

Literatura

1. Chusov S.V., Chmelenko S.G. Osobennosti vozdeleyvaniya zernofurazhnykh kul'tur pri intensivnoy tehnologii v Zapadnoy Sibiri: ucheb. posobie. – Omsk: Izd-vo OmSHI, 1989.
2. Polevye kul'tury Zapadnoy Sibiri: ucheb. posobie / pod red. L.I. Shaninoy. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 2003. – 504 s.
3. Sovershenstvovanie tehnologii vozdeleyvaniya jachmenja v lesostepi Zapadnoy Sibiri / L.V. Jushkevich, A.G. Shhitov, N.I. Egorova [i dr.] // Zemledelie. – 2013. – № 2. – S. 26–28.
4. Kurkova I.V., Fokin S.A. Ocenka adaptivnoy sposobnosti i jekologicheskoy plastichnosti sortov i sortoobrazcov jarovogo jachmenja Amurskoj selekcii // Vestn. KrasGAU. – 2018. – № 2. – S. 16–21.
5. Surin N.A., Ljahova N.E. Kul'tura jachmenja v Vostochnoj Sibiri // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 4. – S. 52–65.
6. Golozernyj jachmen' v Zapadnoy Sibiri / N.I. Anis'kov, N.A. Kalashnik, G.Ja. Kozlova [i dr.]. – Omsk: Sfera, 2007. – 160 s.

УДК 632.4:633.11(571.51)

*Л.В. Мешкова, Л.П. Росеева, А.В. Сидоров,
О.В. Сабеева, Т.С. Зверовская, И.А. Белан*

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**

*L.V. Meshkova, L.P. Rosseeva, A.V. Sidorov,
O.V. Sabaeva, T.S. Zverovskaya, I.A. Belan*

**PHYSIOLOGICAL SPECIALIZATION OF BROWN RUST PATHOGEN
ON THE WHEAT IN KRASNOYRSK REGION**

Мешкова Л.В. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Росеева Л.П. – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. селекции яровой мягкой пшеницы Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: rosseeva@mail.ru

Сидоров А.В. – канд. с.-х. наук, зав. лаб. селекции пшеницы Красноярского НИИ сельского хозяйства – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: asidorovs@list.ru

Сабеева О.В. – науч. сотр. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Зверовская Т.С. – ст. науч. сотр. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Белан И.А. – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. селекции яровой мягкой пшеницы Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: belan_skg@mail.ru

Meshkova L.V. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Head, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Rosseeva L.P. – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Spring Soft Wheat Selection, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: rosseeva@mail.ru

Sidorov A.V. – Cand. Agr. Sci., Head, Lab. of Wheat Selection, Krasnoyarsk Research and Development Institute of Agriculture – Separate Division of FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: asidorovs@list.ru

Sabaeva O.V. – Staff Scientist, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Zverovskaya T.S. – Senior Staff Scientist, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Belan I.A. – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Spring Soft Wheat Selection, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: belanyo_skg@mail.ru

Цель исследования – мониторинг расового состава, динамика изменения вирулентности возбудителя бурой ржавчины и поиск эффективных источников устойчивости. Представлены многолетние результаты анализа вирулентности природной популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы Красноярского края. Определен расовый и

генотипический состав 716 монопустульных изолятов патогена с использованием дифференцирующих наборов сортов растения-хозяина. Выявлено 11 физиологических рас гриба: 10, 20, 57, 68, 77, 107, 117, 122, 144, 172 и 184, в зависимости от года и сорта доминируют 10, 20, 77 и 122 расы. Ежегодно в спорообразцах присутствует 77-я раса

с частотой встречаемости от 11,0 % в 2003 г. до 96,4 % в 2016 г. При определении патотипического состава патогена на 16 изогенных линиях было выявлено 47 патотипов, в период 2000–2006 гг. доминировали патотипы SGFT – 14,3 % и SGKT – 12,3 %, позднее TJTT – 30,5 % и TJPT – 25,9 %, а TJTT и TGTT отмечены во все годы изучения. Различия между патотипами обусловлены в основном генами вирулентности *pp* 3a, 3ka, 9, 11, 24 и 26. Анализ монопустульных изолятов на изогенных линиях сорта Thatcher (Tc) с генами устойчивости Lr 1 – Lr 50 выявил, что большинство линий показали восприимчивость. Иммунитет проявили линии, устойчивость которых детерминирована генами Lr 41 и Lr Sp. Линии с генами устойчивости Lr 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 19, 24, 26, 36, 45 и 47, показавшие вариабельность по резистентности, можно использовать для мониторинга изменений в популяции патогена Красноярского края. В результате проведенных исследований установлены эффективные гены устойчивости растения-хозяина: Lr 9, 19, 26, 41, 45, 47 и Sp. Линии и сорта с этими генами могут быть использованы при создании устойчивых сортов пшеницы к бурой ржавчине для выращивания в Восточной Сибири.

Ключевые слова: регион, пшеница, устойчивость, ржавчина, монопустульный изолят, раса, патотип.

The research objective was monitoring of racial structure, dynamics of change of a virulence of brown rust activator and the search of effective sources of stability. Long-term results of virulence analysis of natural population of causative agent of brown rust of wheat of Krasnoyarsk Region were presented. Racial and genotypic composition of 716 monopustulan isolates of the pathogen was determined using differentiating sets of varieties of host plant. 11 physiological races of the fungus were identified: 10, 20, 57, 68, 77, 107, 117, 122, 144, 172 and 184, depending on a year and variety, 10, 20, 77 and 122 race predominated. Every year in spore samples there were 77 races with the frequency of 11.0 % in 2003 up to 96.4 % in 2016. When determining pathogenesis of pathogen on 16 isogenic lines, 47 pathotypes were identified, in the period 2000–2006, the patents SGFT-14.3 % and SGKT – 12.3 % dominated, later TJTT – 30.5 % and TJPT – 25.9 %, two – TJTT and TGTT, were noted during all the years of study. The differences between the pathotypes were mainly due to virulence genes *pp* 3a, 3ka, 9, 11, 24 and 26. The analysis of monopustul isolates on isogenic lines of Tocher (Tc) and resistance genes Lr 1 – Lr 50 revealed that the majority of lines showed susceptibility. The immunity

showed the lines whose resistance was determined by the genes Lr 41 and Lr Sp. The lines with resistance genes Lr 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 19, 24, 26, 36, 45 and 47, showing variability in resistance, can be used to monitor changes in the population of the pathogen of Krasnoyarsk Region. As a result of conducted studies, effective resistance genes of host plant were established: Lr 9, 19, 26, 41, 45, 47 and Sp. The lines and varieties with these genes can be used to create resistant wheat varieties to brown rust for cultivation in Eastern Siberia.

Keywords: region, wheat, stability, rust, monopustic isolate, race, patotip.

Введение. Бурая ржавчина пшеницы, вызываемая урединальной стадией гриба *Puccinia triticina* Erikss et Senn, несмотря на определенные успехи при создании устойчивых сортов, и сегодня остается одним из биотических факторов снижения урожайности и негативного воздействия на качество получаемой продукции [1–3]. Наиболее экономически оправданный и экологически обоснованный способ снижения потерь от этого заболевания – создание и внедрение в производство устойчивых сортов.

Успех при этом во многом зависит от правильности выбора генов устойчивости или их комбинаций, перспективных для использования в селекционных программах при создании резистентных сортов в предполагаемом регионе их выращивания, что вызывает необходимость в определении структуры популяции патогена и ее изменчивости.

Сужение генетического разнообразия в пользу немногих генов резистентности, как указывают С.П. Мартынов и Т.В. Добротворская, может вызвать адекватное изменение в популяции возбудителя и массовое размножение патогена на однородном генетическом материале [4].

Так, в результате широкого распространения в производстве сортов пшеницы с одинаковым генетическим контролем устойчивости Кавказ (Lr 26), Ершовская 32, Куйбышская 1, Юна (Lr 23), Л 503, Юлия, Волгоуральская (Lr 19) в популяциях появились и быстро распространились биотипы патогена с генами вирулентности *r* 26, *r* 23 и *r* 19, что и привело к поражению ранее устойчивых сортов [5–7]. Аналогичная картина наблюдалась и при выращивании сортов (Терция, Соната, Дуэт и др.) в Омской, Челябинской и Новосибирской областях, устойчивость которых детерминирована геном Lr 9 [8–11].

По данным Е.И. Гулятьевой, доля сортов пшеницы – носителей гена Lr 9, включенных в ГР РФ и рекомендованных к выращиванию в стране в 2012 г., составила 9 %, в Уральском регионе – 18 %, а в Западносибирском – 17 % [12, 13].

Основным приемом в выявлении изменения в природных популяциях возбудителей заболеваний является постоянный мониторинг их вирулентности. Полученные данные по наличию генов вирулентности патогена, частоте их встречаемости в популяции позволяют осуществлять поиск источников устойчивости среди форм растения-хозяина для дальнейшего включения их в селекционный процесс.

Цель исследования: мониторинг расового состава, динамика изменения вирулентности возбудителя бурой ржавчины и поиск эффективных источников устойчивости.

Материалы и методы исследования. Сбор инфекционного материала возбудителя бурой ржавчины осуществлялся в период массового проявления заболевания на посевах яровой мягкой пшеницы Красноярского края с восприимчивых сортов селекционных учреждений Западной и Восточной Сибири: Алтайская 70, Ветлужанка, Кантегирская 89, Новосибирская 15, Новосибирская 29, Омская 9, Омская 20, Омская 32, Омская 33, Омская 28, Омская 36, Свирель и Тулунская 12, включенных в ГР РФ и допущенных для выращивания в 10-м и 11-м регионах. Также был изучен споровый материал с селекционных линий пшеницы лаборатории селекции яровой пшеницы КрасНИИСХ, которые, предположительно, были получены в результате скрещивания с сортами, несущими ген устойчивости к листовой ржавчине Lr 9.

Гербарные образцы (листья пшеницы с уреденнопустулами), начиная с 2000 г., ежегодно изучали в лаборатории иммунитета растений ФГБНУ «Омский АНЦ» (СибНИИСХ) по расовому составу на стандартном наборе сортов-дифференциаторов: Malakoff (Lr 1), Corina (Lr 2в), Brevit (Lr 2с), Webster (Lr 2а), Loros (Lr 2с), Mediterranean (Lr 2а+3а), Hussar (Lr 11) и Democrat (Lr 3а). Наличие генов вирулентности в популяции определяли на серии моногенных линий сорта Thatcher (Tc): Lr 1, 2а, 2б, 2с, 3а, 3бг, 3ка, 9, 10, 11, 14а, 14б, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27+31, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 38, В, – и линии, полученной от И.Г. Одинцовой с геном Lr Sp. С 2007 г. набор был расширен линиями Lr 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, а с 2012г. и Lr 41. Фенотипический состав определяли по реакции 16 изогенных линий по буквенному ключу, предложенному D.L. Long и J.A. Kolmer, основанному на определении вирулентности 16 линий, сгруппированных по четыре линии в четыре блока: I – Lr 1, Lr 2а, Lr 2с, Lr 3а; II – Lr 9, Lr 16, Lr 24, Lr 26; III – Lr 3ка, Lr 11, Lr 17, Lr 30 и IV – Lr В, Lr 10, Lr 14а, Lr 18 [14].

Возобновляли спорообразцы и размножали монопустульные изоляты патогена на универсально-

восприимчивом сорте яровой мягкой пшеницы Саратовская 29.

Мониторинг расового и генотипического состава бурой ржавчины пшеницы осуществляли по методике отсеченных листьев в светокультуре с использованием раствора бензимидазола [15]. Тип реакции растения на внедрение патогена определяли по международной шкале в модификации Джонстона и Бровдера [16], где 0, 1, 2 – устойчивость (R), 3, 4 – восприимчивость (S), X – гетерогенность. По частоте встречаемости фенотипов патогена в популяциях грибов судили об их сходстве или различии, согласно формуле Л.А. Животовского: $r = \sum \min(p, q)$, где r – коэффициент сходства; p и q – минимальные частоты фенотипов в одном из двух сравниваемых образцов [17].

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ расового состава 716 монопустульных культур бурой ржавчины за период с 2000 по 2017 г. выявил наличие 11 физиологических рас гриба: 10, 20, 57, 68, 77, 107, 117, 122, 144, 172 и 184, – доминируют в зависимости от года и сорта – 10, 20, 77 и 122. Ежегодно в популяциях присутствует 77 раса в среднем с частотой встречаемости 53,3 % и варьирует от 11,0 % в 2003 г. до 96,4 % в 2016 г. Средняя частота встречаемости 122-й расы составляет 33,3 % и колеблется от 0 до 73,9 % в 2009 г.; 20-я раса зафиксирована в 11 годах (68,7 %), доминирует в 2002 г., с частотой встречаемости 38,1 %; 10-я раса встречается 8 раз (50 %) и преобладает в 2003 г. (45,0 %) (рис. 1).

Физиологические расы 57, 107, 117, 172 и 184 выявлены дважды за период наблюдения, раса 68 – три раза, а 144 – один, с максимальной частотой встречаемости до 10,2 %. Следует отметить увеличение частоты встречаемости 77-й расы и снижение 10, 20 и 122-й рас, которые практически элиминировали в спорообразцах последних лет сборов (табл. 1).

Патотипический состав возбудителя бурой ржавчины определяли на 16 изогенных линиях растения-хозяина. Было установлено, что популяция Красноярского края представлена 47 патотипами, наибольшее разнообразие отмечено в 2005 г. – выявлено 27 патотипов; наименьшее в 2012 г. – 3. Основные: TJTT, TGTT, TKTT, THTT, TJTS, TSTT, TTTT, PJTT, THTS, KHTT, KJTT и PGTT, – в период с 2000 по 2006 г. доминировали патотипы SGFT – 14,3 % и SGKT – 12,3 %, позднее (2007–2016 гг.) TJTT – 30,5 % и TJPT – 25,9 %, третье место в оба периода занимал патотип TGTT с частотой встречаемости 11,9 и 13,8 % соответственно.

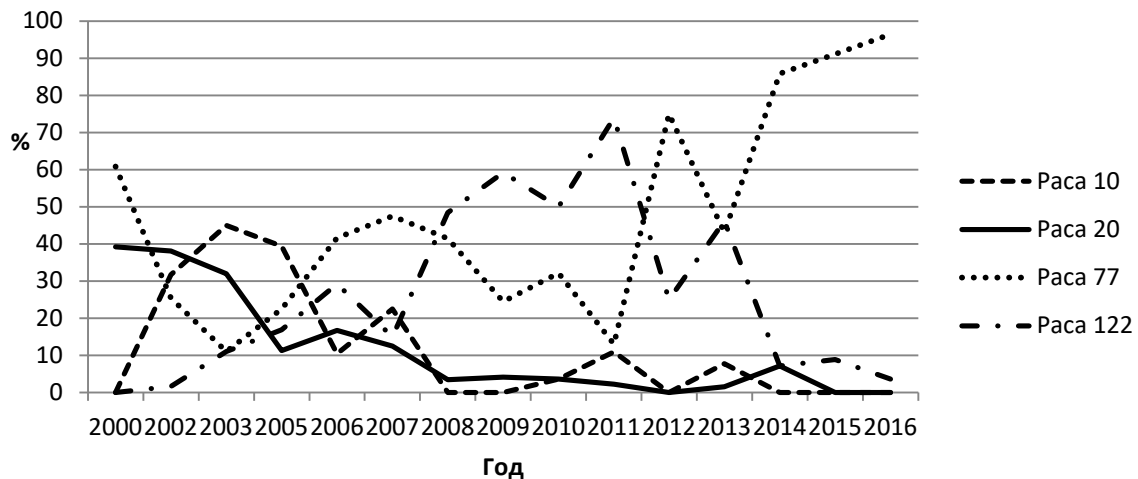


Рис. 1. Частота встречаемости основных рас возбудителя бурой ржавчины пшеницы Красноярского края

Таблица 1

Расовый состав возбудителя бурой ржавчины пшеницы Красноярского края, 2000–2016 гг., %

Год	Pasa										
	10	20	57	68	77	107	117	122	144	172	184
2000		39,2			60,8						
2002	31,7	38,1	1,6		25,4	1,6		1,6			
2003	45,0	32,0		1,0	11,0			11,0			
2005	39,4	11,3		9,9	22,5			16,9			
2006	10,4	16,7			41,6	2,1		29,2			
2007	22,5	12,5	2,5		47,5			15,0			
2008		3,4			41,4			48,4		3,4	3,4
2009		4,1			24,5		2,0	59,2		10,2	
2010	3,6	3,6		3,6	32,1		8,8	50,0			7,1
2011	10,9	2,2			13,0			73,9			
2012					75,0			25,0			
2013	7,7	1,5			43,1			46,2	1,5		
2014		7,1			85,8			7,1			
2015					91,1			8,9			
2016					96,4			3,6			

Анализ монопустульных изолятов бурой ржавчины на изогенных линиях сорта Thatcher (Tc) показал, что большинство линий используемого набора проявили 100 %-ю восприимчивость, более 80 % поражения имели линии Lr: 1, 2в, 2с, 10, 18, 23 и 29, – что говорит о низкой дифференцирующей способности этих линий. Существенные различия выявлены только по генам Lr 26, 45 и 47. Не поразились или проявили высокую устойчивость к монопустульным изолятам линии с генами Lr 9, Lr 19 и Lr 41, независимо от генотипа растения-хозяина и года сбора инокулюма. Эти гены переданы в мягкую пшеницу от

других видов: Lr 9 – *Aegilops umbellulata*, Lr 19 – *Thynopyrum elongatum*, Lr 41 – *Aegilops tauschii*, Lr 26 – *Secale cereale*, Lr 47 – *Aegilops speltoides* [18]. Проявляют иммунитет линии мягкой пшеницы с генами устойчивости Lr Sp, которые были привнесены в геном мягкой пшеницы от амфидиплоида *Triticum dicoccum* – *Aegilops speltoides* [19].

Таким образом, для изучения изменений в структуре красноярской популяции патогена считаем более приемлемым использование Lr линий с генами устойчивости 3а, 3bg, 3ка, 9, 11, 19, 24, 26, 36, 45, 47 и Sp (табл. 2).

Частота встречаемости генов вирулентности в популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы, 2000–2016 гг.

Год	Гены вирулентности, %										
	3а	3bg	3ка	9	11	19	24	26	36	45	47
2000	-	86,9	-	0	50,0	0	39,1	4,3	-	-	-
2002	38,1	30,2	38,1	0	65,1	0	28,6	3,2	3,9	-	-
2003	25,0	20,0	2,01	0	45,0	2,0	24,0	17,0	34,0	-	-
2005	43,7	43,7	48,0	0	30,9	0	73,2	15,5	90,1	7,1	-
2006	59,1	50,7	83,3	0	58,3	2,1	20,8	8,3	83,3	0	-
2007	95,0	65,0	60,0	0	65,0	0	57,5	5,0	72,5	0	0
2008	96,5	89,6	93,1	0	69,0	3,4	93,1	0	96,5	0	0
2009	100	100	83,7	4,1	26,5	0	30,6	0	42,9	0	2,0
2010	89,3	82,3	82,3	0	39,3	0	89,3	3,6	89,3	0	0
2011	86,9	86,9	91,3	0	15,2	2,2	100	2,0	-	0	0
2012	100	100	100	0	75,0	0	95,8	0	87,5	4,2	2,1
2013	94,8	94,8	94,8	0	49,3	2,6	75,3	20,8	67,5	2,1	6,7
2014	100	96,4	92,9	12,5*	85,7	7,1	64,3	3,6	64,3	8,6	5,7
2015	100	100	100	0	91,1	0	67,9	14,3	17,9	6,8	7,1
2016	100	100	100	0	96,3	0	57,1	25,0	57,1	4,3	3,6
Среднее	69,9	67,2	68,4	0,6	52,8	1,3	56,6	11,0	61,1	2,8	2,7

*С сорта Свирель – 12,5 %; с линий К-459-2; 512-7; 540-10 – 40 %.

В таблице 2 приведены данные (отсутствуют 2001 и 2004 гг.), которые показывают, что, начиная с 2006 г., наблюдается увеличение вирулентности популяций к линиям с генами устойчивости Lr 3а, 3bg и 3ка и вариабельность по генам Lr 11, 24, 26 и 36. Возможно, это связано с изменениями в сортовой разнообразии и, соответственно, площадями под выращиваемыми сортами. До 2006 г. в посевах превалировал сорт Тулунская 12 и сорта селекции

Восточной Сибири (Скала, Тулун 15, Ветлужанка) и незначительные площади занимали сорта Омской и Новосибирской селекции (Омская 9, Омская 20, Омская 32, Омская 33, Кантегирская 89). Начиная с 2007 г., отмечено преобладание сортов западносибирской селекции, к 2016 г. их доля в структуре посевных площадей составила 98,67 %, в основном это сорта селекции СибНИИРСа – Новосибирская 15, Новосибирская 29, Новосибирская 31 и др. (рис. 2).

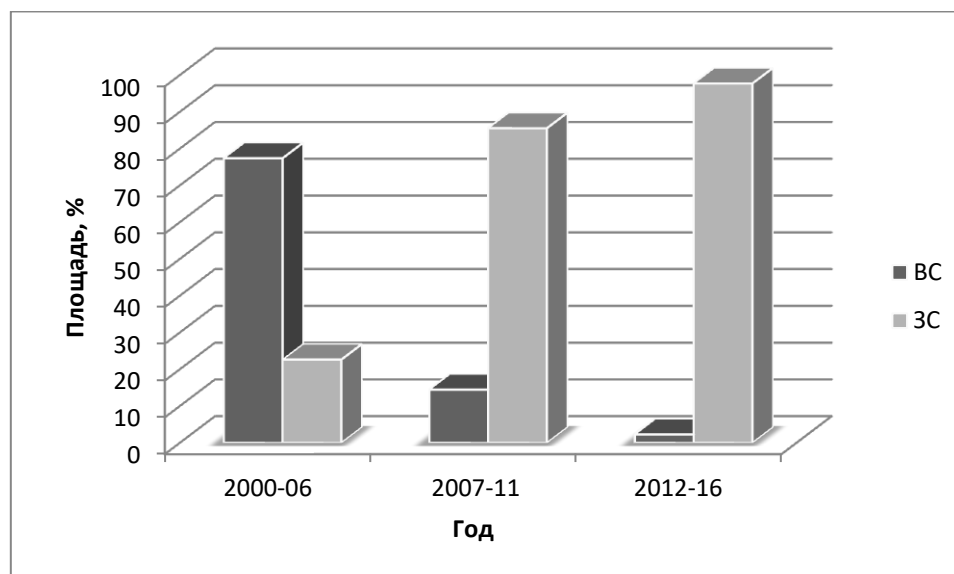


Рис. 2. Площадь посева сортов яровой мягкой пшеницы в Красноярском крае, % (BC – сорта Восточной Сибири; ЗС – сорта Западной Сибири)

Анализ родословных выращиваемых сортов показал, что в сортах, созданных в Восточно-Сибирском регионе, преобладали в основном формы местной селекции. Большинство же сортов западносибирской селекции получено с использованием сортов краснодарской и поволжской селекции – Безостая 1, Кавказ, Саратовская 29, Саратовская 36, Безенчукская 98 и др. Проведенная сортомена с увеличением площади под сортами западносибирской селекции способствовала, на наш взгляд, и изменению популяции патогена. Это подтверждается и расчетами коэффициентов сходства. Расчет сходства по патотипам бурой ржавчины с сортов различного происхождения показал, что между патотипами споробразцов с сорта Тулунская 12 и патотипами с сортов Омская 28, Омская 20 и Кантегирская 89 коэффициент составил 10–15 %, что касается патотипов с сортов Омская 20, Омская 28 и Кантегирская 89, то их сходство составило 50–55 %.

Учитывая то, что бурая ржавчина может распространяться с воздушными потоками, провели сравнение патотипов патогена Красноярского края и соседних регионов (Омск, Новосибирск), предположительно оказывающих влияние на состав бурой ржавчины на примере структуры популяций 2014 г.

В результате проведенных исследований в популяции 2014 г. было выявлено 14 патотипов, в т. ч. в Омске – 12, Красноярске – 6 и в Новосибирске – 3. В изученных споробразцах преобладали патотипы TJTT, TKTT и TGTT, различающиеся в основном по частоте встречаемости генов вирулентности *pp* 9, 24 и 26. Коэффициент сходства между популяциями Красноярск / Омск равнялся 48,8 %, Красноярск / Новосибирск – 40,0 % и Омск / Новосибирск – 74,5 %. Отличие популяции из Красноярска от популяций из Омска и Новосибирска обусловлено генами *p* 11 и *p* 26 (табл. 3).

Таблица 3

Частота встречаемости патотипов бурой ржавчины, % (2014 г.)

Фенотип	Формула вирулентности	Пункт сбора, %		
		Красноярск	Омск	Новосибирск
TJTT	9, 26/S	17,9	48,3	42,9
TKTT	9/S	10,7	20,2	45,7
TGTT	9, 24, 26/S	28,6	19,1	11,4
THTT	9, 24/S	0	8,8	0
TSTT	26/S	25,0	1,1	0
TQTT	24, 26/S	7,1	0	0
TJTS	9, 26, 18/S	0	0,5	0
TJPT	9, 26, 11/S	10,7	0	0
Другие	-	0	2,0	0

Расчет коэффициентов сходства (*r*) по патотипам показал среднюю связь популяции Восточной Сибири (Красноярск) с Западной Сибирью (Омск, Новосибирск) и высокую связь западносибирских популяций, что говорит о возможности проникновения спорового материала с воздушными массами из Западной Сибири.

Выводы. В результате проведенных исследований (2000–2016 гг.) генофонда популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы Восточной Сибири не выявлено генов, вирулентных к линиям с генами устойчивости *Lr* 41 и *Lr* Sp. Несмотря на появление в популяциях патотипов патогена, поражающих сорта и линии с генами *Lr* 9 и *Lr* 19, они по-прежнему остаются высокоэффективными ($R > 90$ %), частичную устойчивость (поражение ≤ 15 %) проявляют гены *Lr* 26, *Lr* 45 и *Lr* 47.

Таким образом, мониторинг вирулентности бурой ржавчины пшеницы Красноярского края показал, что структура популяции патогена обусловлена в основном генотипом выращиваемых сортов и площадями под ними, но не исключается возможность и заноса инфекционного материала, что подтверждается коэффициентом сходства. Полученные данные необходимо учитывать при планировании и создании устойчивых сортов.

Литература

1. Крупнов В.А. Стратегия генетической защиты пшеницы от листовой ржавчины в Поволжье // Вестн. РАСХН. – 1997. – № 6. – С. 12–15.
2. Санин С.С. Влияние вредных организмов на качество зерна // Защита и карантин растений. – 2004. – № 11. – С. 14–18.

3. Лубнин А.Н. Селекция яровой мягкой пшеницы в Сибири. – Новосибирск, 2006. – 31 с.
4. Мартынов С.П., Доброворская Т.В. Генеалогический подход к анализу устойчивости пшеницы к болезням // Фитосанитарное оздоровление экосистемы: мат-лы II Всерос. съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005 г.). – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 511–513.
5. Михайлова Л.А., Тырышкин Л.Г., Гусева Н.Н. Исследование популяций возбудителя бурой ржавчины // Защита растений. – 1988. – № 3. – С. 18–19.
6. Шаповалова О.Ю. Генетическая структура популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе // Агро XXI. – 2003. – № 1-6. – С. 11.
7. Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др. Генетические основы создания сортов яровой мягкой пшеницы, устойчивых к грибным болезням в Среднем Поволжье // Генетика, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. к 100-летию Самарского НИИСХ. – Самара, 2003. – С. 128–147.
8. Мешкова Л.В., Россеева Л.П. Тенденция увеличения вирулентности возбудителя бурой ржавчины пшеницы к эффективным генам устойчивости в Омской области // Современные средства, методы и технологии защиты растений: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 149–153.
9. Мешкова Л.В., Россеева Л.П., Шрейдер Е.Р. и др. Вирулентность патотипов возбудителя бурой ржавчины пшеницы к Th Lr9 в регионах Сибири и Урала // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: мат-лы II Всерос. конф. (Санкт-Петербург, 29 сентября – 2 октября 2008 г.). – СПб., 2008. – С. 70–73.
10. Мешкова Л.В., Россеева Л.П., Сидоров А.В. и др. Вирулентность возбудителя бурой ржавчины пшеницы в регионах Сибири и Урала // Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (Большие Вяземы Московской области, 17–21 июля 2012 г.). – Большие Вяземы, 2012. – С. 237–241.
11. Сочалова Л.П., Христов Ю.А. Влияние генотипа сорта на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondite* // Сибирский вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 10. – С. 61–67.
12. Гультяева Е.И. Генетическое разнообразие российских сортов мягкой пшеницы по устойчивости к возбудителю бурой ржавчины // Докл. Россельхозакадемии. – 2012. – № 2. – С. 29–32.
13. Гультяева Е.И., Аристова М.К., Шайданюк Е.Л. и др. Генетическая дифференциация *Puccinia triticina* Erikss на территории России // Генетика. – 2017. – Т. 53, № 9. – С. 1053–1060.
14. Long D.L., Kolmer J.A. A North American System of Nomenclature for *Puccinia triticina* // Phytopathology. – 1989. – Vol. 79. – P. 525–529.
15. Михайлова Л.А., Квитко К.В. Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины пшеницы // Микология и фитопатология. – 1970. – Т. 4, № 3. – С. 269–270.
16. Ghonston C.O., Browder B.E. Seventh revision of physiologic races of *Puccinia recondita* f. sp. tritici // Plant Dis. Repr. – 1966. – Vol. 50. – P. 756–760.
17. Животовский Л.А. Показатели сходства популяций по полиморфным признакам // Журн. общей биологии. – 1979. – Т. 11, № 4. – С. 587–602.
18. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 453. Сорта зерновых культур с известными генами устойчивости к грибным болезням. – Л., 1988. – 80 с.
19. Богуславский Р.Л., Одинцова И.Г., Пеуша Х.О. Амфидиплоиды и редкие формы пшеницы как источники устойчивости к бурой ржавчине // Проблемы использования генофонда в селекции растений на иммунитет к болезням и вредителям: сб. науч. тр. по прикл. бот., генет. и селекции. – Л., 1987. – Т. 110. – С. 18–23.

Literatura

1. Krupnov V.A. Strategija genetiĉeskoj zashhity pshenicy ot listovoj rzhavchiny v Povolzh'e // Vestn. RASHN. – 1997. – № 6. – S. 12–15.
2. Sanin S.S. Vlijanie vrednyh organizmov na kachestvo zerna // Zashhita i karantin rastenij. – 2004. – № 11. – S. 14–18.
3. Lubnin A.N. Selekcija jarovoj mjagkoj pshenicy v Sibiri. – Novosibirsk, 2006. – 31 s.
4. Martynov S.P., Dobrovorskaja T.V. Genealogičeskij podhod k analizu ustojchivosti pshenicy k boleznjam // Fitosanitarnoe ozdorovlenie jekosistemy: mat-ly II Vseros. s'ezda po zashhite rastenij (Sankt-Peterburg, 5–10 dekabrja 2005 g.). – SPb., 2005. – Т. 1. – S. 511–513.
5. Mihajlova L.A., Tyryshkin L.G., Guseva N.N. Issledovanie populjacij vozбудitelja buroj

- rzhavchiny // Zashhita rastenij. –1988. – № 3. – S. 18–19.
6. *Shapovalova O.Ju.* Geneticheskaja struktura populjacji возбуdivitelja buroj rzhavchiny pshenicy na Severnom Kavkaze // *Agro XXI*. – 2003. – № 1-6. – S. 11.
 7. *Sjukov V.V., V'jushkov A.A., Shevchenko S.N.* i dr. Geneticheskie osnovy sozdanija sortov jarovoj m'jagkoj pshenicy, ustojchivyh k gribnym boleznjam v Srednem Povolzh'e // *Genetika, selekcija i semenovodstvo sel'skohozjajstvennyh kul'tur: sb. nauch. tr. k 100-letiju Samarskogo NIISH*. – Samara, 2003. – S. 128–147.
 8. *Meshkova L.V., Rosseeva L.P.* Tendencija uvelichenija virulentnosti возбуdivitelja buroj rzhavchiny pshenicy k jeffektivnym genam ustojchivosti v Omskoj oblasti // *Sovremennye sredstva, metody i tehnologii zashhity rastenij: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* – Novosibirsk, 2008. – S. 149–153.
 9. *Meshkova L.V., Rosseeva L.P., Shrejder E.R.* i dr. Virulentnost' patotipov возбуdivitelja buroj rzhavchiny pshenicy k Th Lr9 v regionah Sibiri i Urala // *Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam: mat-ly II Vseros. konf. (Sankt-Peterburg, 29 sentjabrja – 2 oktjabrja 2008 g.)*. – SPb., 2008. – S. 70–73.
 10. *Meshkova L.V., Rosseeva L.P., Sidorov A.V.* i dr. Virulentnost' возбуdivitelja buroj rzhavchiny pshenicy v regionah Sibiri i Urala // *Immunogeneticheskaja zashhita sel'skohozjajstvennyh kul'tur ot boleznij: teorija i praktika: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 125-letiju so dnja rozhdenija N.I. Vavilova (Bol'shie Vjazemy Moskovskoj oblasti, 17–21 ijulja 2012 g.)*. – Bol'shie Vjaz'my, 2012. – S. 237–241.
 11. *Sochalova L.P., Hristov Ju.A.* Vlijanie genotipa sorta na strukturu populjacji возбуdivitelja buroj rzhavchiny pshenicy *Puccinia recondite* // *Sibirskij vestn. s.-h. nauki*. – 2009. – № 10. – S. 61–67.
 12. *Gul'tjaeva E.I.* Geneticheskoe raznoobrazie rossijskih sortov m'jag-koj pshenicy po ustojchivosti k возбуdivitelju buroj rzhavchiny // *Dokl. Rossel'hoz akademii*. – 2012. – № 2. – S. 29–32.
 13. *Gul'tjaeva E.I., Aristova M.K., Shajdanjuk E.L.* i dr. Geneticheskaja differenciacija *Puccinia triticina* Erikss na territorii Rossii // *Genetika*. – 2017. – T. 53, № 9. – S. 1053–1060.
 14. *Long D.L., Kolmer J.A.* A North American System of Nomenclature for *Puccinia triticina* // *Phytopathology*. – 1989. – Val. 79. – P. 525–529.
 15. *Mihajlova L.A., Kvitko K.V.* Laboratornye metody kultivirovanija возбуdivitelja buroj rzhavchiny pshenicy // *Mikologija i fitopatologija*. – 1970. – T. 4, № 3. – S. 269–270.
 16. *Ghonston C.O., Browder B.E.* Seventh revision of physiologic races of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* // *Plant Dis. Repr.* – 1966. – Val. 50. – P. 756–760.
 17. *Zhivotovskij L.A.* Pokazateli shodstva populjacij po polimorfnyh priznakam // *Zhurn. obshhej biologii*. – 1979. – T. 11, № 4. – S. 587–602.
 18. Katalog mirovoj kollekcii VIR. Vyp. 453. Sorta zernovyh kul'tur s izvestnymi genami ustojchivosti k gribnym boleznjam. – L., 1988. – 80 s.
 19. *Boguslavskij R.L., Odincova I.G., Peusha H.O.* Amfidiploidy i redkie formy pshenicy kak istochniki ustojchivosti k buroj rzhavchine // *Problemy ispol'zovanija genofonda v selekcii rastenij na immunitet k boleznjam i vrediteljam: sb. nauch. tr. po prikl. bot., genet. i selekcii*. – L., 1987. – T. 110. – S. 18–23.

