

УДК 633.111:632.937.14:577.21

**ДОНОРЫ ПОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM L.*)
К ЛИСТОВОЙ БУРОЙ РЖАВЧИНЕ (*PUCCINIA RECONDITA ROB. EX DESM.*)**

© 2014 В.В. Сюков¹, Л.Г. Тырышкин², В.Г. Захаров³

¹ФГБНУ Самарский НИИСХ, п.Безенчук, Самарская обл.

²ФГБНУ ГНЦ РФ Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, г. Санкт-Петербург

³ФГБНУ Ульяновский НИИСХ, п. Тимирязевский, Ульяновская обл.

Поступила в редакцию 15.12.2014

Анализ гибридного потомства двух сортов яровой пшеницы (Симбирцит и Экада 70) и двух линий (L.328/02 и L.370/03) по полевой устойчивости к бурой ржавчине показал, что признак определяется двумя комплементарными генами, один из которых Lr34. У нескольких сортов (в том числе Экада 70) на основе анализа взаимодействия с тест-клонами возбудителя болезни постулируется наличие гена Lr48. Предполагается, что контроль полевой устойчивости определяется комплементарным взаимодействием по крайней мере одного APR-гена (Lr34, Lr46, Lr67) и по крайней мере одного ювенильного гена.

Ключевые слова: яровая пшеница, бурая ржавчина, полевая устойчивость, гены

Введение. Феномен полевой устойчивости растений к болезням, описываемый в научной литературе разными понятиями (расонеспецифическая, горизонтальная, slow rusting, adult plant resistance, partial resistance и т.д.), определяется как способность растений независимо от расового состава популяций патогена противостоять заболеванию в виде снижения развития болезни. Впервые разделение устойчивости на типы вертикальной (расонеспецифической) и горизонтальной (расонеспецифической) ввёл J.E.Van der Plank [1]. Эти два типа устойчивости различаются часто по способу проявления, генетическому контролю и по их влиянию на развитие эпифитотий. R.M.Caldwell [2] первым научно обосновал использование этого типа устойчивости в селекции пшеницы против листовой ржавчины и ввёл понятие «медленного ржавления» (slow rusting). Описывая отличие горизонтальной устойчивости в сравнении с вертикальной и определяя механизмы этого типа устойчивости J.E.Parlevliet [3, 4] ввёл понятие «частичной устойчивости» (partial resistance). Термин «устойчивость взрослого растения» (adult plant resistance) ввёл S.Rajaram [5], определяя его как устойчивость не экспрессирующуюся на стадии проростков и проявляющуюся на стадии взрослого растения при восприимчи-

вом типе инфекции, но с признаками медленного ржавления, характеризующимися продолжительным латентным периодом возбудителя, пониженным количеством уредоспор (или степени поражения), размерами уредилий, их споровой продуктивностью и, как интегральный признак, площадью под кривой нарастания поражения [6]. По нашему мнению все эти определения относятся к одному и тому же явлению, и могут быть использованы в научном обиходе.

На сегодняшний момент селекционные программы многих научных центров направлены на использование именно этого типа устойчивости. По расчётам M.Smale et al. [7] внедрение в развивающихся странах сортов с расонеспецифической устойчивостью к ржавчине обеспечило условие высокой экономической выгоды (не менее 13% роста).

Генетические механизмы полевой устойчивости до конца не ясны. Некоторые ученые связывают длительно сохраняющуюся горизонтальную устойчивость с полигенами [8-11]. Я.Е.Вандерпланк [12], рассматривая природу вертикальной и горизонтальной устойчивости, пришел к выводу, что число генов само по себе не определяет тот или другой тип устойчивости. Некоторые исследователи рассматривают горизонтальную устойчивость как скрытую или замаскированную, вертикальную устойчивость [13] или как кумулятивную вертикальную устойчивость [14]. R.R. Nelson [15] высказал мнение, что преодолённые патогеном гены вертикальной устойчивости продолжают функционировать в генотипе растения как гены горизонтальной устойчивости. К настоящему времени доказано, что принципиальной разницы между полигенной и олигогенной, верти-

Сюков Валерий Владимирович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией генетики и селекции яровой мягкой пшеницы. E-mail: vsyukov@mail.ru

Тырышкин Лев Геннадьевич, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела генетики. E-mail: tyryshkinlev@rambler.ru

Захаров Владимир Григорьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции. E-mail: ulniish@mail.ru

кальной (ювенильной) и горизонтальной устойчивостью нет [16]. В то же время была обнаружена группа генов, которые в моногенном состоянии проявляла явные тенденции к снижению уровня поражения бурой ржавчиной на стадии взрослого растения. Первым таким геном был Lr 13, который в сочетании с малыми генами (в частности с Lr 2a, Lr 16, Lr 17) обеспечивал высокий уровень полевой устойчивости [17-19]. В течение многих лет комбинация Lr 13+Lr 23 обеспечивала эффект полевой устойчивости во многих регионах мира [20, 21].

Наиболее результативным в селекционных программах стало использование гена Lr 34. Многочисленными исследованиями показана эффективность Lr 34 в сочетании с другими малыми генами [6, 22-29].

Ещё два гена с аналогичными Lr 34 параметрами, Lr 46 и Lr 67 возможно не только гомологичны, но и ортологичны ему. На это указывает эффект соответствующих локусов в отношении полевой устойчивости к комплексу патогенов (как минимум к жёлтой ржавчине и мучнистой росе). В локусе в 7DS тесно сцеплены гены (или один ген с плейотропным эффектом) Lr34, Yr 18, Pm 39 [30]. В локусе на 1BL – Lr46, Yr29, Pm39 [30, 31], в локусе на 4DS – Lr67, Yr46, Pm46, Sr55 [31]. Имеются данные, что существуют ещё несколько гомологов APR-генов [21, 32, 33, 34].

Целью данной работы является генетический анализ полевой устойчивости к бурой ржавчине у ряда сортов и линий яровой мягкой пшеницы Поволжской селекции.

Материал и методика. Эксперименты проводились в 2008–2012 гг на экспериментальной базе ГНУ Самарский НИИСХ Россельхозакадемии (Безенчук) в условиях естественного инфекционного фона *Puccinia recondita*. Популяция патогена в данном регионе достаточно агрессивна и обладает широким спектром вирулентности, что явствует из динамики поражения набора линий яровой пшеницы с генами устойчивости к бурой ржавчине (таблица 1). Тип иммунности (реакции) на заражение *Puccinia recondita* определяли по шкале Mains, Jackson [35], а степень поражения по шкале Peterson et al. [36].

После уникального «мёртвого» периода в течение 2009-2010 гг, когда поражение посевов пшеницы отсутствовало полностью, к 2012 году в популяции *Puccinia recondita* появились патотипы к таким генам, как Lr 28, Lr 35, Lr 36, Lr 38, Lr 45, ранее проявлявшие стопроцентную эффективность

На этом фоне целая группа сортов поволжской селекции проявила ярко выраженную полевую устойчивость к бурой ржавчине (таблица 2).

В качестве объектов исследований нами были взяты четыре образца яровой мягкой пше-

ницы разной генеалогии. Сорт Симбирцит (Крестьянка/Ишеевская//Л-503) включён в Госреестр селекционных достижений РФ с допуском к использованию с 2007 года в Волго-Вятском, Центрально-Чернозёмном, Средневолжском и Уральском регионах. Сорт Экада 70 (Волжанка/Нја21667//Тулайковская юбилейная) включён в Госреестр селекционных достижений РФ с допуском к использованию с 2007 года в Волго-Вятском, Средневолжском и Уральском регионах. Л.328-02 (Крестьянка/Ишеевская/5/Отечественная/Лютесценс 62// Саратовская 29/3/Безостая 1/Саратовская 29/4/Кутулукская) и Л.370-03 (Альбидум 21/ Лютесценс 4//T.durum/T.aestivum/3/Acadia// Альбидум 21/Лютесценс 4/4/Ершовская 32/5/ Прохоровка) это селекционные линии конкурсного сортоиспытания Ульяновского НИИСХ.

Отметим, что выбранные для изучения образцы проявили высокий уровень резистентности и в условиях Северо-западного региона России – растения были поражены не более чем на 50% при поражении контролей на 100% в 2012 г.

Парные гибриды этих сортов с восприимчивыми тестерами Рассвет, Ростань и Сурента 4 получены в 2007 году в Ульяновском НИИСХ. Рендомизированно отобранные в Безенчуке в F₂ потомства индивидуально пересевались в 2010-2011 годах. В 2011 году на индивидуальных потомствах второго поколения проведена оценка семей F₃ по поражению *P. recondita*. К устойчивым (нерасщепляющимся потомствам) семьям относили формы с поражением растений бурой ржавчиной, достоверно не превышающем поражение устойчивого родителя. Анализ достоверности соответствия эмпирического расщепления гипотетическому проводили с использованием критерия Пирсона (χ^2).

Судя по генеалогии, все изучающиеся предполагаемые доноры полевой устойчивости к бурой ржавчине (кроме Л.370-03) могут нести в своём генотипе APR-ген Lr 34. ПЦР анализ на предполагаемое присутствие гена Lr 34 проводили с использованием праймеров к микросателлитному маркеру Xgwm 130 [37].

Тест-клоновый анализ для идентификации ювенильных генов устойчивости проводили на проростках с использованием семи монопустульных изолятов, дифференцирующих ряд каталогизированных Lr-генов. Все лабораторные исследования проводили в отделе генетики ВНИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова.

Результаты и обсуждение. Все образцы были высоко восприимчивы к ржавчине в ювенильной стадии онтогенеза, и следовательно их высокая устойчивость может быть отнесена к возрастной.

Таблица 1. Реакция линий пшеницы с Lr-генами устойчивости на местную популяцию *Puccinia recondita*. Безенчук, 2008-2012 гг

Lr-гены	Линия	Тип иммунности/ %		
		2008 г	2011 г	2012 г
1	2	3	4	5
Lr 1	RL-6003	4/60	4/60	4/60
Lr 2a	RL-6000	4/50	2/5	4/60
Lr 2b	RL-6019	4/60	4/60	4/70
Lr 2c	RL-6047	-	4/60	4/70
Lr 3a	RL-6002	4/25	4/80	4/80
Lr 3c	RL-6007	4/60	4/60	3-4/40
Lr-3b	RL6042	-	4/60	4/60
Lr 9	RL-6010	0	0	0
Lr 10	RL-6004	4/50	4/40	4/70
Lr-11	W976	4/60	4/40	4/80
Lr 12	RL-6011	4/40	2-3/1	3-4/40
Lr 13	Manitou	4/30	3-4/10	3-4/40
Lr 14a	RL-6013	4/60	4/40	4/60
Lr 14b	RL-6006	3-4/40	4/25	4/60
Lr 15	RL-6052	4/40	3-4/1	4/40
Lr 16	RL-6005	4/30	4/40	4/70
Lr 17a	RL-6008	3-4/5	3-4/15	3-4/50
Lr 18	RL-6009	2-3/10	3/15	4/50
Lr 19	RL-6040	4/40	0	2-4/1
Lr 21	RL-6043	4/30	4/30	3-4/50
Lr 22b	Thatcher	4/60	4/40	4/60
Lr 22a	RL-5404	4/40	4/30	3-4/20
Lr 23	RL-6012	4/40	3-4/10	4/50
Lr-24	RL-6064	0	0	0
Lr 25	Thatcher*n /Transec	2/0,1	3-4/10	4/40
Lr 26	RL-6078	4/20	4/20	4/50
Lr 27+31	Gatcher	4/10	4/25	3-4/40
Lr-28	Chinese Spring Lr-28	0	0	3-4/10
Lr 29	Chinese Spring Lr 29	2-4/1-5	2-3/10	4/40
Lr 30	RL-6049	4/40	4/40	4/60
Lr 32	RL-5497	4/20	3-4/20	3-4/60
Lr 33	RL-6057	4/60	3-4/30	4/60
Lr 34	RL-6058	3/10	3-4/10	4/70
Lr 35	RL-5711	0	2-3/1	3-4/20
Lr 36	Thatcher Lr 36	0	0	2-3/1
Lr 37	RL-6081	2-3/40	2-3/5	3-4/40
Lr 38	RL-6097	0	0	4/1
Lr 45	RL6144	0	0	4/40
Lr 46	Lalbahadur(Pavon 1B)	2-3/10	3-4/10	2-3/20
Lr 47	PI 603918	1/0,1	0	0
Lr 48	CSP-44	-	4/40	4/60
Lr 49	VL-404	-	-	4/5

Таблица 2. Реакция сортов и линий пшеницы на местную популяцию *Puccinia recondita*.
Безенчук, 2011-2012 гг

Сорт, линия	Тип иммунности/ %	
	2011 г	2012 г
Экада 66	4/15	4/40
Экада 70	4/15	4/40
Экада 109	4/30	4/40
Экада 119	4/15	3-4/40
Маргарита	4/15	4/40
Симбирцит	4/15	4/40
Ульяновская 100	4/10	4/15
Л.328-02	3-4/10	4/20
Л.370-03	3-4/1	3-4/10
Рассвет	4/50	4/90
Ростань	4/60	4/90
Сурента 4	4/60	4/100
Саратовская 42	4/60	4/100

Как видно из результатов гибридологического анализа (табл. 3), полевая устойчивость к бурой ржавчине у изучаемых генотипов может быть детерминирована двумя или тремя комплементарными генами. У Л.370-03 расщепление в F_2 определяется, по-видимому, двумя доминантными комплементарными генами. Это могут быть гены Lg 23 (от Ершовской 32) и Lg 26 (от Прохоровки), или оба комплементарных гена от Прохоровки [21].

У сортов Симбирцит, Экада 70 и Л.328-02 устойчивость скорее всего детерминирована

двумя комплементарными рецессивными генами. Хотя для Симбирцита не исключена и трёхгенная модель детерминации этого признака. Одним из этих рецессивных генов может быть ген Lg 34. Во всяком случае на такую вероятность указывают результаты ПЦР-анализа на STS-маркёр Xgwm 130 (рис. 1). Продукты амплификации выявлены и в отношении сортов Экада 97 и Ульяновская 100 и не прослеживаются у Экады 66 и Маргариты, хотя все эти сорта показывают сходную динамику реакции на безенчукскую популяцию *Puccinia recondita*. Впрочем,

Таблица 3. Расщепление по полевой устойчивости к *Puccinia recondita* в гибридах между четырьмя донорами устойчивости и восприимчивыми родителями. Безенчук, 2011

Гибрид	Количество потомств F_2		χ^2			P
	с полевой устойчивостью	восприимчивые и расщепляющиеся	гипотеза			
			1 : 15	9 : 7	1 : 63	
Л.370-03 / Рассвет	34	33		0,82		0,5-0,6
Л.328-02/ Ростань	6	87	0.01			0,99
Сурента 4 / Симбирцит	2	91	2,67		0,21	0,3 (0,9)
Сурента 4 / Экада 70	8	79	1.29			0,5-0,6

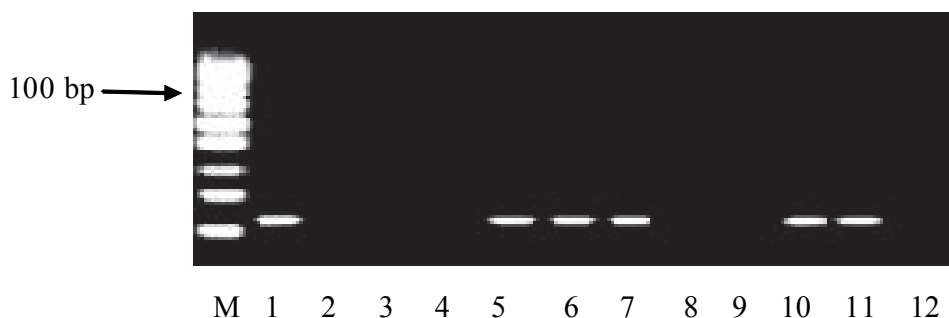


Рис. 1. Электрофорез продуктов амплификации ПЦР-анализа на STS-маркёр Xgwm 130: М-маркёр молекулярного веса, 1- Thatcher Lr34, 2 – Землячка, 3 – Л.370-03, 4 – Маргарита, 5 – Л.328-02, 6. Симбирцит, 7 – Экада 70, 8 – Экада 66, 9 – Л.929/08, 10 – Экада 97, 11 – Ульяновская 100, 12 – Thatcher

учитывая неоднозначность метода молекулярно-генетического маркирования генов [38], считать эти выводы однозначными нельзя.

Тест-клонный анализ большого количества сортов и линий яровой мягкой пшеницы поволжской селекции с полевой устойчивостью к бурой ржавчине не выявил среди них доноров большинства каталогизированных ювенильных генов устойчивости за исключением Lr 48 и Lr 49 (табл. 4).

Ген Lr 48 присутствует, по-видимому, и у сорта Экада 70, анализируемому как донор полевой устойчивости к бурой ржавчине в данной работе.

Таким образом можно предполагать, что по-

левая устойчивость к *Puccinia recondita* обеспечивается комплементарным взаимодействием по крайней мере одного APR-гена (Lr34, Lr46, Lr67) и по крайней мере одного ювенильного гена. К аналогичному выводу о комплементарном взаимодействии генов устойчивости к листовой ржавчине, один из которых – APR-ген, при анализе группы сортов с эффектом полевой устойчивости пришли A.Dakouri et al. [39].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Van der Plank J.E. Disease resistance in plants. N-Y., London, 1968. 206 p.

Таблица 4. Реакция сортов и линий яровой пшеницы на заражение семью патотипами *Puccinia recondita* в стадии проростков. 2011 г.

Образец	Патотипы <i>Puccinia recondita</i>							Постулируемые гены устойчивости
	1	2	3	4	5	6	7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Экада 66	0	0	0	3	0	0	3	–
Экада 70	0	3	0	3	0	3	0	48
Экада 97	0	3	0	3	0	3	0	48
Маргарита	0	0	0	0	3	3	3	49
Ульяновская 100	0	3	0	3	3	3	3	–
Симбирцит	0	0	0	3	3	0	3	–
RL-6004	3	3	0	0	0	0	3	10
RL-6011	3	3	0	0	3	0	0	12
Manitou	3	3	0	0	0	3	0	13
Gatcher	0	3	0	0	3	3	0	27+31
RL-5497	3	3	3	0	3	3	0	32
RL-6058	3	3	3	0	0	3	3	34
Lalbahadur (Pavon 1B)	0	3	3	0	3	0	0	46
CSP-44	0	3	0	3	0	3	0	48
VL-404	0	0	0	0	3	3	3	49

2. *Caldwell R.M.* Breeding for general and/or specific plant disease resistance // Proc. 3rd Int. Wheat Genet. Symp. Canberra, 1968. P.236-272.
3. *Parlevliet J.E.* Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I Effect of cultivar and development stage on latent period // Euphytica, 1975. Vol.24. №1. P.21-27.
4. *Parlevliet J.E., van Ommereen A.* Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. II Relationship between field trials, micro plot ot tests and latent period // Euphytica, 1975. Vol.24. №1. P.293-303.
5. *Rajaram S.* Method for detection and evaluation of adult plant resistance to *Puccinia graminis tritici* in wheat // Proc/Europ. and Mediterran.Cereal Rusts Conf.. Praha, 1972. P.203-208.
6. *Singh R.P., Rajaram S.* Breeding for disease resistance in wheat // Bread Wheat. Improvement and production: FAO plant production and protection series. №30. Rome, 2002. URL: www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e0b.htm.#11 (дата обращения 12.11.2014).
7. Estimating the economic impact of breeding nonspecific resistance to leaf rust in modern bread wheats / *M. Smale, R.P. Singh, K. Sayre, P. Pingali, S. Rajaram, H.J. Dubin* // Plant Disease, 1998. Vol.82. №9. P.1055-1061.
8. *Щербаков В.К.* Генетические системы устойчивости растений // Генетические основы селекции растений на иммунитет. М., 1973. С.11-64.
9. *Щербаков В.К.* Обоснование генетического метода прогноза эпифитотии // Вестник с.-х. науки, 1980. № 6. С.87-93.
10. Дьяков Ю.Т. Генетика взаимоотношений растений-хозяев и их паразитов // Генетика, 1977. Т.13. №3. С.533-541.
11. Устойчивость пшеницы к бурой ржавчине / *В.М. Берлянд-Кожевников, А.П. Дмитриев, Е.Б. Будашкина, И.П. ШUTOва, Б.Г. Рейтер*. Новосибирск: Наука, 1978. 310 с.
12. *Van der Plank Я.Е.* Генетические и молекулярные основы патогенеза у растений. Перевод с англ. М.: Мир, 1981. 236 с
13. *Martin T.J., Ellingboe A.H.* Differences between compatible parasite/host genotypes involving the Pm 4 locus of wheat and the corresponding genes in *Erysiphe graminis f.sp.tritici* // Phytopathology, 1976. №66. P.1435-1438.
14. *Parlevliet J.E.* Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding // Plant Breeding II. Ames, Iowa, 1981. P.309-364.
15. *Nelson R.R.* Genetics of horizontal resistance to plant diseases // Ann. Rev. Phytopathology, 1978. Vol.16. №2. P.359-372.
16. Подразделение Lg-генов устойчивости пшеницы *Triticum aestivum L.* к листовой ржавчине (*Puccinia triticina Erikss.*) на ювенильные и возрастные: реальность или условность / *Л.Г. Тырышкин, В.Г. Захаров, В.В. Стоков* // Сельскохозяйственная биология, 2013. №1. С.74-77
17. *Kolmer J.A.* Enhanced leaf rust resistance in wheat conditioned by resistance gene pairs with Lr13 // Euphytica, 1992. Vol.61. №1. P.123-130.
18. *Kolmer J.A.* Genetic of resistance to wheat leaf rust // Ann.Rev.Phytopathology, 1996. Vol.34. P.435-455.
19. *Singh R.P., Rajaram S.* Genes for low to *Puccinia recondita f.sp.tritici* in fifty Mexican *Triticum aestivum* cultivars // Crop Sci., 1991. Vol.31. №6. P.1472-1479.
20. *Sharma S.K., Nagarajan S.* Further evidence for the presence of more adult plant resistance genes against leaf rust in Indian wheats // Cereal Rusts and Powdery Mildews Bull., 1996. Vol.24. №1-2. P.63-66.
21. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы: изд. 2-е исправл. и дополненное / *А.А.Вьюшков, П.Н.Мальчиков, В.В.Стоков, С.Н.Шевченко* // Самара: СамНЦ РАН, 2012. 266 с.
22. *Dyck P.L.* Genetics of adult-plant leaf rust resistance in "Chinese Spring" and "Sturdy" wheats // Crop Sci., 1991. Vol.31. №2. P.309-311.
23. *Dyck P.L.* The inheritance of leaf rust resistance in the wheat cultivar Pasqua // Canad.J. Plant Sci., 1993. Vol.73. №3. P.903-906.
24. *Ezzahiri B., Roelfs A.P.* Inheritance and expression of adult-plant resistance to leaf rust in Era wheat // Plant Disease, 1989. Vol.73. №6. P.549-551.
25. *Pretorius Z.A., Roelfs A.P.* The role of Lr10, Lr13 and Lr34 in expression of adult-plant resistance to leaf rust in the wheat cultivare Era // Plant Disease, 1996. Vol.80. №2. P.199-202.
26. *Kolmer J.A.* Virulence to *Puccinia recondita f.sp.tritici* isolates from Canada to genes for adult-plant resistance to wheat leaf rust // Plant Disease, 1997. Vol.81. №3. P.267-271
27. *Liu J.Q., Kolmer J.A.* Inheritance of leaf rust resistance in wheat cultivars Grandin and CDC Teal // Plant Disease, 1997. Vol.81. №5. P.505-508.
28. *Kolmer, J.A., Liu J.Q.* Simple inheritance of partial resistance to leaf rust in two wheat cultivars // Plant Pathology, 2001. Vol.50. №5. P.546-551.
29. Genetic analysis of adult-plant resistance to leaf rust in fife spring wheat genotypes/ *A.Navabi, R.P.Singh, J.P.Tewari, K.G.Briggs*// Plant Disease, 2003. Vol.87. №12. P.1522-1529
30. Catalogue of gene symbols for wheat / *R.A. McIntosh, Y. Yamazaki, J. Dubcovsky et al* // Proc. 11-th Internat. Wheat Genet. Symp.. Brisbane, Qld, Australia, 2008. Vol. 4.
31. Catalogue of gene symbols for wheat: 2012 supplement/ *R.A. McIntosh, J.Dubcovsky, W.J.Rogers et al.* // Annual wheat Newsletter, 2012. Vol.58. P.257-279.
32. Inheritance and genetic mapping of leaf rust resistance genes in the wheat cultivar Buck Manantial / *E. Altieri, B. McCallum, D.J. Somers, F. Sacco* // Proc/11th Int.Wheat Genet.Symp.. Sydney, 2008. P.1-3.
33. Genetic analysis of adult-plant resistance to leaf rust in a double haploid wheat (*Triticum aestivum L. em Thell*) population / *S.P. Brammer, M. Fernandes, A.L. Barcellos, S.C.K. Milach* // Genet.Mol.Biol (Brasil), 2004. Vol.27. №3. P.432-437.
34. Overview and application of QTL for adult plant resistance to leaf rust and powdery mildew in wheat / *Z. Li, C. Lan, Z. He, R.P. Singh, G.M. Rosewarne, X.Chen, X.Xia*//Crop Sci., 2014. Vol.54. Iss.5. P.1907-1925.
35. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat, *Puccinia triticina Erikss* / *E.B.Mains, H.S.Jackson* // Phytopathology, 1926. Vol. 16. № 2. P. 89-120.
36. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals / *R.F. Peterson, A.B. Campbell, A.E. Hannah* // Canad. J.Res., 1948. Vol. 26. № 4. P. 496-500.
37. A microsatellite map of wheat/ *M.S. Röder, V. Korzun, K. Wendehake, J. Plaschke, M.-H. Tixier, P. Leroy, M.W. Ganal* // Genetics. 1998. V.149. P. 2007-2023.
38. *Тырышкин Л.Г.* Идентификация генов устойчивости пшеницы к листовой ржавчине с помощью ПЦР ДНК-маркёров: реальность или артефакт // Материалы международной научной конференции «Экология, генетика, селекция на службе человечества». Ульяновск, 2011. С.48-58.
39. Molecular and phenotypic characterization of

seedling and adult plant leaf rust resistance in a world wheat collection / A.Dakouri, B.D.McCallum,

N.Radovanovic, S.Cloutier//Mol.Breeding, 2013. Vol.32. № 2. P. 663-677.

DONORS OF SPRING BREAD WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) FIELD RESISTANCE TO LEAF RUST (*PUCCINIA RECONDITA* ROB.EX DESM.)

© 2014 V.V. Syukov¹, L.G. Tyryshkin², V.G. Zakharov³

¹Samara Research Scientific Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

²All-Russian Institute of Plant Industry, St-Petersburg

³Ulyanovsk Research Scientific Institute of Agriculture, Timiryazevskiy, Ulyanovsk Region

Progeny analysis of field resistance to leaf rust in two varieties of spring wheat (Simbirsit and Ecada 70) and two breeding lines (L.328/02 and L.370/03) showed that the resistance is determined by a two complementary genes, one of which *Lr34*. Several varieties (including Ecada 70) using test-clonal analysis are postulated the presence of gene *Lr48*. It is assumed that the effect of field resistance is determined by the complementary interaction of at least one APR- gene (*Lr34*, *Lr46*, *Lr67*) and at least one "seedling" gene.
Keywords: spring wheat, leaf rust, field resistance, genes

Valeriy Syukov, Doctor of Biological Science, Head of Laboratory of Genetics and Breeding of Spring Bread Wheat.

E-mail: vsyukov@mail.ru

Lev Tyryshkin, Doctor of Biological Science, Senior Researcher of Department. E-mail: tyryshkinlev@rambler.ru

Vladimir Zakharov, PhD, Head of Department of Breeding. E-mail: ulniish@mail.ru