

УДК 633.11:632.4+ 631.524.86

ОЦЕНКА И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ
СИНТЕТИЧЕСКОЙ ПШЕНИЦЫ ($2n=42$) КАК НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ
УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ И МУЧНИСТОЙ РОСЕ
В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ*

И.Ф. ЛАПОЧКИНА¹, АДХАМ АЛЬ ЛАББАН², И.Ю. МАКАРОВА,
Н.Р. ГАЙНУЛЛИН¹, А.И. ЖЕМЧУЖИНА^{3**}

(* Московский НИИСХ «Немчиновка» Россельхозакадемии;
² РУДН; ³ Всероссийский институт фитопатологии)

Синтетические пшеницы являются важным источником генетического разнообразия многих хозяйственно ценных признаков для улучшения мягкой пшеницы. Коллекция из 400 образцов синтетической пшеницы, полученная из Национального центра генетических ресурсов США, оценена в условиях Нечерноземной зоны РФ по устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе. В процессе исследования выделены продуктивные образцы с устойчивостью к бурой ржавчине, мучнистой росе и групповой устойчивостью. У некоторых образцов идентифицированы гены устойчивости к бурой ржавчине с использованием методов фитопатологического тестирования и молекулярных маркеров.

Ключевые слова: синтетическая пшеница, бурая ржавчина, мучнистая роса, гены устойчивости, хозяйственно ценные признаки.

Синтетические пшеницы, полученные от скрещивания различных образцов тетраплоидной пшеницы (*T. turgidum*, *T. dicoccum*, *T. durum*) с образцами *Ae. tcnischii*, являются важным источником генетического разнообразия для улучшения мягкой пшеницы (*T. ctestivum*). В геноме синтетических пшениц ($6x=42$) имеются не только гены устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам от D-генома *Le. tauschii*, но генетическое разнообразие A и B — геномов соответствующих генотипов тетраплоидной пшеницы. Массовое создание разнообразных синтетических пшениц осуществили исследователи [5, 8]. Всесторонняя оценка таких генотипов в различных географических точках на различных инфекционных фонах бурой и стеблевой ржавчин, фузариоза, септориоза, корневых гнилей, карнальской головни и тли позволи-

* Исследования поддержаны МНТЦ (проект №3352).

** В работе принимали участие: Коваленко Елизавета Дмитриевна — к. б. н., Всероссийский институт фитопатологии Россельхозакадемии; Руденко Мария Ивановна — к. б. н., Московский НИИСХ «Немчиновка» Россельхозакадемии; Бокельман Гарольд — главный агроном и куратор коллекции зерновых культур департамента сельскохозяйственных исследований США, PhD. Эл. почта: Harold.Bockelman@ars.usda.gov

ли выделить источники устойчивости для использования в селекционном процессе мягкой пшеницы [4, 6, 7, 9]. Благодаря такой всесторонней оценке были выделены генотипы и с групповой устойчивостью к нескольким опасным заболеваниям. Коллекция синтетических пшениц отличается широкой изменчивостью морфологических и физиологических признаков, в т.ч. и по устойчивости к абиотическим стрессам (солеустойчивость, засухоустойчивость, жаростойкость и др.) [11]. Недостатком этих пшениц являются: трудный обмолот колоса и высокорослость растений (более 100 см).

Коллекция из 400 образцов синтетической пшеницы получена из Национального центра генетических ресурсов (NSGC) США (штат Айдахо) для оценки ее в условиях Нечерноземной зоны РФ, где наибольшую опасность представляют такие болезни, как бурая ржавчина, мучнистая роса, фузариоз колоса, септориоз листьев и корневые гнили. Выделение устойчивых к этим заболеваниям генотипов и оценка их по ряду других хозяйственно ценных признаков (высота стебля, устойчивость к полеганию, продуктивность колоса, масса 1000 зерен и качество зерна) является важным этапом исследования в программах по улучшению мягкой пшеницы, в первую очередь по устойчивости к наиболее опасным болезням. Такие генотипы могут быть источником новых генов устойчивости к болезням и редкого сочетания генов, ранее не использованных в селекции.

Методика

Степень поражения образцов мучнистой росой оценивали на провокационном фоне с использованием шкалы [2, 10], а бурой ржавчиной — на искусственном фоне заражения популяцией, включающей весь спектр рас, характерных для Московской области по шкале Mains и Jackson [3]. Провокационный фон по мучнистой росе создавался путем обсева коллекционного питомника тестером восприимчивости (линия Хакасская).

Оценки проводили в динамике. По мучнистой росе и бурой ржавчине проводили по три оценки поражения.

Идентификацию генов устойчивости на стадии проростков проводили методом фитопатологического тестирования с использованием 9 тест-изолятов бурой ржавчины различного происхождения и 44 *Lr*-линий пшеницы с одиночными генами устойчивости, а также с использованием молекулярных маркеров, сцепленных с генами устойчивости к бурой ржавчине *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr34*, *Lr35*, *Lr37*, *Lr39*, *Lr46* и *Lr50*. При проведении ПЦР-анализа придерживались рекомендованных протоколов. Продукты амплификации разделяли методом электрофореза в 2%-м агарозном геле в трис-боратном буфере.

В течение вегетации отмечали дату колошения (при статистической обработке данных — число дней от всходов до колошения), а также отмечали маркерные морфологические признаки: опушение колоса, окраску остей и колоса, наличие / отсутствие опушения на листе и наличие расщепления по этим признакам у образцов.

Структурный анализ проводили по 10 растениям в двух повторностях. Определяли высоту растения, массу зерна с колоса, массу 1000 зерен. Достоверность различий от стандартного сорта рассчитывали по Б.А. Доспехову с использованием программы Excell.

Содержание белка и клейковины в зерне определяли на инфракрасном спектрометре SpectraStar 2400 в аналитической лаборатории Московского НИИСХ «Немчиновка».

Результаты и их обсуждение

Коллекция из 400 образцов синтетической яровой пшеницы была оценена по устойчивости к мучнистой росе (провокационный фон) и бурой ржавчине (искусственный фон заражения) в 2009 и 2010 гг. в полевых условиях. В 2009 г. отмечено эпифитотийное развитие мучнистой росы. Иммуных образцов к этому заболеванию не выявлено. Но 50 образцов из 400 проявили устойчивость (поражение в пределах 5-10%).

По бурой ржавчине обнаружены образцы с различной степенью устойчивости: от высокой восприимчивости (60—80/4) до иммунных (0% поражения). Всего выделено 154 образца с поражением (0-20% и типом реакции 0-2). Выделено 17 образцов с групповой устойчивостью к бурой ржавчине и мучнистой росе.

Распределение 400 образцов синтетической яровой пшеницы по степени поражения бурой ржавчиной за 2009 г. следующее: восприимчивых — 256, устойчивых с поражением соответственно 0-1% — 81; 1-5% — 46; 5-20% — 27; образцов с групповой устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине — 17.

После статистической обработки данных по продуктивности колоса и негативного отбора по зерну для повторных оценок устойчивости в 2010 г. было высеяно 127 образцов (88 с устойчивостью к бурой ржавчине; 23 с устойчивостью к мучнистой росе; 16 с групповой устойчивостью к обоим заболеваниям). Вегетационный период 2010 г. характеризовался повышенными температурами и дефицитом осадков, но обильные утренние росы способствовали эффективному заражению растений при создании инфекционного фона бурой ржавчины и развитию бурой ржавчины в 2010 г. по сравнению с 2009 г. отмечался более высокий уровень поражения бурой ржавчиной стандартных сортов (Лада и Родина), тестера восприимчивости (линия Хакасская) и образцов коллекции синтетической пшеницы.

По итогам иммунологических оценок, в 2009-2010 гг. отобрано 33 образца, устойчивых к мучнистой росе (5-10% поражения), 60 образцов, устойчивых к бурой ржавчине (0-20% поражения), а также 15 образцов с устойчивостью к двум заболеваниям (табл. 1).

Таблица 1

Распределение образцов синтетической яровой пшеницы по устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине по результатам иммунологических оценок в 2009-2010 гг.

Всего образцов	Число образцов с различным уровнем устойчивости к						Число образцов с групповой устойчивостью к обоим болезням	Число образцов, восприимчивых к двум заболеваниям
	мучнистой росе, %			бурой ржавчине, %				
	0-5	5-10	10-15	0-1	1-5	10-20		
127	6	25	2	21	19	20	15	19

Проведена оценка 127 образцов синтетической пшеницы по высоте, массе зерна с главного колоса и массе 1000 зерен в сравнении со стандартными яровыми сортами мягкой пшеницы Лада и Родина. Установлено, что колебание высоты у образцов в 2010 г. было от 68 см (PI 648821) до 122 см (PI 648572). Тридцать два образца из 127 имели достоверно более крупное зерно (масса 1000 зерен 45-50 г), чем у лучшего по этому показателю стандартного сорта Родина (масса 1000 зерен 39,5 г), и 31 образец имел продуктивность главного колоса 1,5-2,2 г. Эти показатели на уровне лучшего стандарта (сорт Родина).

После сравнения результатов оценки устойчивости к изученным болезням с результатами структурного анализа были отобраны лучшие образцы по устойчивости к бурой ржавчине, мучнистой росе и двум болезням, а также по продуктивности, массе 1000 зерен, высоте и числу дней до колошения (табл. 2-4). Из этих лучших образцов 20 были устойчивы к бурой ржавчине (0-10/j); 15 — устойчивы к мучнистой росе (3-10% поражения); 15 образцов были устойчивы к обоим болезням.

Выделены 6 комплексно-устойчивых образцов синтетиков, перспективных для селекционной работы (PI 648837, PI 648724, PI 648851, PI 648860, PI 648679, PI 648588). Некоторые из перечисленных генотипов превышают стандартный сорт по массе 1000 зерен и массе зерна с колоса (PI 648588, PI 648724, PI 648837, PI 648851), а также имеют повышенное содержание белка и клейковины в зерне. К положительным признакам следует отнести высоту растений 75-85 см и число дней до колошения, совпадающее со стандартными сортами.

Для идентификации генов устойчивости к бурой ржавчине 42 образца синтетической пшеницы и 44 Zr-линии пшеницы с одиночными генами устойчивости в фазе первого листа инокулировали урединиоспорами тест-изолятов гриба. В качестве тест-изолятов использовали 9 фенотипов *Puccinia tritici* различного происхождения с разным набором генов вирулентности (табл. 5). Работы по постулированию Lr-генов проводили в камерах искусственного климата при контролируемых условиях (температура, влажность, освещенность).

Получены следующие результаты: восприимчивость ко всем изолятам проявили 8 образцов (PI 648489, PI 648530, PI 648573, PI 648621, PI 648680, PI 648752, PI 648760, PI 648784). Эти данные согласуются с результатами оценок в полевых условиях (поражение болезнью достигало 15-25-50%), а тип реакции на проникновение патогена соответствовал восприимчивому типу (3-4). Исключение составил образец PI 648621, который в полевых условиях на инфекционном фоне проявил высокую устойчивость к бурой ржавчине. Степень поражения не превышала 1%, а тип реакции соответствовал 1 и 2. Вероятно, что устойчивость этого образца определяется наличием генов устойчивости взрослого растения.

Устойчивый тип реакции (0-0; -1) ко всем изолятам на стадии проростков проявили 15 образцов (PI 613310, PI 613322, PI 648527, PI 648588, PI 648611, PI 648612, PI 648650, PI 648651, PI 648655, PI 648663, PI 648724, PI 648787, PI 648851, PI 648859, PI 648860). В поле образцы проявляли иммунитет или устойчивость в пределах (1A-5J) % поражения.

У 20 образцов постулированы 13 генов устойчивости: Lr2c, Lr3ka, Lr9, Lr10, Lr14b, Lr21, Lr25, Lr26, Lr38, Lr40, Lr44, Lr46 и сочетание генов (Lr27+Lr31). Некоторые гены выявлены в сочетании с одним, двумя или тремя неизвестными генами устойчивости (что указано знаком «+» к идентифицированному гену) (табл. 6). У образца PI 613306 предполагается наличие комбинации генов Lr14b+Lr46. В тех случаях, когда идентифицированный ген не является эффективным для Центрального региона (Lr3ka), а образец проявил устойчивость в течение двух лет испытания, мы можем предполагать наличие новых или не идентифицированных генов Lr, обеспечивающих эту устойчивость.

Наибольший интерес для нас представляют образцы PI 648662 и PI 648693, в которых постулированы гены Lr9 и Lr38. В условиях Центрального региона они проявили себя как высокоустойчивые к бурой ржавчине. Возможно, это обусловлено тем, что в популяции этого региона отсутствуют изоляты *Puccinia tritici*, вирулентные к Lr9 и Lr38. Однако гены вирулентности к этим генам устойчивости уже обнаружены в Западной Сибири на сорте Черныя в 2010 г.

Лучшие по комплексу хозяйственно ценных признаков образцы
синтетической пшеницы, устойчивые к бурой ржавчине

№ де- лянки, 2010 г.	Номер каталога NSGC	Признаки											белок в зерне, %	клейкови- на в зер- не, %
		М.р. 09/10**	Б.р. 09–10***	число дней до коло- шения	высота растений, см	число колосков, шт.	длина колоса, см	масса 1000 зерен, г	масса зерна с колоса, г	число зерен с колоса, шт.	число зерен с колоса, шт.	белок в зерне, %		
1	PI 369659	25/10	0–1/0 ₁	57	105,0*	12,9	10,5	57,5*	1,53	29,9	—	—	—	—
4	PI 613306	70/10	0–1/0 ₁	55	107,5*	14,9	8,5	47,5*	2,28	47,8	—	—	—	—
5	PI 613310	30/7	1/1–5/1	56	92,5*	14,1	10,8	47,5*	1,97	41,0	—	—	—	—
9	PI 613322	30/15	0–1/0 ₁	54	83,0	13,6	9,3	43,0	2,02	47,0	—	—	—	—
14	PI 648527	30/7	0–0	56	80,0	12,7	9,1	46,5*	1,50	32,3	—	—	—	—
50	PI 648603	25/5	10/2–0	55	97,5*	13,7	9,9	48,5*	1,88	39,4	—	—	—	—
54	PI 648611	50/20	0–1/0 ₁	63	112,5*	16,3	11,5	42,0	1,99	47,7	—	—	—	—
55	PI 648612	40/10	15/2–0	61	102,5*	15,7	11,4	44,5	1,65	38,4	—	—	—	—
56	PI 648621	25/10	1/1–2–1/2	52	90,0*	13,2	8,9	45,5*	2,26	49,6	—	—	—	—
60	PI 648633	40/15	1/1–2–0	63	87,5	12,5	9,0	49,0*	1,62	33,7	—	—	—	—
62	PI 648645	15/5	0–5/1–2	55	97,5	17,3	10,9	45,0	2,61*	57,9	—	—	—	—
65	PI 648650	15/10	1/1–1/0 ₁	54	102,5*	13,7	8,8	37,5	1,45	39,2	—	—	—	—
66	PI 648651	20/10	1/0–1/0 ₁	60	90,0*	14,5	8,5	41,0	1,66	41,3	—	—	—	—
67	PI 648655	25/7	0–0	52	87,5	14,1	9,2	43,0	1,87	44,0	—	—	—	—
68	PI 648656	50/15	1/1–0	58	90,0*	15,8	9,0	40,0	1,83	46,5	—	—	—	—
71	PI 648662	50/20	1/0–10/2	52	85,0	16,4	10,8	44,5	2,79*	62,7*	—	—	—	—
72	PI 648663	20/7	10/2–5/1	52	102,5*	18,4	10,7	37,0	2,01	54,0	—	—	—	—
79	PI 648693	25/10	1/1–1/1	54	82,5	13,4	7,3	46,0*	2,00	43,5	—	—	—	—
90	PI 648752	50/5	1/1–15/2	54	87,5	15,7	9,0	44,5	2,25	52,2	—	—	—	—
102	PI 648821	25/10	0–1/1	55	67,5	12,0	9,4	48,0*	1,535	32,3	—	—	—	—
128	Родина	80/40	70–80	56	72,5	17,2	9,4	39,5	2,05	51,3	—	—	—	—
129	Лада	–/усл 0	5–70	54	75,0	17,1	10,2	34,0	1,43	41,9	—	—	—	—
	НСР ₀₅	—	—	—	13,2	1,85	1,35	5,60	0,55	10,8	—	—	—	—

Примечание. Здесь и далее в таблицах: * достоверное значение по сравнению со стандартами; Мр 09/10** — % поражения мучнистой росой в 2009 и 2010 году; Бр 09–10*** — % поражения и тип реакции на проникновения гриба в 2009 и 2010 гг.

Лучшие по комплексу хозяйственно ценных признаков образцы
синтетической пшеницы, устойчивые к мучнистой росе

№ де- лянки, 2010 г.	Номер каталога NSGC	Признаки										белок в зерне, %	клейкови- на в зер- не, %
		М.р, 09/10**	Б.р, 09–10***	число дней до коло- шения	высота расте- ний, см	число колос- ков, шт,	длина колоса, см	масса 1000 зерен, г	масса зерна с колоса, г	число зерен с колоса, шт,			
11	PI 648489	7/5	60–60/2	54	80,0	11,8	9,3	46,0*	1,55	31,8	23,6	41,7	
16	PI 648530	7/5	25/3–80/2	58	92,5*	15,1	11,1	50,0*	1,86	36,9	22,3	39,3	
30	PI 648572	7/0	1/2,3–80/4	58	122,5*	14,5	10,4	38,5	1,75	46,3	18,5	30,7	
31	PI 648573	5/1	1/2,3–25/3	61	112,5*	13,5	9,6	44,5	1,08	24,8	20,9	39,0	
45	PI 648598	10/5	5/2–40/3	61	87,5	13,9	11,8	4,80*	1,98*	46,6	20,2	36,0	
75	PI 648680	10/7	5/1,15/2,3	62	92,5*	13,5	9,5	47,5*	1,90	40,0	18,7	34,6	
87	PI 648726	15/0	5/2,30/3	53	87,5	13,8	10,5	45,5*	2,42	53,0	19,7	35,7	
91	PI 648756	10/0	50–60	54	70,0	13,4	10,4	49,5*	1,80	37,0	23,1	43,6	
92	PI 648757	10/5	30/2–60/4	58	72,5	15,7	9,5	41,0	1,68	40,5	—	—	
95	PI 648767	5/0	40/4–1/0,1	53	80,0	12,2	9,9	49,5*	1,55	31,3	22,6	42,1	
98	PI 648784	10/1	20/3–60/4	59	71,0	13,5	10,1	51,5*	1,6	31,5	18,0	33,0	
100	PI 648808	5/0	30/2,3–40/2,3	53	80,0	12,7	10,5	38,0	1,17	31,6	20,5	39,6	
103	PI 648822	10/3	40/3–60/4	52	92,5*	10,3	8,7	49,5*	1,65	33,0	18,9	33,8	
107	PI 648827	3/1	25/3–60/4	52	82,5	13,5	11,5	38,5	1,52	39,2	22,8	44,1	
111	PI 648836	10/5	40/2,4	61	77,5	13,5	8,2	44,0	1,62	36,1	14,5	29,1	
128	Родина	80/40	70–80	56	72,5	17,2	9,4	39,5	2,05	51,3	14,3	26,8	
129	Лада	—/усл 0	5–70/4	54	75,0	17,1	10,2	34,0	1,43	41,9	12,5	22,1	
	НСР ₀₅	—	—	—	13,2	1,85	1,35	5,6	0,55	10,8	—	—	

**Количественные и качественные признаки лучших образцов синтетической пшеницы
с групповой устойчивостью к мучнистой росе и бурой ржавчине**

№ дел- лянки, 2010 г.	Номер каталога NSGC	Признаки										
		М.р. 09/10**	Б.р. 09–10***	число дней до коло- шения	высота расте- ний, см	число колос- ков, шт.	длина колоса, см	масса 1000 зерен, г	масса зерна с колоса, г	число зерен с колоса, шт.	белок в зерне, %	клейкови- на в зер- не, %
40	PI 648588	10/10	0-0	60	102,5*	15,5	10,0	45,5*	2,00*	45,2	20,4	39,0
44	PI 648597	10/10	0–1/2	59	87,5	12,7	10,4	35,5	1,12	46,1	—	—
46	PI 648599	10/5	1/1–1/0,-1	61	92,5*	12,6	9,6	45,0	1,35	29,8	—	—
74	PI 648679	10/7	5/1,-2–1/1,-2	61	85,0	14,0	10,2	44,5	1,87	41,6	17,8	33,2
85	PI 648724	15/5	0–0;	54	82,5	15,3	9,9	50,5*	2,71*	53,7	16,8	28,3
94	PI 648760	5/3	5–20/2	53	75,0	12,4	9,0	47,5*	1,46	30,5	24,2	46,5
99	PI 648787	15/15	1/0,-10/2	56	72,5	11,3	8,7	50,0*	1,29	26,0	—	—
106	PI 648826	5/3	1/1–15/1,-2	53	80,0	9,9	8,5	27,0	0,63	22,3	—	—
112	PI 648837	15/10	5/2–5/1	58	75,0	11,8	9,6	49,0*	1,77	36,1	—	—
114	PI 648840	15/1	5/1,-1–20/1,-2	57	77,5	12,3	8,1	47,0*	1,34	28,3	18,4	34,5
116	PI 648842	15/5	0-0	55	80,0	12,8	9,6	44,0	1,55	35,2	—	—
119	PI 648851	15/5	0-0	60	75,0	13,9	9,3	49,0*	1,99*	40,7	—	—
121	PI 648858	15/0	10/2–10/2	58	77,5	12,0	8,8	43,5	1,40	29,1	18,3	34,9
122	PI 648859	10/0	1/0,-5/2	57	77,5	11,3	8,7	42,5	1,29	30,3	16,3	31,0
123	PI 648860	7/5	1/0,-0	60	82,5	13,7	10,1	40,5	1,93	49,1	—	—
128	Родина	80/40	70–80	56	72,5	17,2	9,4	39,5	2,05	51,3	14,3	26,8
129	Лада (st)	—/0	5–70/4	54	75,0	17,1	10,2	34,0	1,43	41,9	12,5	22,1
	НСР ₀₅	—	—	—	13,2	1,85	1,35	5,60	0,55	10,8	—	—

Таблица 5

**Тест-изоляты бурой ржавчины, использованные
для постулирования генов устойчивости у образцов синтетической пшеницы**

Изолят	Гены вирулентности	Происхождение (год, регион, сорт)
548-2	1, 2а, 2б, 2с, 3а, 3bg, 3ка, 10, 11, 14а, 15, 17, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 27+31, 30, 33, 39, 40, 46 В	2005, Нижняя Волга, Саратовская 42
624-1	1, 2а, 2б, 2с, 3а, 3bg, 10, 11, 14а, 14б, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 36, 39, 40, В	2006, Центральный, Московская 39
625-1	1, 2а, 2б, 2с, 3а, 3bg, 3ка, 10, 11, 14а, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 26, 30, 33, В	2006, Центральный, Московская 39
683-3	1, 2б, 2с, 3а, 3bg, 3ка, 10, 11, 14а, 17, 18, 23, 25, 27+31, 30, 33, 36, 39, 40, В	2008, Центральный, Памяти Федина
690-4	1, 2б, 2с, 3а, 3bg, 10, 14а, 15, 17, 18, 20, 23, 25, 26, 27+31, 30, 33, 39, 40, В	2008, Северный Кавказ, Т. durum
697-1	1, 3а, 3bg, 10, 11, 14а, 14б, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27+31, 30, 33, 39, 40, 44, В	2008, Центральнo-Черноземный, Мироновская 808
716-4	1, 2б, 2с, 3а, 3bg, 3ка, 11, 14а, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 27+31, 30, 33, 39, 40, В	2008, Среднее Поволжье, Безенчукская 5
716-12	1, 2а, 2б, 2с, 3а, 3bg, 3ка, 14а, 14б, 17, 18, 21, 23, 25, 26, 27+31, 30, 32, 33, 39, 40, 46, В	2008, Среднее Поволжье, Безенчукская 5
730-13	1, 2а, 2б, 2с, 3а, 3bg, 3ка, 9, 10, 14а, 14б, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 27+31, 30, 32, 33, 38, 39, 40, В	2010, Западная Сибирь, Чернява

Таблица 6

**Результаты постулирования генов устойчивости к бурой ржавчине
с использованием тест-патотипов гриба**

Каталожный номер образца синтетической пшеницы коллекции NSGC USDA-ARS	Постулированные гены <i>Lr</i>	Поражение образца в полевых условиях (2009-2010)	Процент поражения почти изогенных линий с соответствующими <i>Lr</i> -генами на инфекционном фоне бурой ржавчины (2008-2010)
1	2	3	4
PI 648489, PI 648530, PI 648573, PI 648680, PI 648752, PI 648760, PI 648784	Гены не идентифицированы из-за восприимчивой реакции ко всем изолятам гриба на стадии проростков	60,80, 25/ ₃ , 20/ ₂ 15/ ₂ , 20/ _{2,3} 60	—
PI 648621		1/i	—

1	2	3	4
PI 613310, PI 613322, PI 648527, PI 648588, PI 648611, PI 648612, PI 648650, PI 648651, PI 648655, PI 648663, PI 648724, PI 648787, PI 648851, PI 648859, PI 648860	Гены не идентифицированы из-за исключительно устойчивой реакции к проникновению всех изолятов гриба	1/1, 1/1 0, 0, 0; 0, 1/1, 1/0; 0, 5/1, 0; 10/2 0, 5/2 1/0;	—
PI 648808	Lr 2c	30–40/2-3	25–30
PI 648603	Lr 36	10/2–0	0
PI 648633	Lr 36+	1/1-2–0	0
PI 648837, PI 648840	Lr 44	5/1-2, 5/1–20/2	10/4–20/2
PI 648645	Lr 46	0–5/1-2	5/1–10/2
PI 648821	Lr 3ka	0 –1/1	40/4–60/3
PI 648599	Lr 3ka++	1/1–1/1	40/4–60/3
PI 648572	Lr 10+	1/3–80	40/4–70/3
PI 648767	Lr 21+	40–1/1	5/1–40/3
PI 648598, PI 648757, PI 648822, PI 648827	Lr 27+Lr 31	5/2, 30/2–60 40/3, 25/3	0–1/2
PI 648679	Lr 21++	5/1–1/1	5/1–40/3
PI 648842	Lr 21+++	0–0	
PI 648726	Lr 25++	5/2–30/3	50/3–60/3
PI 613306	Lr 14b + Lr 46	0–1	Lr14b — 40/4–60/3
PI 648662, PI 648693	Lr 9, Lr 38	1/0;–10/2, 1/1–1/1	Lr9 –0, Lr38 –0

38 образцов синтетической пшеницы были протестированы на наличие генов *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr34*, *Lr35*, *Lr37*, *Lr39*, *Lr46* и *Lr50* с использованием молекулярных маркеров. Ген *Lr10* идентифицирован у двух образцов (PI 648580, PI 648588), а ген *Lr19* — у шести образцов (PI648561, PI648608, PI 648580, PI648581, PI648588). Образец PI 648588, у которого обнаружены оба гена устойчивости и который проявил иммунитет при заражении изолятами гриба на стадии проростков и в поле (0% поражения), также может использоваться в улучшении мягкой пшеницы по признаку устойчивости к бурой ржавчине.

Заключение

Пятьдесят образцов синтетической пшеницы с комплексом хозяйственно ценных признаков могут использоваться в качестве новых источников устойчивости к бурой ржавчине, мучнистой росе, а также признаков продуктивности и качества зерна в селекции мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне.

Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: М.: Колос, 1979. 416 с.
2. Захаренко В.А., Медведев А.М., Ерохина С.А. и др. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах. М., 2000. 88 с.
3. Mains E.B., Jackson H.S. Physiologic specialization on the leaf rust of wheat *Puccinia triticina* Erikss. // *Phytopathology*, 1926. V. 16. № 1. P. 89-120.
4. Mujeeb-Kazi A, Fuentes-Da'ila G, Villareal R.L., Cortes A, Rosas V. and Delgado R. Registration of 10 synthetic hexaploid wheat and six bread wheat genotypes resistant to kamal bunt // *Crop Sci.*, 2001. V. 41. P. 1652-1653.
5. Mujeeb-Kazi A., Rosas V. and Roldan S. Conservation of the genetic variation of *Triticum tauschii* (Coss.) Schmalh. (*Aegilops squarrosa* auct. non L.) in synthetic hexaploid wheats (7: *turgidum* L. s.lat. x *T. tauschii*; 2n=6x=42, AABBDD) and its potential utilization for wheat improvement // *Genet. Res. Crop. Evol.*, 1996. V. 43. P. 129-134.
6. Mujeeb-Kazi A., Gilchrist L.J., Villareal R.L. and Delgado R. Registration of ten wheat genotypes resistant to *Septoria tritici* leaf blotch // *Crop Sci.*, 2000. V 40. P. 590-591.
7. Mujeeb-Kazi B., Skovmand M., Henry R. Delgado, and S. Cano//New synthetic hexaploids (*Triticum dicoccum*/Aegilops tauschii): their production, cytology, and utilization as a source for Russian Wheat Aphid resistance // *AWN*, 2000. V 46. P. 79-81.
8. Mujeeb-Kazi G., Fuentes-Davila R., Delgado V, Rosas S., Cano A., Cortes L. Juarez and J. Sanchez. Current status of D-genome based, synthetic, hexaploid wheats and the characterization of an elite subset // *AWN*, 2000. V. 46. P. 76-79.
9. Nicol J.M. and Mujeeb-Kazi A. Exploiting synthetic hexaploids for improving wheat resistance to crown rot (*Fusarium graminearum* — Group 1) and common root rot (*Bipolaris sorokiniana*) // *AWN*, 2000. V. 46. P. 93-95.
10. Saari E.E. and Prescott J.M. A scale for appraising for foliar intensity of wheat diseases // *Plant Diseases Reporter*, 1975. V. 59. P. 377-380.
11. Villareal R.L., Savre K, Banuelos O. and Mujeeb-Kazi A. Registration of four synthetic hexaploid wheat (*Triticum turgidum*/Aegilops tauschii) genotypes resistant to waterlogging // *Crop Sci.*, 2001. V. 41. P. 274.

Рецензент — д. б. н. В.В. Пыльнев

SUMMARY

Synthetic wheat varieties are an important source of genetic diversity of many economic, valuable characteristics for soft wheat improving. Collection of 400 synthetic wheat samples, brought from National Centre of Genetic Resources, the USA, has been assessed under conditions of non-black soil area in Russian Federation, by its resistance to both brown rust and powdery mildew. Upon the investigation productive samples having resistance to both brown rust and powdery mildew, and also having group resistance, are marked out. Genes of resistance to brown rust have been identified in some samples, methods of phyto-pathologic testing and molecular markers having been used.

Key words, synthetic wheat, brown rust, powdery mildew, resistance genes, economic, valuable characteristics.

Лапочкина Инна Федоровна — д. б. н., Московский НИИСХ «Немчиновка» Россельхозакадемии. Эл. почта: inna-lapochkina@yandex.ru

Адхам Аль Лаббан — асп. кафедры генетики, растениеводства и защиты растений. Российский университет дружбы народов. Эл. почта: adham_79@mail.ru

Макарова Ирина Юрьевна — к. б. н., Московский НИИСХ «Немчиновка» Россельхозакадемии.

Гайнуллин Наиль Рифкатович — к. б. н., Московский НИИСХ «Немчиновка» Россельхозакадемии.

Жемчужина Альбина Ивановна — к. б. н., Всероссийский институт фитопатологии.