

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНТРОГРЕССИВНЫЕ ЛИНИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
С ГЕНАМИ *AGROPYRON ELONGATUM* УСТОЙЧИВЫЕ К СЕПТОРИОЗУ
В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Плотникова Л.Я., Сагендыкова А.Т., Бережкова Г.А.

Реферат. В Западной Сибири была оценена устойчивость к септориозу образцов пырея удлиненного *Agropyron elongatum* и интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы с его генами, созданных в Омском государственном аграрном университете. Эксперименты проводили в полевых условиях в лесостепной зоне юга Западной Сибири (г. Омск) в 2013–2016 гг. на ежегодном естественном инфекционном фоне. В 2013 г. проявления септориоза были слабыми, в 2014–2015 – умеренными, а в 2016 г. развилась эпифитотия, приведшая к сильному поражению сортов западносибирской селекции. Образцы *A. elongatum* проявили иммунитет к болезням. В 2013 г. были выделены 15 перспективных линий пшеницы, проявивших высокую или среднюю устойчивость к грибу *Septoria tritici*, вызывающему пятнистости листьев, а также *Parastagonospora nodorum*, поражающему листья и колос. Линии преимущественно входили в среднеспелую или среднепозднюю группы. По результатам четырехлетних экспериментов в контрастных погодных условиях лучшие линии в среднем показали продуктивность более высокую, чем у сортов-стандартов или сравнимую с ними, преимущественно за счет повышенного числа продуктивных стеблей растения и высокой массы 1000 зерен. В период наблюдений отмечено усиление поражения сортов и линий пшеницы возбудителями септориоза, особенно *S. tritici*. В 2013 г. 8 линий проявили высокую устойчивость к поражению листьев, 10 линий – колоса. Во время эпифитотии 2016 г. устойчивость к *S. tritici* сохранили только 2 линии. Устойчивость к поражению колоса была более стабильна, в 2016 г. 6 линий были высоко, а 5 – средне устойчивы к *P. nodorum*. Две линии проявили высокую устойчивость к септориозу листьев и колоса. Выделенные линии рекомендуются для использования в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к болезням.

Ключевые слова: *Agropyron elongatum*, мягкая пшеница, интрогрессивные линии, септориоз.

Введение. Мягкая пшеница – доминирующая зерновая культура в России. Увеличение валовых сборов зерна пшеницы необходимо для улучшения питания населения, снижения импортозависимости и выхода на внешние зерновые рынки. Одним из путей повышения урожайности культуры является снижение ущерба от болезней. В 90-х гг. XX в. основной ущерб посевам пшеницы в регионах России наносили ржавчинные и головневые болезни, мучнистая роса и фузариоз колоса [1]. В последние десятилетия усилилась вредоносность септориоза. В 1980-х гг. эта болезнь локально проявлялась в областях России, но в последние годы широко распространилась и наносит большой ущерб урожаю в Центральном, Центрально-Черноземном, Южном, Северо-Кавказском, Северо-Западном и Западно-Сибирском регионах [2]. При развитии эпифитотии септориоза потери урожая достигают 30–50%, снижаются посевные свойства семян, содержание белка и клейковины, ухудшаются хлебопекарные качества, выход муки из зерна пораженных растений не превышает 60% [3, 4].

Септориоз зерновых культур могут вызывать более 15-ти видов септориальных грибов. Соотношение видов патогенов меняется по годам и регионам, но наиболее вредоносными считаются *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl. (син. *Septoria nodorum* (Berk.), телиоморфа *Leptosphaeria nodorum* E. Mull.), а также *Septoria tritici* Desm (телиоморфа *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt.) [5, 6]. *S. tritici* вызывает пятнистости листьев, а *P. nodorum* – листьев и колоса. *S. tritici* перезимовывает на зараженных с осени растениях пшеницы или диких злаков, а *P. nodorum* – на рас-

тительных остатках в почве и на стерне. Конидии распространяются с каплями дождя и воздушными потоками, вызывая перезаражение растений. Установлено, что поражение посевов усиливается в благоприятных условиях (частые дожди и умеренные температуры), особенно в зонах бессменного выращивания пшеницы [7, 3].

Создание и широкое использование в производстве устойчивых к болезням сортов считается наиболее выгодным с экономической точки зрения и экологически обоснованным способом защиты растений. Поскольку септориоз вызывают различные виды грибов, то селекцию необходимо вести к разным патогенам, а также придавать сортам групповую устойчивость. Традиционно для защиты растений используют гены устойчивости диких сородичей [7]. В частности, гены вида *Aegilops tauschii* Coss. были использованы при создании высоко устойчивого к *S. tritici* сорта мягкой пшеницы *KS94U338* [8].

Виды рода *Agropyron* иммунны ко многим грибным болезням и представляют собой ценные источники генов устойчивости [9]. Однако перенос генов рода *Agropyron* в геном мягкой пшеницы крайне затруднен в связи с филогенетической отдаленностью видов, поэтому по степени доступности для селекции виды этого рода условно отнесены к третичному генофонду [10]. Дикий вид пырей удлиненный *Agropyron elongatum* (Host.) Beauv. имеет многолетний образ жизни, обладает высокой резистентностью к грибным болезням, а также абиотическим факторам среды (засухе и экстремальным температурам и т.д.). Ранее в России *A. elongatum* был использован в качестве источника генов для селекции на зимостой-

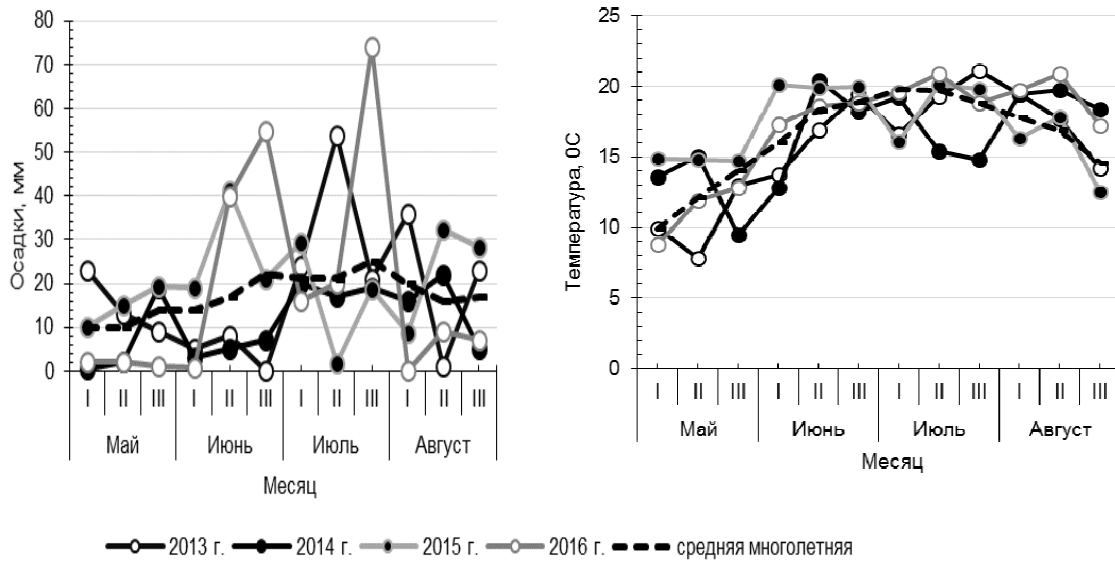


Рисунок – Метеорологические условия опытов в лесостепной зоне юга Западной Сибири (г. Омск) в 2013–2016 гг: а – осадки; б – температура

кость, а также устойчивость к ржавчинным болезням и мучнистой росе [11, 12, 13]. Однако для защиты от септориоза гены *A. elongatum* ранее не использовали.

В Омском государственном аграрном университете им. П.А. Столыпина на основе пшенично-пырейных гибридов (ППГ), созданных с участием *A. elongatum*, были получены перспективные интрогрессивные линии яровой мягкой пшеницы. Линии проявили устойчивость к ржавчинным болезням и мучнистой росе, а также высокую экологическую пластичность [14, 15]. В условиях усиливающегося поражения посевов пшеницы необходим регулярный контроль устойчивости линий к септориозу в полевых условиях.

Целью работы была оценка интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы с генами *A. elongatum* по устойчивости к септориозу и хозяйственно-ценным свойствам в контрастных метеоусловиях на юге Западной Сибири.

Условия, материалы и методы исследований. Объектами исследований служили три образца пырея удлиненного *A. elongatum* ($2n=10x=70$) различного происхождения (Россия, Северная Америка, Африка), любезно предоставленные отделом отдаленной гибридизации Главного Ботанического сада РАН, а также интрогрессивные линии яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. Начальные этапы работы по созданию межвидового гибрида [*Triticum durum* Desf. × *A. elongatum*] и пшенично-пырейных гибридов были осуществлены в Омском ГАУ в начале 1990-х гг. Затем с помощью возвратных скрещиваний и индивидуального отбора были созданы интрогрессивные линии с улучшенными свойствами. В исследовании были включены 91 линия яровой мягкой пшеницы, а также сорта-стандарты Дуэт (среднеспелая группа) и Серебристая (среднепоздняя).

Исследования проводили в лесостепной зоне юга Западной Сибири (г. Омск) в 2013–2016 гг. Посев осуществляли по пару во второй декаде мая рядковым способом с нормой высева 40 зерен/погонный метр, по четыре ряда. Фенологические наблюдения и структурный анализ снопового материала проводили по общепринятым методикам. Поражение септориозом оценивали отдельно по листьям и колосьям по шкалам, рекомендованным Всероссийским институтом растениеводства им. Н.А. Вавилова (ВИР) (0% – иммунитет, 75% – высокая восприимчивость) [16].

Лесостепная зона юга Западной Сибири относится к регионам рискованного земледелия, здесь наблюдаются резкие колебания среднесуточных и среднедекадных температур и нестабильное выпадение осадков в течение периода вегетации [17]. Погодные условия в период наблюдений были контрастными (рисунок). В 2013, 2014 и 2016 гг. в регионе отмечены интенсивные весенне-раннелетние засухи, а в 2015 г. интенсивные осадки выпали в первой половине вегетации (мае и июне) при повышенной температуре среды, но проявилась сильная летняя засуха (с III декады мая по II декаду июля). В 2015 г. значительные осадки во второй половине вегетации выпали только в августе, а в 2016 г. – в конце июля. Среднедекадные температуры в период наблюдений также существенно различались. Высокие температуры среды, превышающие средние многолетние, отмечены в 2013, 2014, 2016 гг. в III июля и I-II декадах августа, а в 2015 г. температура не превышала средние многолетние значения. Таким образом, в изученный период отмечены существенные колебания основных метеорологических факторов, влияющих на растения пшеницы, а также патогенные грибы.

Анализ и обсуждение результатов. Со-

здание селекционного материала с привлечением отдаленных родичей пшеницы занимает длительное время, поскольку часто существует тесное сцепление между генами, контролирующими устойчивость к болезням, а также локусами, отрицательно влияющими на урожайность, качество зерна, длину вегетационного периода и другие хозяйственно-ценные свойства. В некоторых случаях замена участков хромосом пшеницы фрагментами диких форм не компенсирует отсутствие генетического материала культурного вида [18].

Образцы *A. elongatum*, использованные нами для создания линий пшеницы и мониторинга устойчивости к септориозу, имели многолетний образ жизни. Одной из проблем, возникающих при передаче генов пырея удлиненного яровой мягкой пшенице, является слишком длинный вегетационный период у гибридов ранних поколений (110-130 сут и более), в результате которого растения не успевают созреть [14]. В результате длительных возвратных скрещиваний с сортами местной селекции были созданы интрогрессивные линии с сокращенным вегетационным периодом, лучшие из них относились к оптимальным для лесостепной зоны юга Западной Сибири группам спелости – среднеспелой и среднепоздней, некоторые созревали на 2–4 суток позже

(табл. 1). В зависимости от условий вегетации созревание растений происходило в середине-конце августа.

Признаки септориоза на посевах пшеницы в лесостепной зоне Западной Сибири появляются, в зависимости от условий, в конце июля или начале августа. Сначала происходит поражение листьев *S. tritici*, а через 7-10 суток может проявиться поражение колоса *P. podogum*. В период исследований регулярные небольшие осадки наблюдались в конце июля и в августе 2013, 2014 и 2015 гг., а в 2016 г. обильные осадки (около 80 мм) выпали в III декаде июля, но позже в августе проявлялась засуха. При этом повышенные температуры (20–22°C) во второй половине июля – августе отмечены в 2013, 2015 и 2016 гг. В 2014 г. во второй половине июля температура была существенно ниже средней многолетней, но в августе отмечены высокие (рисунок).

В период наблюдения все три образца *A. elongatum* проявили иммунитет к септориозу. Среди сортов и линий пшеницы иммунных не обнаружено. В условиях нестабильного выпадения осадков и высокой температуры среды слабое поражение сортов Дуэт и Серебристая отмечено в 2013 и 2015 гг. (5–10/10–25%, лист/ колос соответственно). Среднее поражение этих же сортов отмечено в 2014 г.

Таблица 1 – Вегетационный период, продуктивность и оценка поражения септориозом образцов *Agropyron elongatum* и сортов и интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы (2013–2016 гг.)

Образец, сорт, линия	Вегетационный период, сут.					Продуктивность, г/ растение					Поражение септориозом, лист/ колос, %			
	2013	2014	2015	2016	среднее	2013	2014	2015	2016	среднее	2013	2014	2015	2016
<i>Agropyron elongatum</i> , Россия*	многолетний					0,28	0,25	0,19	0,22	0,24	0	0	0	0
<i>A. elongatum</i> , США	многолетний					0,22	0,18	0,23	0,20	0,21	0	0	0	0
<i>A. elongatum</i> , Африка	многолетний					0,26	0,21	0,17	0,22	0,22	0	0	0	0
Среднеспелая группа														
Дуэт-стандарт	88	88	88	82	86,5	1,88	0,90	1,29	1,03	1,28	10/10	25/25	5/25	75/25
№ 20	87	90	86	80	85,8	1,01	0,81	1,70	1,60	1,28	10/10	10/5	25/10	75/50
№ 30	91	85	89	81	86,5	1,08	0,96	0,80	1,43	1,07	10/25	10/10	25/10	75/25
№ 36	88	95	84	79	86,5	1,09	1,41	1,03	0,90	1,11	15/25	50/10	10/5	75/10
Среднепоздняя группа														
Серебристая-стандарт	91	90	93	82	89,0	1,57	1,25	1,05	0,93	1,20	10/25	25/25	10/10	50/10
№ 1	87	90	92	78	86,8	2,57	0,97	1,15	1,95	1,66	10/25	25/25	50/25	75/25
№ 3	91	82	95	81	87,3	2,15	0,88	1,49	1,49	1,50	5/10	50/25	25/10	75/25
№ 6	93	86	95	81	88,8	2,26	1,48	1,75	1,93	1,86	10/10	5/25	10/5	50/0
№ 11	91	90	85	82	87,0	1,15	1,13	1,13	0,69	1,03	5/0	25/25	50/50	75/50
№ 13	87	96	92	81	89,0	1,40	1,05	0,94	1,04	1,11	10/10	25/25	25/10	25/10
№ 15	92	94	86	78	87,5	1,49	1,35	1,27	1,11	1,31	5/10	10/0	25/10	75/25
№ 21	92	90	87	80	87,3	1,64	1,25	1,52	1,22	1,41	5/25	10/0	25/25	75/50
№ 31	92	95	87	78	88,0	1,53	0,97	0,93	0,86	1,07	10/25	15/10	50/25	75/50
Позднеспелая группа														
№ 7	96	96	95	87	93,5	1,01	0,91	0,83	1,29	1,01	10/10	25/50	25/10	25/0
№ 10	95	93	89	85	90,5	0,93	0,83	1,28	2,29	1,33	5/10	25/10	10/5	50/10
№ 12	92	99	89	88	92,0	1,42	1,32	1,36	0,91	1,25	5/10	25/25	50/10	75/25
№ 34	92	99	91	81	90,8	1,36	1,60	1,41	1,24	1,40	5/10	15/10	25/10	50/0
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	0,24	0,15	0,25	0,19	-	-	-	-	-

Таблица 2 – Показатели элементов структуры урожая лучших интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum*

Сорт, линия	Продуктивность, г/растение			Число продуктивных стеблей растения, шт.			Число зерен главного колоса, шт.			Масса зерна главного колоса, г.			Масса 1000 зерен, г.		
	2015	2016	среднее	2015	2016	среднее	2015	2016	среднее	2015	2016	среднее	2015	2016	среднее
Среднеспелая группа															
Дуэт-стандарт	1,29	1,03	1,16	1,33	1,10	1,22	25,17	26,15	25,66	0,96	0,98	0,97	37,41	37,21	34,31
№ 20	1,70	1,60	1,65	2,00	1,25	1,63	19,85	30,35	25,10	0,81	1,27	1,04	39,99	41,65	40,82
№ 30	0,80	1,43	1,12	1,80	1,25	1,53	22,60	38,95	30,78	0,82	1,21	1,02	28,60	30,50	29,55
№ 36	1,03	0,90	0,97	1,32	1,30	1,31	24,33	32,30	28,32	0,54	0,93	0,74	31,63	28,99	30,31
Среднепоздняя группа															
Серебристая-стандарт	1,05	0,93	0,99	1,50	1,20	1,35	20,17	24,90	22,54	0,72	0,63	0,68	34,42	29,60	32,01
№ 1	1,15	1,95	1,55	1,50	2,25	1,88	22,00	33,20	27,60	0,58	1,10	0,84	34,12	33,28	33,70
№ 3	1,55	1,43	1,49	1,39	1,60	1,50	17,50	39,75	28,63	0,55	1,50	1,03	40,50	36,82	38,66
№ 6	1,75	1,93	1,84	1,39	1,60	1,50	19,14	17,86	18,50	0,58	1,65	1,12	40,50	38,94	39,72
№ 11	1,13	0,69	0,91	2,50	1,40	1,95	19,00	21,85	20,43	0,44	0,54	0,49	33,36	29,62	31,49
№ 13	0,94	1,04	0,99	1,43	2,75	2,09	20,71	27,67	24,19	0,45	0,99	0,72	43,21	35,74	39,48
№ 15	1,27	1,11	1,19	2,00	1,30	1,65	18,40	25,20	21,80	0,53	0,90	0,72	34,01	34,31	34,16
№ 21	1,52	1,22	1,37	2,05	1,30	1,68	18,40	25,20	21,80	0,63	0,82	0,73	34,45	30,60	32,53
№ 31	0,93	0,86	0,90	2,50	1,50	2,00	18,00	21,25	19,63	0,52	0,41	0,47	27,90	36,24	32,07
Позднеспелая группа															
№ 7	0,83	1,29	1,06	1,38	1,32	1,35	19,14	19,85	19,50	0,58	0,65	0,62	35,69	40,41	38,05
№ 10	1,28	2,29	1,79	2,00	2,05	2,03	17,00	31,30	24,15	0,71	1,23	0,97	40,37	36,36	38,37
№ 12	1,36	0,91	1,14	2,00	1,58	1,79	19,00	18,21	18,61	0,70	0,66	0,68	45,25	36,24	40,75
№ 34	1,41	1,24	1,33	1,24	1,23	1,24	18,90	27,31	23,11	0,68	1,04	0,86	36,42	38,05	37,24
НСР ₀₅	0,27	0,25	-	0,13	0,11	-	1,92	1,91	-	0,14	0,16	-	2,93	2,91	-

(25/25%), а после интенсивных осадков в 2016 г. резко усилилось поражение листьев (до 75%) и колосьев – до 50% (табл. 1).

В 2013 г. среди 91 интрогрессивных линий по устойчивости к септориозу выделилось 15 шт. В 2013 г. низкое поражение (5–10%) листьев отмечено у восьми линий (№№ 3, 6, 10, 12, 11, 15, 20, 34). В 2014 г. устойчивость к *S. tritici* проявили шесть линий (№№ 6, 15, 20, 21, 30, 34), а в условиях эпифитотии 2016 г. умеренную устойчивость (поражение не выше 25%) сохранили только №№ 7 и 13.

Поражение колосьев линий в 2013-2015 гг. составляло от 5 до 50%, при этом наблюдалась слабая тенденция усиления симптомов болезни на колосе. Поражение линий грибом *P. nodorum* усилилось в 2016 г., достигая 50%. При этом высокую устойчивость (поражение колоса менее 10%) проявили линии №№ 6, 7, 10, 13, 34, 36, среднюю степень устойчивости (поражение не более 25%) – №№ 1, 3, 15, 12, 30. Стабильную резистентность к листовой и колосовой формам септориоза в течение 4 лет наблюдений продемонстрировали две линии – №№ 7 и 13.

В научной литературе существуют противоречивые сведения о генетическом контроле признака устойчивости мягкой пшеницы к септориозу. Показана зависимость поражения сортов от генотипа растений, штаммов патогенов и условий среды [19, 20]. В середине XX

века был установлен моногенный доминантный контроль устойчивости [21]. Позже было показано резистентность в форме иммунитета (качественная) или количественная с различными вариантами взаимодействия генов [8]. Результаты наших исследований показали, что устойчивость интрогрессивных линий с генами *A. elongatum* к двум патогенам в Западной Сибири проявлялась по количественному типу.

Известно, что два возбудителя септориоза (*S. tritici* и *P. nodorum*) различаются по биологическим свойствам и требованиям к условиям окружающей среды. В литературе приведены различные сведения о распространении двух патогенов. Есть мнение о том, что первый вид чаще встречается в южных районах, второй – в более северных и восточных [5]. По мнению других ученых, *S. tritici* тяготеет к влажному климату с умеренными температурами, а *P. nodorum* – к северным широтам с пониженными температурами [3]. Эпифитотийное развитие болезни происходит, когда за декаду выпадает большое количество осадков [6].

В наших экспериментах показано, что оба вида развивались на растениях пшеницы в условиях высокой температуры воздуха (20–22°C) и низкой или умеренной влажности, хотя вспышке болезни в 2016 г. способствовали обильные осадки в конце июля. В течение

2013–2016 гг. происходило постепенное усиление поражения сортов и линий пшеницы. Можно предполагать, что в популяциях *S. tritici* и *P. nodorum* происходят процессы, способствующие отбору штаммов, приспособленных к контрастным погодным условиям юга Западной Сибири. Вероятно, также, что идет накопление штаммов, вирулентных к генам устойчивости *A. elongatum*, введенным в интрогрессивные линии пшеницы.

Урожайность – сложный признак, на который влияют различные полигенные системы растений, а также абиотические и биотические факторы среды. Важную роль в формировании продуктивности растений играет развитие зачатков побегов и элементов структуры колоса, которые закладываются в период «кущение – выход в трубку». Экстремальные условия среды в данный период могут привести к нарушению органогенеза растений. В дальнейшем погодные условия существенно влияют на интенсивность фотосинтеза и развитие колоса [22]. Болезни, включая септориоз, нарушают фотосинтез и обмена веществ, усиливают дыхание растений, что приводит к уменьшению массы зерна, существенным потерям урожая и снижению качества продукции [4].

Во время наших экспериментов важные для формирования урожайности фазы кущения, выхода в трубку, налива зерна происходили в периоды жесткой засухи или высоких температур среды, что привело к существенным колебаниям продуктивности растений по годам. В таких условиях даже приспособленные к условиям зоны сорта Дуэт и Серебристая показали невысокую продуктивность в среднем среднюю за 4 года исследований (1,20–1,28 г/растение). В жестких контрастных условиях среды выделился набор интрогрессивных линий (№№ 1, 3, 6, 10, 12, 21, 30, 34), которые имели среднюю продуктивность на уровне или выше сортов-стандартов (1,25–1,86г/ растение). Большинство этих линий проявили высокую или среднюю устойчивость к *P. nodorum*. Устойчивость линий №№ 21 и 30 к листовой и колосовой форме септориоза была преодолена в 2016 г. Линии №№ 7 и 13, сохранившие устойчивость к *S. tritici* и *P. nodorum*, уступали стандартам по продуктивности на 10–20%.

Дополнительно был проведен анализ эле-

ментов структуры урожая лучших по устойчивости линий, выращенных в годы с умеренным или сильным развитием болезни – 2015 и 2016 гг. (табл. 2). В лесостепной зоне юга Западной Сибири септориоз в существенной степени развивается в конце вегетации, поэтому болезнь не оказывает влияния на число стеблей растения (общее и продуктивных), на озерненность главного колоса, но может отрицательно влиять на формирование зерна. Результаты показали, что в 2015 г. у сортов и линий было сильно редуцировано число зерен главного колоса, что повлияло на массу зерна главного колоса. Возможно, на этот признак отрицательно повлияли высокие температуры в период «кущение– выход в трубку». В течение двух лет продуктивность большинства интрогрессивных линий обеспечивалась увеличенным, по сравнению с сортами, числом продуктивных стеблей растения, а также высокой массой 1000 зерен.

Лучшие по устойчивости к *P. nodorum*, а также к комплексу *S. tritici*-*P. nodorum*, линии №№ 6, 7, 10, 13, 34 показали высокую массу 1000 зерен в условиях эпифитотии 2016 г. Это свидетельствует о положительном влиянии резистентности на продуктивность растений. Данные структурного анализа необходимо учитывать при включении устойчивых к септориозу интрогрессивных линий в селекционные программы.

Таким образом, в результате проведенных исследований были выделены интрогрессивные линии, сочетающие устойчивость к листовой и колосовой формам септориоза с высокой или близкой к стандартам продуктивностью и сокращенным вегетационным периодом.

Выводы. Образцы *Agropyron elongatum* иммунны к *S. tritici* и *P. nodorum*, но имеют низкую продуктивность и многолетний образ жизни. Отмечено усиление поражения мягкой пшеницы на юге Западной Сибири грибами *S. tritici* и *P. nodorum*, проявляющееся в условиях высокой температуры среды. Создан набор перспективных для селекции интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы, сочетающих устойчивость к *S. tritici* и *P. nodorum*, с сокращенным вегетационным периодом и высокой продуктивностью. Перспективные линии имели повышенное число продуктивных стеблей растения и высокую массу 1000 зерен.

Литература

1. Санин С.С. Фитосанитарный мониторинг: современное состояние и пути совершенствования: Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства / С.С. Санин // Сб. тр. Всерос. съезда по защите раст. – С-Пб, 1997. – С. 166-176.
2. Назарова Л.Н. и др. Эпидемиологическая ситуация по септориозу на пшенице в 2001–2009 годах / Л.Н. Назарова, Л.Г. Корнева, Т.П. Жохова, Т.М. Полякова, С.С. Санин // Защита и карантин растений, 2010 - № 10. – С. 18-20.
3. Санин С.С. и др. Прогноз риска развития эпифитотий септориоза листьев и колоса пшеницы / С.С. Санин, Л.Г. Корнева, Т.М. Полякова // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С. 33-36.
4. Туренко В.П., Горяинова В.В. Эффективность современных фунгицидов ограничении развития септориоза и мучнистой росы яровой пшеницы / В.П. Туренко, В.В. Горяинова // Растениеводство, – Казань, 2016. – С. 39-41.
5. Абрамова С.Л. и др. Диагностика фитопатогенных грибов *Septoria tritici* и *Stagonospora nodorum* методом FLASH-ПЦР / С.Л. Абрамова, Д.Ю. Рязанцев, Т.М. Воинова, С.К. Завриев // Биоорганическая химия. – 2008. – Т. 34. – № 1. – С. 107-113.

6. Торопова Е.Ю. и др. Мониторинг и контроль септориоза пшеницы в Сибири / Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова, М.П. Селюк, Е.А. Орлова // АПК России, 2016. – Т. 23. – № 5. – С. 961-968.
7. Gilchrist L. Septoria diseases of wheat. Rome: Bread wheat / L. Gilchrist, H.J. Dubin // Improvement and production, 2002. – P. 273-277.
8. Zhang X. et al. Inheritance of *Septoria Tritici* Blotch Resistance in Winter Wheat / X. Zhang, S. D. Haley, and Y. Jin // Published in Crop Sci. 41:323–326 (2001). – P. 323-326.
9. Lammer D. Utilization of *Thynopyrum* spp. in Breeding Winter Wheat for Disease resistance, Stress Tolerance, and Perennial Habit / D. Lammer, X. W. Cai, H Li. [et al.] // Increasing Wheat Production in Central Asia through Science and International cooperation: Proc. 1st Central Asian Wheat Conf. –Almaty, Kazakhstan. 10-13 June, 2003. – Almaty, 2005. – P.147-151.
10. Friebe, B. Compensation indices of radiation-induced wheat- *Agropyron elongatum* translocations conferring resistance to leaf rust and stem rust. / B. Friebe, J. Jiang, D.R. Knott, B.S. Gill. // Crop Sci., 1994. – V. 34. – P. 400-404.
11. Цицин Н.В. Проблемы отдаленной гибридизации / Н.В. Цицин, В.Ф. Любимова, А.Б. Маслов, М.А. Махалин // Проблемы отдаленной гибридизации – Москва, 1979. – С. 5-20.
12. Размахнин Е.П. Генофонд пырея сизого как источник расширения биоразнообразия пшеницы / Е.П. Размахнин // Вестник ВОГИС, 2008. – Т. 12. – № 4. –С. 701-709.
13. Sibikeev S.N. Genetic Control for Resistance to Leaf Rust in Wheat-Agropyron lines: Agro 139 and Agro 58 / S.N. Sibikeev, S.A. Voronina, V.A. Krupnov // Theor. Appl. Genet, 1995. – V. 90. – P. 618-620.
14. Плотникова Л.Я. Изменение агрономических свойств пшенично-пырейных гибридов при создании доноров для селекции пшеницы, адаптированных к условиям лесостепной зоны Западной Сибири / Л.Я. Плотникова, С.П. Кузьмина, А.Т. Айдосова, А.И. Дегтярев // Омский научный вестник, 2014. – № 2 (134). – С. 155-159.
15. Плотникова Л.Я. Оценка устойчивости к бурой ржавчине и экологической пластичности интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генами *Agropyron elongatum* / Л. Я. Плотникова, А.Т. Сагендыкова, С.П. Кузьмина // Аграрная Россия, 2016. – № 9. – С. 5-13.
16. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах / В.А. Захаренко [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 88 с.
17. Макаров А.Р., Сницарь А.Е. Влагонакопление и урожай полевых культур в засушливых условиях Западной Сибири / А.Р. Макаров, А.Е. Сницарь – Омск, 2000. – 111 с.
18. Salina E.F. et al. A *Thinopyrum intermedium* Chromosome in Bread Wheat Cultivars as a Source of Genes Conferring Resistance to Fungal Diseases / E.F. Salina, I.G. Adonina, E.D. Badaeva et al. // Euphytica, 2015. – V. 204. – P. 91.
19. Wilson, R.E. Inheritance of resistance to *Septoria tritici* in wheat. / R.E. Wilson // In A.L. Scharen (ed.) *Septoria of cereals*. Proc. Workshop, Bozeman, MT. 2–4 Aug. 1983. USDA-ARS Publ. 12. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC, 1985. – P. 33-35.
20. Eyal, Z. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management / Z. Eyal, A.L. Scharen, J.M. Prescott, and M. van Ginkel // Mexico, D.F.: CIMMYT, 1987. – P. 54.
21. Narvaez, I., and R.M. Caldwell. 1957. Inheritance of resistance to leaf blotch of wheat caused by *Septoria tritici*. *Phytopathology* 47:529–530 (Abstr.).
22. Шаманин В.П. Общая селекция и сортоведение полевых культур / В.П. Шаманин, А.Ю. Трущенко. – Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 420 с.

Сведения об авторах:

Плотникова Людмила Яковлевна – доктор биологических наук, профессор, e-mail: lplotnikova2010@yandex.ru
 Сагендыкова Айнура Темирбулатовна – аспирант кафедры агрономии, селекции и семеноводства, e-mail: aaidosova@mail.ru
 Бережкова Галина Александровна – магистрант кафедры агрономии, селекции и семеноводства, e-mail: galya_2495@mail.ru
 ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», г. Омск, Россия.

PERSPECTIVE INTROGRESSIVE LINES OF SOFT SPRING WHEAT WITH *AGROPYRON ELONGATUM* GENES SUSTAINABLE TO SEPTORIOSIS IN WESTERN SIBERIA

Plotnikova L.Ya., Sagendykova A.T., Berezhkova G.A.

Abstract. In Western Siberia, the resistance to septoria was tested for samples of wheatgrass of elongated *Agropyron elongatum* and introgressive lines of spring soft wheat with its genes, created at Omsk State Agrarian University. The experiments were conducted in the field in the forest-steppe zone of the south of Western Siberia (Omsk) in 2013-2016 on an annual natural infectious background. In 2013, the manifestations of septorioses were weak, in 2014-2015 - moderate, and in 2016 epiphytosis was spread, which led to a severe defeat of varieties of West Siberian selection. *A. elongatum* samples showed immunity to the disease. In 2013, 15 promising wheat lines were identified that showed high or medium resistance to the *Septoria tritici* fungus, causing leaf spotting, and *Parastagonospora nodorum*, which affects leaves and spikes. The lines were predominantly in the middle or middle groups. According to the results of four-year experiments in contrasting weather conditions, the best lines on average showed higher productivity than, or comparable to, the standard varieties, mainly due to the increased number of productive stems of the plant and a high mass of 1000 grains. During the period of observation, there was an increase in the damage of wheat varieties and lines by the causative agents of Septoria, especially *S. tritici*. In 2013, 8 lines showed high resistance to leaf damage, 10 lines - ears. During the epiphytosis of 2016 year the resistance to *S. tritici* retained only 2 lines. The resistance to damage to the ear was more stable, in 2016, 6 lines were high, and 5 - medium resistant to *P. nodorum*. Two lines showed high resistance to septorioses of leaves and ear. Dedicated lines are recommended for use in breeding soft wheat for resistance to disease.

Key words: *Agropyron elongatum*, soft wheat, introgressive lines, septorioses.

Reference

1. Sanin S.S. *Fitosanitarnyy monitoring: sovremennoe sostoyanie i puti sovershenstvovaniya: Problemy optimizatsii fitosanitarnogo sostoyaniya rasteniyevodstva.* // *Sb. tr. Vseros. sezda po zaschite rast.* (Phytosanitary monitoring: current

state and improvement ways: Problems of optimization of phytosanitary state of plant growing. / S.S. Sanin // Collection of scientific works of All-Russian Congress on plant protection). – S-Pb, 1997. – P. 166-176.

2. Nazarova L.N. and others. Epidemiological situation on septoria on wheat in 2001-2009. [Epidemiologicheskaya situatsiya po septoriozu na pshenitse v 2001–2009 godakh]. / L.N. Nazarova, L.G. Korneva, T.P. Zhokhova, T.M. Polyakova, S.S. Sanin // *Zaschita i karantin rasteniy. - Protection and quarantine of plants*. 2010 - № 10. – P. 18-20.

3. Sanin S.S. and others. The prognosis of epiphytotic septoria development risk of leaf and spike of wheat. [Prognoz riska razvitiya epifitotiy septorioza listev i kolosa pshenitsy]. / S.S. Sanin, L.G. Korneva, T.M. Polyakova // *Zaschita i karantin rasteniy. - Protection and quarantine of plants*, 2015. – № 3. – P. 33-36.

4. Turenko V.P., Goryainova V.V. Effectiveness of modern fungicides on the development of septoria and powdery mildew of spring wheat. [Effektivnost sovremennykh fungitsidov ogranichenii razvitiya septorioza i muchnistoy rosy yarovoy pshenitsy]. / V.P. Turenko, V.V. Goryainova // *Rastenievodstvo. - Plant growing*. 2016. – P. 39-41.

5. Abramova S.L. and others. Diagnostics of phytopathogenic fungi *Septoria tritici* and *Stagonospora nodorum* by FLASH-PCR. [Diagnostika fitopatogennykh gribov *Septoria tritici* i *Stagonospora nodorum* metodom FLASH-PTsR]. / S.L. Abramova, D.Yu. Ryazantsev, T.M. Voinova, S.K. Zavriev // *Bioorganicheskaya khimiya. - Bioorganic chemistry*. 2008. – Vol. 34. – №1. – P. 107-113.

6. Toropova E.Yu. and others. Monitoring and control of wheat Septoria in Siberia. [Monitoring i kontrol septorioza pshenitsy v Sibiri]. / E.Yu. Toropova, O.A. Kazakova, M.P. Selyuk, E.A. Orlova // *APK Rossii. - AIC of Russia*. 2016. – Vol. 23. – №5. – P. 961-968.

7. Gilchrist L. Septoria diseases of wheat. Rome: Bread wheat / L. Gilchrist, H.J. Dubin // *Improvement and production*, 2002. – P. 273-277.

8. Zhang X. et al. Inheritance of Septoria Tritici Blotch Resistance in Winter Wheat / X. Zhang, S. D. Haley, and Y. Jin // *Published in Crop Sci.* 41:323–326 (2001). – P. 323-326.

9. Lammer D. Utilization of *Thynopyrum* spp. in Breeding Winter Wheat for Disease resistance, Stress Tolerance, and Perennial Habit / D. Lammer, X. W. Cai, H Li. [et al.] // *Increasing Wheat Production in Central Asia through Science and International cooperation: Proc. 1st Central Asian Wheat Conf. –Almaty, Kazakhstan. 10-13 June, 2003. – Almaty, 2005. – P.147-151.*

10. Friebe, B. Compensation indices of radiation-induced wheat- *Agropyron elongatum* translocations conferring resistance to leaf rust and stem rust. / B. Friebe, J. Jiang, D.R. Knott, B.S. Gill. // *Crop Sci.*, 1994. – V. 34. – P. 400-404.

11. Tsitsin N.V. *Problemy otdalennoy gibridizatsii*. [Problems of remote hybridization]. / N.V. Tsitsin, V.F. Lyubimova, A.B. Maslov, M.A. Makhalin – Moskva, 1979. – P. 5-20.

12. Razmakhnin E.P. Genotype of grass gray as a source of expansion of wheat biodiversity. [Genofond pyreya sizogo kak istochnik rasshireniya bioraznoobraziya pshenitsy]. / E.P. Razmakhnin // *Vestnik VOGIS. – The herald of VOGIS*, 2008. – Vol. 12. – №4. – P. 701-709.

13. Sibikeev S.N. Genetic Control for Resistance to Leaf Rust in Wheat-Agropyron lines: Agro 139 and Agro 58 / S.N. Sibikeev, S.A. Voronina, V.A. Krupnov // *Theor. Appl. Genet*, 1995. – V. 90. – P. 618-620.

14. Plotnikova L.Ya. Change in the agronomic properties of wheat-grassy hybrids when creating donors for wheat selection, adapted to the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia. [Izmenenie agronomicheskikh svoystv pshenichno-pyreynykh gibridov pri sozdanii donorov dlya selektsii pshenitsy, adaptirovannykh k usloviyam lesostepnoy zony Zapadnoy Sibiri]. / L.Ya. Plotnikova, S.P. Kuzmina, A.T. Aydosova, A.I. Degtyarev // *Omskiy nauchnyy vestnik. - Omsk scientific herald*, 2014. – №2 (134). – P. 155-159.

15. Plotnikova L.Ya. Estimation of resistance to brown rust and ecological plasticity of introgressive lines of soft wheat with *Agropyron elongatum* genes. [Otsenka ustoychivosti k buroy rzhavchine i ekologicheskoy plastichnosti introgressivnykh liniy myagkoy pshenitsy s genami *Agropyron elongatum*]. / L. Ya. Plotnikova, A.T. Sagendykova, S.P. Kuzmina // *Agrarnaya Rossiya. - Agrarian Russia*. 2016. – № 9. – P. 5-13.

16. *Metodika po otsenke ustoychivosti sortov polevykh kultur k boleznyam na infektsionnykh i provokatsionnykh fonakh*. [A technique for assessing the resistance of field crops varieties to diseases on infectious and provocative backgrounds]. / V.A. Zakharenko and others. – M.: Rosselkhozakademiya, 2000. – P. 88.

17. Makarov A.R., Snitsar A.E. *Vlagonakoplenie i urozhay polevykh kultur v zasushlivykh usloviyakh Zapadnoy Sibiri*. [Water accumulation and field crops productivity in arid conditions of Western Siberia]. / A.R. Makarov, A.E. Snitsar – Omsk, 2000. – P. 111.

18. Salina E.F. et al. A Thinopyrum intermedium Chromosome in Bread Wheat Cultivars as a Source of Genes Confering Resistance to Fungal Diseases / E.F. Salina, I.G. Adonina, E.D. Badaeva et al. // *Euphytica*, 2015. – V. 204. – P. 91.

19. Wilson, R.E. Inheritance of resistance to *Septoria tritici* in wheat. / R.E. Wilson // In A.L. Scharen (ed.) *Septoria of cereals. Proc. Workshop, Bozeman, MT. 2–4 Aug. 1983. USDA-ARS Publ. 12. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC, 1985. – P. 33-35.*

20. Eyal, Z. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management / Z. Eyal, A.L. Scharen, J.M. Prescott, and M. van Ginkel // Mexico, D.F.: CIMMYT, 1987. – P. 54.

21. Narvaez, I., and R.M. Caldwell. 1957. Inheritance of resistance to leaf blotch of wheat caused by *Septoria tritici*. *Phytopathology* 47:529–530 (Abstr.).

22. Shamanin V.P. *Obshchaya selektsiya i sortovedenie polevykh kultur*. [General selection and variety of field crops]. / V.P. Shamanin, A.Yu. Truschenko. – Izd-vo FGBOU VPO OmGAU, 2007. – P. 420.

Authors:

Plotnikova Lyudmila Yakovlevna – Doctor of Biological Sciences, Professor, e-mail: lplotnikova2010@yandex.ru

Sagendykova Ainura Temirbulatovna – postgraduate student of Agronomy, Selection and Seed-Breeding Department, e-mail: aaidosova@mail.ru

Berezhkova Galina Aleksandrovna – master student of Agronomy, Selection and Seed-Breeding Department, e-mail: gal_ya_2495@mail.ru

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia