
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 633.11:631.523.11:632.938

Л.Я. Плотникова, А.Т. Айдосова, А.Н. Рыспекова, А.Ю. Мясников

ИНТРОГРЕССИВНЫЕ ЛИНИИ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ГЕНАМИ ПЫРЕЯ УДЛИНЕННОГО *AGROPYRON ELONGATUM*, УСТОЙЧИВЫЕ К ЛИСТОВЫМ БОЛЕЗНЯМ, НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Получен набор интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы с генами пырея удлинненного *Agropyron elongatum*. Линии отличались удлинненным вегетационным периодом, но имели продуктивность на уровне или выше сортов-стандартов. Лучшие линии отличались групповой устойчивостью к распространенным на юге Западной Сибири болезням: мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчине, септориозу и гельминтоспориозу.

Ключевые слова: *Agropyron elongatum*, интрогрессивные линии, устойчивость к болезням.

Введение

Мягкая пшеница *Triticum aestivum* L. – важнейшая продовольственная и фуражная культура России. Одним из факторов, препятствующих повышению урожайности пшеницы, является регулярное преодоление устойчивости к болезням патогенными грибами и развитие эпифитотий. Общеизвестным приемом защиты урожая является использование в производстве устойчивых к болезням сортов, для чего актуально планомерное пополнение генофонда пшеницы генами диких злаков. По доступности использования в селекции злаки условно разделены на первичный, вторичный и третичный генофонды. В третичный генофонд входят виды далеких в филогенетическом отношении от пшеницы родов: *Hordeum*, *Haynaldia* и *Agropyron*. Перенос их генов в геном мягкой пшеницы крайне затруднен [1].

Одним из перспективных источников генов устойчивости к листовым болезням является вид пырей удлинненный *Agropyron elongatum* (Host.) Beauv. Для облегчения переноса генов пырея используют генетический мостик в форме пшенично-пырейных гибридов (ППГ), затем создают интрогрессивные линии пшеницы, несущие фрагменты хромосом *A. elongatum* [2]. Впервые работы по скрещиванию видов рода *Agropyron* с пшеницей были проведены в Главном ботаническом саду РАН под руководством академика Н.В. Цицина. Пшенично-пырейные гибриды (ППГ) были затем использованы для создания многолетних и однолетних зернокармливых форм [3].

В Омском государственном аграрном университете им. П.А. Столыпина (ОмГАУ им. П.А. Столыпина) начальные этапы работы по созданию ППГ были осуществлены кандидатом сельскохозяйственных наук Г.М. Серюковым. На первой стадии были получены межвидовые гибриды сорта твердой пшеницы *Triticum durum* Desf. Алтайская Нива и *A. elongatum*; затем их скрестили с сортом мягкой пшеницы *T. aestivum* Пиротрикс 28. После семи циклов самоопыления были получены стабильные формы с яровым образом жизни (ус-

ловное название «промежуточный гибрид» – ПГ). Эти формы были использованы для создания интрогрессивных линий мягкой пшеницы, устойчивых к комплексу листовых болезней.

Целью работы было создание интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генами *A. elongatum* и изучение их агрономических свойств и устойчивости к болезням на юге Западной Сибири.

Объекты и методы

Объектами исследований служили три образца пырея удлиненного *A. elongatum*, полученные из Главного ботанического сада РАН, а также интрогрессивные линии и сорта-стандарты яровой мягкой пшеницы: Памяти Азиева (среднеранней группы), Дуэт (средне-спелой группы) и сорт среднепоздней группы Эритроспермум 59. Для улучшения хозяйственно-ценных свойств линий были проведены насыщающие скрещивания ППГ с местными сортами пшеницы: Нива 2, Чернява 13, Соната, Лютесценс 444 (поколения В), их чередовали с самоопылением (поколения С).

Исследования проводили в лесостепной зоне юга Западной Сибири на стационаре лаборатории селекции яровой пшеницы и озимого тритикале ОмГАУ им. П.А. Столыпина (г. Омск) в 2013–2014 гг. Посев проводили в первой декаде мая при норме высева 40 зерен/1 п.м. в однократной повторности по зерновым предшественникам на глубину 4–5 см. Фенологические наблюдения и структурный анализ снопового материала проводили по общепринятым методикам. Развитие болезней оценивали по шкалам, рекомендованным Всероссийским институтом растениеводства им. Н.А. Вавилова (ВИР) [4]. Устойчивость к мучнистой росе определяли по модифицированной шкале Прескотта и Саери (балл 9 – иммунитет, 1–0 восприимчивость). Поражение бурой и стеблевой ржавчинами оценивали по типу реакции (балл 0 – иммунитет, 4 – восприимчивость) и степени поражения листьев или стеблей (%). Поражение септориозом оценивали отдельно по листьям и колосьям (0% – иммунитет, 100 – высокая восприимчивость). Поражение гельминтоспориозом определяли по 5-балльной шкале (балл 0 – иммунитет, 4 – восприимчивость).

Результаты и их обсуждение

Дикий вид *A. elongatum* отличается многолетним образом жизни, высокой устойчивостью к болезням и абиотическим факторам (засухе и экстремальным температурам), но имеет низкую продуктивность, мелкое зерно, ломкий колос и плохие хлебопекарные качества. Полезные признаки тесно сцеплены с отрицательными свойствами, поэтому создание интрогрессивных линий с генами пырея удлиненного – длительный и трудоемкий процесс. Для улучшения хозяйственно-ценных признаков проводят длительные циклы насыщающих скрещиваний [3].

Были изучены признаки исходных образцов *A. elongatum*, а также улучшенных интрогрессивных линий, полученных в результате многолетней работы. Образцы пырея отличались длинным колосом с мелким зерном. ППГ ранних поколений имели промежуточную форму колоса между пырейной и пшеничной, длинный вегетационный период (до 120 сут.) и мелкое зерно [5]. После 3–5 скрещиваний и самоопыления удалось получить линии с пшеничным типом колоса и крупным зерном (рисунок).

Сезон 2013 г. был благоприятным для развития растений: обильные осадки выпали в конце мая, во второй половине июля и первой декаде августа, а средние температуры были близки к многолетним. Сезон 2014 г. был засушливым, существенные осадки наблюдались во второй декаде августа. Это привело к нарушению морфогенеза части образцов пшеницы и снижению их продуктивности. Пониженные температуры в июне и августе привели к удлинению вегетационного периода образцов. Условия способствовали развитию комплекса листовых болезней, за исключением развития стеблевой ржавчины в 2013 г.

В исследования были включены 47 (2013) и 65 (2014) интрогрессивных линий пшеницы. Приведены данные по лучшим линиям, выделившимся по вегетационному периоду, продуктивности и устойчивости к болезням (таблица). Результаты экспериментов показали, что в условиях 2013–2014 гг. вегетационный период сортов-стандартов пшеницы, принадлежащих к разным группам спелости, различался на 4–6 суток.

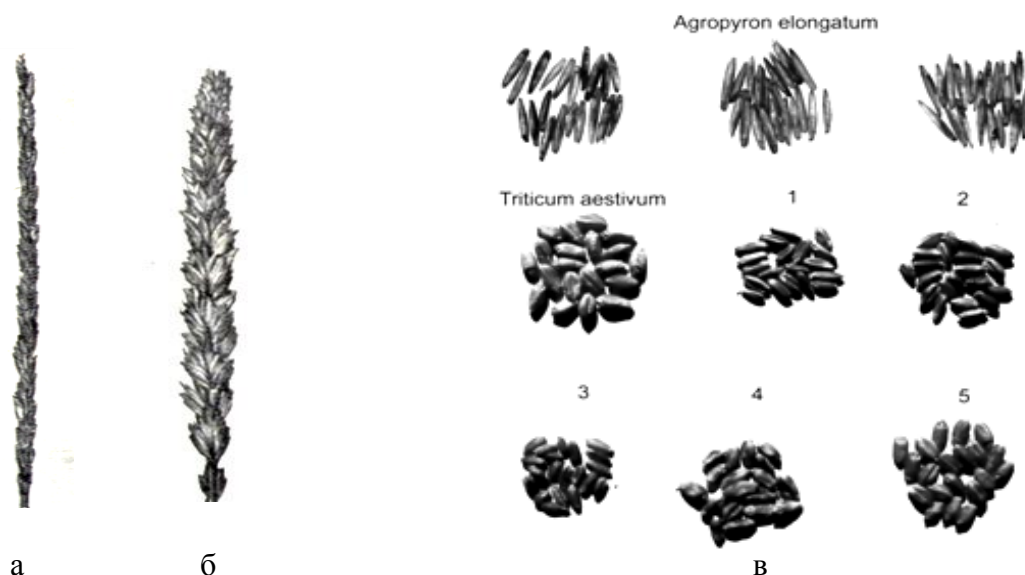
Вегетационный период, продуктивность и оценка развития болезней
(образцы штыря удлиненного, сорта пшеницы и интрогрессивные линии пшеницы, 2013–2014 гг.)

№ п/п	Образец, происхождение*	Вегетационный период, сут.**	Продуктивность, г**	Устойчивость к мучнистой росе, балл		Поражение болезнями				гельминтоспориоз, балл			
				2013 г.	2014 г.	бурая ржавчина, балл/%	стеблевая ржавчина, балл/%	септориоз, листья/колос, %		2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
								2013 г.	2014 г.				
	Агроругон elongatum, Россия	многолетний	0,28	9	9	0	0	0	0	0	0	0	
	A. elongatum, США	многолетний	0,39	9	9	0	0	0	0	0	0	0	
	A. elongatum, Африка	многолетний	0,21	9	9	0	0	0	0	0	0	0	
	Памяти Азиева – стандарт	80	1,14	2	4	4/50	4/20	4/50	10/25	25/25	1	4	
	Дуэт – стандарт	86	1,39	4	5	4/5	4/30	4/40	10/10	25/25	2	1	
	Эригроспермум 59	84	1,45	4	7	0	4/5	4/30	10/25	25/25	1	1	
1	C2B2 ПГ × Лют. 444 × Черьява 13	90	2,26	5	7	4/10	0	–	10/15	5/10	1	0	
9	C2B4 ПГ × Соната	90	1,95	4	5	4/20	0	–	10/25	10/5	1	0	
11	C2B2 ПГ × Лют. 444 × Черьява 13	90	1,58	4	5	4/20	0	0	10/25	10/25	2	1	
15	C2B4 ПГ × Черьява 13	90	1,75	5	8	4/50	4/30	0	10/25	10/0	1	1	
20	C2B2 ПГ × Лют. 444 × Черьява 13	94	0,96	6	5	4/40	4/0	0	10/10	10/5	1	0	
21	C2B3 ПГ × Черьява 13	96	1,64	6	1	4/30	4/20	0	5/25	10/0	2	1	
23	C2B3 ПГ × Черьява 13 × Нива 2 × Голубковская	91	1,52	3	5	4/40	4/10	4/10	10/25	10/10	1	1	
29	C2B4 ПГ × Черьява 13	92	1,52	6	5	4/5	0	–	5/10	15/10	1	1	

* ПГ – промежуточный гибрид С7 [Triticum durum Desf. Алгайская Нива × A. elongatum] × T. aestivum Пиротрикс 28; С – самоопыление; В – насыщающие скрещивания; Лют. – Люгесденс.

** Средние за 2013 и 2014 гг.

Жесткая засуха и высокие температуры в мае 2014 г. привели к нарушению формирования продуктивных стеблей у среднеранних и среднеспелых сортов пшеницы, в результате их средняя за 2 года продуктивность была низкой: у сорта Памяти Азиева – 1,14 г, у Дуэта – 1,39 г. Выпадение осадков в августе замедлило созревание растений, но способствовало наливу зерна у линий с поздним сроком созревания (таблица).



Образцы: а – Колосья *Agropyron elongatum*; б – колосья *Triticum aestivum*; в – зерно образцов: 1–5 – интрогрессивные линии пшеницы

Интрогрессивные линии пшеницы по оценкам двух лет вошли в позднеспелую группу и созревали на 4–8 сут позже сорта Эритроспермум 59. Лучшие линии с генами *A. elongatum* имели более высокую продуктивность по сравнению со стандартами, кроме линии № 20 (0,96 г/ раст.). Лучшими по продуктивности были линии № 1, 9, 15.

Структурный анализ позволяет выделить элементы структуры, существенно влияющие на продуктивность растений. У сортов Памяти Азиева и Эритроспермум 59 продуктивность определялась преимущественно числом зерен главного колоса и массой 1000 зерен. Стандарт Дуэт имел большое число зерен главного колоса, высокую массу 1000 зерен и массу главного колоса. Характерными чертами линий были высокое число продуктивных стеблей, у большинства отмечена высокая масса 1000 зерен и число зерен главного колоса.

Образцы пырея удлиненного были иммунны к комплексу болезней, хотя их продуктивность была очень низкой (таблица). Сорт Памяти Азиева был восприимчив ко всем болезням. Сорт Дуэт в средней степени поражался мучнистой росой, был устойчив к бурой ржавчине в 2013 г., но поразился болезнью в 2014 г. Лучшим среди сортов по устойчивости был Эритроспермум 59, который продемонстрировал среднюю устойчивость к мучнистой росе и высокую – к бурой ржавчине и гельминтоспориозу. Все сорта пшеницы по оценкам 2014 г. были восприимчивы к стеблевой ржавчине.

При проведении насыщающих скрещиваний происходит улучшение агрономических свойств растений, но возможно разделение генов устойчивости к разным болезням между линиями. В отличие от сортов пшеницы, большинство интрогрессивных линий было устойчиво к стеблевой ржавчине. Стабильную устойчивость к мучнистой росе проявили линии № 1, 15, 20, 29; к бурой ржавчине – № 1 и 29; к септориозу – № 1, 20, 21, 29; к гельминтоспориозу – № 1, 9, 15, 20, 23, 29.

Лучшие линии обладали высокой групповой устойчивостью к болезням. Линия № 1 помимо высокой продуктивности проявила групповую устойчивость ко всем болезням в течение двух лет исследований. Линия № 20 показала устойчивость к мучнистой росе, стебле-

вой ржавчине, септориозу и гельминтоспориозу, а также высокую устойчивость к бурой ржавчине в 2014 г. Линия № 23 была устойчива к трем болезням: стеблевой ржавчине, септориозу, гельминтоспориозу, в 2014 г. линия проявила устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине. Линия № 21 показала устойчивость к стеблевой ржавчине, септориозу и мучнистой росе в 2013 г.

Таким образом, нами были получены улучшенные интрогрессивные линии яровой мягкой пшеницы, отличающиеся групповой устойчивостью к 3–5 болезням и высокой продуктивностью. Это свидетельствует о том, что удалось разорвать сцепление со значительной долей отрицательных признаков пырея. Данные образцы целесообразно использовать в селекционных программах для обогащения резерва генов устойчивости пшеницы.

Выводы

1. Образцы пырея удлиненного *Agropyron elongatum* были иммунны к комплексу листовых болезней в Западной Сибири.
2. Лучшие линии с генами *A. elongatum*:
 - относились к позднеспелой группе спелости;
 - по продуктивности были на уровне стандартов или превышали ее в 1,1–1,4 раза;
 - продуктивность линий обеспечивалась повышенным числом продуктивных стеблей, числом зерен главного колоса и массой 1000 зерен.
3. Выделены лучшие по продуктивности линии с групповой устойчивостью к болезням:
 - к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчине, септориозу и гельминтоспориозу – № 29;
 - мучнистой росе, бурой ржавчине, септориозу и гельминтоспориозу – № 1, 20;
 - мучнистой росе, стеблевой ржавчине, септориозу, гельминтоспориозу – № 15, 20;
 - стеблевой ржавчине, септориозу – № 21;
 - стеблевой ржавчине, септориозу, гельминтоспориозу – № 15, 23;
 - стеблевой ржавчине – № 11, 15, 20, 21, 23.

Список литературы

1. Friebe B., Jiang J., Knott D.R., Gill B.S. Compensation indices of radiation-induced wheat – *Agropyron elongatum* translocations conferring resistance to leaf rust and stem rust Crop Sci., 1994. – V. 34. – P. 400–404.
2. Сюков, В.В. Генетические аспекты селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье : автореф. дис. ... д-ра. биол. наук / Сюков Валерий Владимирович. – Саратов, 2003. – 56 с.
3. Проблемы отдаленной гибридизации / Н.В. Цицин, В.Ф. Любимова, А.Б. Маслов, М.А. Махалин // Проблемы отдаленной гибридизации. – М., 1979. – 5–20 с.
4. Методика оценки устойчивости. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам : методич. пособие / под ред. Е.Е. Радченко. – М. : Россельхозакадемия, 2007. – 430 с.
5. Семеренко, М.В. Хозяйственно-ценные признаки пшенично-пырейных гибридов, созданных селекционерами Омского аграрного университета / М.В. Семеренко // Сборник студенческой научно-практической конференции. – Тара, 2000. – 6 с.

SUMMARY

L.Y. Plotnikova, A.T. Aidosova, A.N. Rispekova, A.U. Myasnikov

Introgressive lines of common wheat with genes of wheat grass *Agropyron elongatum* resistant to leaf diseases in the south West Siberia

The set of introgressive lines of spring common wheat with genes of *Agropyron elongatum* was obtained. Lines had prolonged vegetation period, but were at or above standards in productivity. The best lines demonstrated group resistance to powdery mildew, leaf and stem and winter wheat leaf blotch in the South of Western Siberia.

Keywords: *Agropyron elongatum*, introgressive lines, disease resistance.