka (k-65902) (both from Ukraine). The accessions KS 96 WGRC40 (k-65158, USA), Doka and Utrish (both from Krasnodar) revealed complex resistance to brown rust and powdery mildew. High grain production was shown by the accessions Doka (Krasnodar) and Edwin (k-64507, USA). In terms of grain quality indices, disease-resistant accessions were characterized by higher natural weight of grain. The identified material is involved in crossings. The obtained hybrids are tested for disease resistance.

Кашуба Юрий Николаевич, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. селекции озимых культур, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-50-51. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Мешкова Людмила Викторовна, к.б.н., с.н.с., зав. лаб. иммунитета растений, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-61-70. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Шварцкопф Татьяна Викторовна, н.с., лаб. селекции озимых культур, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-50-51. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Зверовская Татьяна Семеновна, с.н.с., лаб. иммунитета растений, Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-61-70. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Kashuba Yuriy Nikolayevich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Winter Crop Selective Breeding, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-50-51. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Meshkova Lyudmila Viktorovna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Head of Immunity Lab., Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-61-70. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Schwarzkopf Tatyana Viktorovna, Staff Scientist, Lab. of Winter Crop Selective Breeding, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-50-51. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Zverovskaya Tatyana Semenovna, Senior Staff Scientist, Plant Immunity Lab., Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-61-70. E-mail: kaschuba.jurij@mail.ru.

Введение

В большинстве стран ведется интенсивный поиск химических и биологических методов борьбы с болезнями, но самым эффективным и наиболее дешевым способом является выведение и внедрение в широкую практику болезнестойчивых сортов, обладающих широкими адаптационными возможностями, которые обеспечивают стабильность получения высоких урожаев качественного зерна и способствуют получению экологически чистой продукции [1, 2].

Генетическая защита сортов может быть успешной только при использовании селекционерами достаточного разнообразия эффективных генов устойчивости с учётом структуры местной популяции возбудителя заболевания, изменение в составе которой может быть вызвано заносом воздушными массами и завозом с семенами инфекционного материала из других регионов [3].

В Западной Сибири, в т.ч. и Омской области, наиболее вредоносными заболеваниями являются бурая и стеблевая ржавчины и мучнистая роса. Одной из задач в селекции на иммунитет в регионе является поиск эффективных источников устойчивости к этим заболеваниям в коллекционном материале Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства (ВНИИР).

Цель исследований – выявить образцы из коллекции ВНИИР, устойчивые к бурой и стеблевой ржавчине и мучнистой росе, для включения их в программы скрещивания по созданию резистентных сортов.

Объект и методы исследования

Объектом исследований служили образцы коллекции мягкой озимой пшеницы ВНИИР из различных регионов России и из стран Европы, Азии и Америки. Оценка по устойчивости к бурой ржавчине (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), стеблевой ржавчине

(*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) и мучнистой росе (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) выполнена в лаборатории иммунитета растений ФГБНУ «СибНИИСХ» на искусственном инфекционном фоне в полевых (2016 г.) и лабораторных условиях (2011-2017 гг.).

Поражаемость коллекционного материала листостеблевыми заболеваниями определяли в лабораторных условиях в светокультуре по бензимидазольной методике Л.А. Михайловой и К.В. Квитко [4], в поле – по методике Россельхозакадемии [5]. По поражению ржавчиной в устойчивый класс отнесены образцы с баллом 0-2 и степенью поражения до 10%. На стадии проростков к ржавчине применялась балльная оценка, где 3 и 4 – восприимчивость, а 0, 1, 2 – устойчивость [6]. Ранжирование образцов по резистентности проводилось по шкале: 0-иммунный (0 баллов); R-устойчивый (1 балл); MR-умеренно устойчивый (2 балла); MS-умеренно восприимчивый (3 балла); S-восприимчивый (4 балла).

Устойчивость проростков к мучнистой росе устанавливали по интенсивности поражения по шкале, представляющей модификацию шкалы Майнса и Дитца [7]. Стандартом восприимчивости служил сорт Алтайская 92, а устойчивости – Бастиан (Швеция).

В 2016 г. коллекция ВНИИР оценивалась в условиях естественного фона к природной популяции патогенов. Образцы озимой пшеницы изучались в условиях высокого агрофона по куливному пару. Посев проводился 22 августа сеялкой ССФК-7, площадь делянки 3 м². Гидротермические условия летних месяцев периода вегетации способствовали эпифитотийному развитию листостебельных заболеваний. Для оценки резистентности сортов к видам ржавчины и мучнистой росе использовалась модифицированная шкала Петерсона [5]. Стандартом восприимчивости служил сорт Омская 4.

Результаты и их обсуждения

В лабораторных условиях на устойчивость к болезням были проведены исследования у 364 сортообразцов озимой пшеницы из 20 стран мира. Изучены сорта из России, Западной (Австрия, Германия, Франция) и Восточной Европы (Белоруссия, Венгрия, Польша, Румыния, Сербия и Черногорье, Словакия Украина, Хорватия, Чехия), Северной (Канада, США) и Южной Америки (Чили), Азии (Азербайджан, Казахстан, Китай, Япония). Основной состав коллекции ВНИИР был представлен образцами из Украины – 33,3%; России – 22,3; США – 11,8; Белоруссии – 5,8, Словакии – 4,9 и Германии – 4,4% (табл. 1). Коллекция ВНИИР была представлена 81 российскими образцами из Краснодар (43,2%), Ростова (25,9%), Саратова (8,6%), Москвы (4,9%), Белгорода (4,9%) и других регионов России. Из них проявили устойчивость к бурой ржавчине 18, к стеблевой ржавчине – 10 сортообразцов.

В результате проведенной оценки в полевых и лабораторных условиях были выявлены формы из России (Краснодар и Владимир) и США, резистентных к бурой ржавчине. Некоторые образцы проявили устойчивость к стеблевой ржавчине и характеризовались умеренной восприимчивостью к мучнистой росе (табл. 2). Стандарт Омская 4 подтвердил высокую восприимчивость к листовым заболеваниям как в полевых, так и в лабораторных условиях. Большого внимания заслуживают образцы Сплав (к-63117, Владимир); Адель, Айвина, Васса, Вита и Ирешка (все из Краснодар). Они показали очень высокую устойчивость к бурой ржавчине в лаборатории и поле. Полевая и лабораторная оценка на резистентность к стеблевой ржавчине выявила небольшое количество образцов, устойчивых к этому заболеванию. Резистентными к этому листовому заболеванию были следующие образцы: Hall (к-63556, США); Адель, Айвина, Восторг и Дока (все из Краснодар). Они имели тип устойчивости от 0 (очень высокая резистентность) до 2 баллов (средняя резистентность).

Оценка коллекции озимой пшеницы ВНИИР на устойчивость к мучнистой росе указала на отсутствие высокорезистентных сортов к этому широкоспециализированному паразиту. Но в полевых и лабораторных условиях были выделены умеренно восприимчивые формы: KS 96 WGRC40 (к-65158, США); Адель, Айвина, Дока, Лига-1 и Утриш (все из Краснодар). В поле сортообразцы Сплав (к-63117, Владимир),

Васса и Вита (оба из Краснодар) характеризовались как умеренно восприимчивые, но в лабораторных условиях сильно поражались.

Таблица 1
Распределение образцов коллекции ВНИИР по странам

Страна	Процентное соотношение	Количество образцов, шт.		
		всего	устойчивых*	восприимчивых*
Западная Европа	5,2	19		
Австрия	0,5	2	0	2
Германия	4,4	16	2	14
Франция	0,3	1	0	1
Восточная Европа	72,8	265		
Белоруссия	5,8	21	4	17
Венгрия	1,6	6	0	6
Россия	22,3	81	18	63
Румыния	1,1	4	1	3
Сербия и Черногорье	0,8	3	0	3
Польша	1,6	6	0	6
Словакия	4,9	18	5	13
Украина	33,3	121	24	97
Хорватия	0,3	1	0	1
Чехия	1,1	4	1	3
Азия	7,7	28		
Азербайджан	2,7	10	2	8
Казахстан	3,8	14	0	14
Китай	0,8	3	2	1
Япония	0,3	1	0	1
Северная Америка	14,0	51		
Канада	2,2	8	1	7
США	11,8	43	13	30
Южная Америка	0,3	1		
Чили	0,3	1	0	1
	100,0	364	73	291

Примечание. *Устойчивость/восприимчивость образцов к бурой ржавчине.

Оценка нового коллекционного материала в лабораторных и полевых условиях позволила выделить ряд устойчивых форм к бурой и стеблевой ржавчине. Это образцы KS 92 WGRC16 (к-65617, США); Fantazija (к-65651, Белоруссия); Lasurna (к-65898), Zluka (к-65902) оба из Украины.

В условиях эпифитотийного проявления бурой ржавчины на сортах озимой пшеницы в естественных условиях в 2016 г. выявлены формы, представляющие интерес не только по резистентности к ржавчине, но и по продуктивности и отдельным показателям качества зерна (табл. 3).

Таблица 2

Характеристика образцов озимой пшеницы по устойчивости к болезням

Название сортообразца	Оригинатор	Устойчивость к					
		бурой ржавчине		стеблевой ржавчине		мучнистой росе	
		лабор.	поле	лабор.	поле	лабор.	поле
Омская 4, ст-т S	Омск	S	S	S	S	S	S
Сплав (к-63117)	Владимир	0	0	S	MS	S	MS
Адель	Краснодар	0	0	MR	0	MS	MS
Айвина	-//-	0	0	MR	MR	MS	MS
Васса	-//-	0	0	S	R	S	MS
Вита	-//-	0	0	MS	0	S	MS
Восторг	-//-	R	R	S	0	S	S
Дока	-//-	MR	0	S	R	MS	MS
Иришка	-//-	0	0	S	R	S	S
Курень	-//-	MR	0	MS	R	S	S
Лига-1	-//-	S	0	S	R	MS	MS
Утриш	-//-	MR	0	MS	R	MS	MS
KS 96 WGRC40 (к-65158)	США	0	R	S	R	MS	MS
KS 96 WGRC38 (к-65157)	-//-	R	R	MS	S	MS	S
KS 96 WGRC34 (к-65159)	-//-	R	0	S	R	S	S
KS 8010-72 (к-63020)	-//-	R	0	S	R	S	S
Hall (к-63556)	-//-	R	R	MR	R	S	S
Edwin (к-64507)	-//-	MR	R	S	S	S	S

Таблица 3

Характеристика коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы по хозяйственно-ценным признакам, 2016 г.

Название образца	Оригинатор	Продуктивность зерна, г/м ²	Полевая устойчивость к			*ККК, балл	*Седим., мл	*Натура, г/л
			бурой ржавчине	стеблевой ржавчине				
Омская 4, ст-т	Омск	239	S	S	3,5	44	707	
Дока	Краснодар	298	R	MR	3	32	783	
Восторг	Краснодар	180	0	S	3,8	40	762	
CDC Kestrel (к-64169)	Канада	223	R	S	3,2	44	719	
Edwin (к-64507)	США	472	R	MR	3,2	40	736	
KS 96 WGRC 38 (к-65157)	США	268	R	S	3	48	762	
KS 8010-72 (к-63020)	США	232	R	S	3,2	36	721	
KS 92 WGRC 40 (к-65158)	США	288	R	S	3	34	785	
НСП ₀₅		31	-	-	0,1	2	11	

Примечание. *Анализ показателей качества зерна проведён в лаборатории качества зерна ФГБНУ «СибНИИСХ».

При комплексной устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине высокую продуктивность зерна показали образцы Дока (Краснодар) и Edwin (к-64507, США) 298 и 472 г/м² соответственно, достоверно превысив сорт стандарт Омская 4. Устойчивые сортообразцы проанализированы по таким показателям качества зерна, как натура зерна, качество клейковины в кислоте (ККК) и седиментация. Все выделенные устойчивые к бурой ржавчине образцы имели более высокую натуру, то есть выполненное зерно. По остальным показателям – ККК (за исключением образца Восторг) и седиментации (за исключением

сортообразцов CDC Kestrel к-64169, Канада; KS 96 WGRC 38 к-65157, США) – уступили стандартному сорту Омская 4.

Выводы

В результате проведённых исследований были выявлены источники комплексной устойчивости озимой мягкой пшеницы. Резистентность к бурой и стеблевой ржавчине и мучнистой росе проявили сортообразцы Адель и Айвина (оба из Краснодара). Устойчивыми к бурой и стеблевой ржавчине оказались образцы Hall (к-63556, США); KS 92 WGRC16 (к-65617, США); Fantazija (к-65651, Белоруссия); Lasurna

(к-65898), Zluka (к-65902) оба из Украины. Сортообразцы KS 96 WGRC40 (к-65158, США), Дока и Утриш (оба из Краснодара) проявили комплексную устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе. Высокую продуктивность зерна показали образцы Дока (Краснодар) и Edwin (к-64507, США). По показателям качества зерна устойчивые к болезням образцы характеризовались более высокой натурной массой. Но ККК (за исключением образца Восторг) и седиментации (за исключением сортообразцов CDC Kestrel к-64169, Канада; KS 96 WGRC 38 к-65157, США), уступили стандартному сорту Омская 4.

Отдельные образцы вовлечены в скрещивания. Сортообразцы Адель и Айвина (оба из Краснодара) использованы в 2014-2016 гг. в качестве источников комплексной устойчивости. С их участием создано 24 комбинации. Владимирский образец Сплав (к-63117) в течение последних лет вовлечен в скрещивания как источник устойчивости к бурой ржавчине. С его участием создано 14 комбинаций. Американские сортообразцы KS 96 WGRC38 (к-65157), KS 96 WGRC34 (к-65159), KS 8010-72 (к-63020) в 2012-2013 гг. включены в гибридизацию в качестве резистентных к бурой ржавчине образцов, с их участием создано 11 комбинаций. Также при селекции на иммунитет привлечены краснодарские сортообразцы Восторг (7 комбинаций) и Дока (2 комбинации). Полученный гибридный материал проходит дальнейшие этапы селекционного процесса. Он прорабатывается по устойчивости к основным листовым заболеваниям Омской области.

Библиографический список

1. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям // Избранные произведения. – Л., 1967. – Т. II. – С. 260-361.
2. Левитин М.М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 16-17.
3. Мешкова Л.В., Росеева Л.П. Тенденция увеличения вирулентности возбудителя бурой ржавчины пшеницы к эффективным генам устойчивости в Омской области // Современные средства, методы и технологии защиты растений: Международ. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 149-153.

4. Михайлова Л.А., Квитко В.К. Микология и фитопатология: в 4 т. – М.: Колос, 1970. – Т. 3. – 273 с.; Т. 4. – 269 с.

5. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах // Россельхозакадемия. – М., 2000. – 88 с.

6. Johnston, C.O., Browder, L.E. Seventh revision of the international register of physiologic races of *Puccinia recondite* f. sp. tritici // Plant Disease Reporter. – 1966. – Vol. 50. – P. 756-760.

7. Кривченко В.И., Лебедева Т.В., Пеша Х.О. Мучнистая роса злаков // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие / Россельхозакадемия. – М., 2008. – С. 86-105.

References

1. Vavilov N.I. Uchenie ob immunitete rasteniy k infektsionnym zabolevaniyam // Izbrannyye proizvedeniya. T. II. – L., 1967. – S. 260-361.

2. Levitin M.M. Zashchita rasteniy ot bolezney pri globalnom poteplenii // Zashchita i karantin rasteniy. – 2012. – № 8. – S. 16-17.

3. Meshkova L.V., Roseeva L.P. Tendentsiya uvelicheniya virulentnosti vozбудitelya buroy rzhavchiny pshenitsy k effektivnym genam ustoychivosti v Omskoy oblasti // Sovremennyye sredstva, metody i tekhnologii zashchity rasteniy: mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk, 2008. – S. 149-153.

4. Mikhaylova L.A., Kvitko V.K. Mikologiya i fitopatologiya: kniga v 4 t. – M.: Kolos, 1970. – T. 3. – 273 s.; T. 4 – 269 s.

5. Metodika po otsenke ustoychivosti sortov polevykh kultur k boleznyam na infektsionnykh i provokatsionnykh fonakh // Rosselkhozakademiya. – M., 2000. – 88 s.

6. Johnston, C.O., Browder, L.E. Seventh revision of the international register of physiologic races of *Puccinia recondite* f. sp. tritici // Plant Disease Reporter. – 1966. – Vol. 50. – P. 756-760.

7. Krivchenko V.I., Lebedeva T.V., Peshsha Kh.O. Muchnistaya rosa zlakov // Izuchenie geneticheskikh resursov zernovykh kultur po ustoychivosti k vrednym organizmam: metod. posobie / Rosselkhozakademiya. – M., 2008. – S. 86-105.

