

УДК 577.21:633.11:632.937.14

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ *Puccinia recondita* ROB. EX DESM. ИЗ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ПО ЧАСТОТАМ ВИРУЛЕНТНОСТИ К LR ГЕНАМ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ В 2014 ГОДУ

© 2015 Л.Г. Тырышкин<sup>1</sup>, В.В. Сюков<sup>2</sup>, В.Г. Захаров<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Государственный научный центр РФ «Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова», г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова», п.г.т. Безенчук, Самарская область

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, п. Тимирязевский, Ульяновская область

Статья поступила 20.11.2015

По результатам исследований 2014 г. подтверждена принадлежность ульяновской и безенчукской популяций *Puccinia recondita* к единому ареалу формообразования и распространения листовой ржавчины. В то же время показана значительная схожесть структуры средневожских субпопуляций со структурой популяции из Северного Кавказа. В 3-х регионах отсутствовали клоны патогена, вирулентные к проросткам линий с генами *Lr 9*, *Lr 19*, *Lr 24*, *Lr 28*, *Lr 47* и *Lr Ag#2*. К гену *Lr 29* был вирулентен только один клон из Безенчука. Показана согласованная динамика концентрации генов вирулентности *plr1*, *plr2a*, *plr23*, *plr25*, *plr35* в течение 2011-2014 гг. в субпопуляциях Среднего Поволжья. По большинству генов существенного изменения концентраций не наблюдалось. По генам *plr1*, *plr25* и *plr35* синхронно в обеих субпопуляциях наблюдается снижение концентрации, а по генам *plr2a* и *plr23* – повышение концентрации. Обсуждается возможность расширения фенотипических маркеров возбудителя ржавчины за счет изучения вирулентности монопустульных изолятов на отрезках листьев дифференциаторов, помещенных на различные субстраты (растворы бензимидазола, солей азота и калия).

**Ключевые слова:** листовая бурая ржавчина, яровая пшеница, гены вирулентности, гены устойчивости.

### ВВЕДЕНИЕ

Листовая бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. syn.: *Puccinia triticina* Erikss) – одна из наиболее распространенных и вредоносных болезней мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. во многих зонах возделывания культуры, в том числе и в Среднем Поволжье Российской Федерации. Изучение частот вирулентности к конкретным *Lr* генам устойчивости традиционно проводится для идентификации эффективных на данный момент генов резистентности к болезни, определения степени сходства субпопуляций из различных частей регионов, что в свою очередь ложится в основу программ рационального территориального размещения имеющихся эффективных генов устойчивости. Подобная работа стабильно проводится в США и

Канаде [1, 2], периодически в странах Западной и Восточной Европы [3-9], Азии [10, 11]. В России в последние десятилетия эту работу ведут в основном в Северокавказском [12, 13], Северо-Западном [14], меньше Нижневолжском [15, 16] регионах.

Проведённое нами изучение [17] полиморфизма средневожской популяции *Puccinia recondita* в 2011–2012 гг. показало, что у растений в стадии проростков высокоэффективными являются гены *Lr 9* и *Lr 41* (*Lr 39+*), несколько меньшей эффективностью обладали гены *Lr 19*, *Lr 24*, *Lr 28*, *Lr 29* и *Lr 47*. Сравнение популяций из Безенчука и Ульяновска по частотам вирулентности к 28-и слабоэффективным генам устойчивости показало их крайнюю степень сходства и, скорее всего, принадлежность к одному ареалу формообразования и распространения листовой ржавчины. В то же время полученные данные указывали и на высокое сходство данных популяций с таковыми из Северного Кавказа и Северо-Западного региона России.

Цель настоящего исследования – изучение частот вирулентности *Puccinia recondita* из двух районов Среднего Поволжья в сравнении с популяцией из Южного Дагестана в 2014 г., а также определение степени сходства в данном году между выборками клонов патогена из 3-х регионов России.

Тырышкин Лев Геннадьевич, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела генетики.

E-mail: tyryshkinlev@rambler.ru

Сюков Валерий Владимирович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории генетики и селекции яровой мягкой пшеницы.

E-mail: vsyukov@mail.ru

Захаров Владимир Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции.

E-mail: ulniish@mail.ru

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Монопустульные изоляты *P. recondita* выделяли из популяций патогена, собранных в Среднем Поволжье (пос. Безенчук Самарской области и пос. Тимирязевский Ульяновской области) и Северном Кавказе (г. Дербент, Дагестанская опытная станция ВИР) в 2014 г. и поддерживали на отрезках листьев универсально восприимчивого сорта пшеницы Ленинградка. Всего из каждой популяции было выделено и проанализировано по 100 изолятов возбудителя листовой ржавчины пшеницы.

Семена почти изогенных линий пшеницы сорта Thatcher с генами устойчивости к листовой ржавчине *Lr 1, Lr 2, Lr 2a, Lr 2b, Lr 2c, Lr 3, Lr 3ka, Lr 9, Lr 10, Lr 11, Lr 12, Lr 13, Lr 14b, Lr 16, Lr 18, Lr 19, Lr 20, Lr 21, Lr 23, Lr 24, Lr 25, Lr 26, Lr 30, Lr 32, Lr 33, Lr 34, Lr 35, Lr 36, Lr 37, Lr 38*, а также образцов с генами *Lr 27+31, Lr 28, Lr 29, Lr 45, Lr 46, Lr 47, Lr 48, Lr 49* и *Lr Ag#2* высевали в 3 кюветы на смоченную водой вату. После прорастания семян кюветы помещали на светоустановку (20–22°C, постоянное освещение – 2 500 люкс). Растения в стадии одного листа опрыскивали водными суспензиями уредоспор популяций возбудителя из 3-х регионов, на сутки закрывали полиэтиленом и помещали в темноту. Затем полиэтилен снимали и кюветы возвращали на светоустановку. Через 12 дней оценивали типы реакции по шкале Майнса и Джексона [18] 0 – отсутствие симптомов болезни; 0; – некрозы без пустул; 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – крупные пустулы без некроза; X – наличие на одном листе пустул разного типа реакции; р.е.п. – очень редкие пустулы восприимчивого типа 3.

Отрезки первых листьев (длина 0,7–1 см) выращенных на вате растений тех же линий и образцов с *Lr* генами устойчивости раскладывали в строчку на смоченную водой вату и инокулировали монопустульными изолятами возбудителя листовой ржавчины. Типы реакции на заражение патогеном учитывали на 6–7-е сутки после инокуляции (в данном случае типы X и е.п. отсутствовали). Типы реакции 0–2 соответствуют авирулентности, тип 3 – вирулентности патогена. Типы реакции отрезков листьев изучаемого набора образцов совпадали с типами реакций на заражение интактных растений теми же клонами (данные не приводятся). Для оценки степени сходства популяций *P. recondita* из разных регионов использовали метод парных корреляций частот вирулентности [19].

По 15–20 отрезков листьев проростков (длина 2 см) почти изогенных линий и образцов с вышеперечисленными *Lr* генами раскладывали в кюветы на вату, смоченную водой, водным раствором бензимидазола (60 мг/л), раствором азотнокислого аммония (1,29 г/л) и хлористого калия (0,48 г/л). Отрезки листьев опрыскивали одинаковым

объемом водных суспензий уредоспор популяций возбудителя ржавчины из трех регионов (концентрация спор  $30 \times 10^5$  /мл) с помощью ручного пульверизатора; кюветы закрывали полиэтиленом и на 12 ч помещали в темноту, затем полиэтилен снимали, кюветы закрывали стеклом и помещали на светоустановку. Через 7 суток после инокуляции подсчитывали количество пустул восприимчивого типа на каждом отрезке листа; для дальнейшего анализа рассчитывали среднее число пустул на одном отрезке.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Высокую эффективность против всех изучаемых популяций при заражении интактных проростков в 2014 г. проявили гены устойчивости *Lr 9, Lr 19, Lr 24, Lr 28, Lr 47* и *Lr Ag#2*. На линии с геном *Lr 29* отмечено наличие очень редких вирулентных клонов (табл. 1). Основным отличием данного результата от полученного в аналогичной работе в 2012 г. является отсутствие монопустульных изолятов гриба, вирулентных к *Lr 24, Lr 28* и *Lr 47*.

В основном эти данные подтверждаются и анализом вирулентности монопустульных изолятов (табл. 2). При анализе 100 клонов из каждой популяции не выявлено изолятов *Puccinia recondita*, вирулентных к перечисленным генам. К гену *Lr 29* был вирулентен только один клон из Безенчука.

Анализ динамики вирулентностей в 2011–2014 гг показывает, что по большинству генов существенного изменения концентраций не наблюдалось. По генам *plr1, plr25* и *plr35* синхронно в обеих субпопуляциях наблюдается снижение концентрации (рис. 1), а по генам *plr2a* и *plr23* – повышение концентрации (рис. 2).

Результаты подсчета количества пустул возбудителя ржавчины 3-х популяций после заражения отрезков листьев образцов пшеницы, помещенных на вату, смоченную различными растворами приведены в табл. 3.

Коэффициенты корреляции между частотой вирулентных клонов к помещенным на воду отрезкам листьев конкретного образца пшеницы и средним количеством пустул на отрезках листьев в воде были близки к 1 (для популяций из Дербента, Ульяновска и Безенчука – 0,987, 0,981 и 0,978, соответственно).

Это связано с тем, что большинство образцов, используемых в работе, являются почти изогенными линиями одного сорта и не различаются по уровню неспецифической устойчивости; следовательно, различия между линиями в количестве пустул при заражении популяцией патогена могут быть связаны только с различиями в частоте встречаемости в данной популяции вирулентных клонов *P. recondita*. Это в свою очередь указывает на возможность сравнения различных популяций

**Таблица 1.** Типы реакции линий и сортов пшеницы с *Lr* генами устойчивости на заражение популяциями возбудителя листовой ржавчины пшеницы. Интактные проростки. 2014 г.

Ген устойчивости	Ульяновск	Безенчук	Дербент
<i>Lr</i> 1	3	3	3
<i>Lr</i> 2	3	3	3
<i>Lr</i> 2b	3	3	3
<i>Lr</i> 2c	3	3	3
<i>Lr</i> 2a	3	3	3
<i>Lr</i> 3ka	3	3	3
<i>Lr</i> 3	3	3	3
<i>Lr</i> 9	0	0	0
<i>Lr</i> 10	3	3	3
<i>Lr</i> 11	3	3	3
<i>Lr</i> 12	3	3	3
<i>Lr</i> 13	3	3	3
<i>Lr</i> 14b	3	3	3
<i>Lr</i> 16	3	3	3
<i>Lr</i> 18	3	3	3
<i>Lr</i> 19	0	0	0
<i>Lr</i> 20	X	X	X
<i>Lr</i> 21	3	3	3
<i>Lr</i> 23	3	3	3
<i>Lr</i> 24	0	0	0
<i>Lr</i> 25	3	3	3
<i>Lr</i> 26	3	3	3
<i>Lr</i> 27+31	3	3	3
<i>Lr</i> 28	0	0	0
<i>Lr</i> 29	р. е. п.	р. е. п.	р. е. п.
<i>Lr</i> 30	3	3	3
<i>Lr</i> 32	3	3	3
<i>Lr</i> 33	3	3	3
<i>Lr</i> 34	3	3	3
<i>Lr</i> 35	3	3	3
<i>Lr</i> 36	3	3	3
<i>Lr</i> 37	3	3	3
<i>Lr</i> 38	3	3	3
<i>Lr</i> 45	3	3	3
<i>Lr</i> 46	3	3	3
<i>Lr</i> 47	0	0	0
<i>Lr</i> 48	3	3	3
<i>Lr</i> 49	3	3	3
<i>Lr</i> Ag#2	0	0	0

по частоте встречаемости вирулентных к *Lr* генам изолятов патогена при использовании показателя «среднее число пустул» на линиях пшеницы после инокуляции конкретными выборками гриба.

При заражении одной и той же популяцией отрезков листьев, помещенных на вату, смоченную водой и растворами различных веществ, корреляция числа пустул на изучаемых линиях была низкой либо средней. Так, например, для выборки из Ульяновска коэффициенты корреляции числа пустул на отрезках листьев в воде и на раство-

рах аммонийной селитры, хлористого калия и бензимидазола (в анализ взяты только линии, обладающие дифференцирующей способностью хотя бы в одном варианте опыта) были равны 0,47, 0,61 и 0,59, соответственно (коэффициенты детерминации – 0,22, 0,38 и 0,35, соответственно). Это подтверждает ранее сделанный вывод [20, 21], что данные вещества влияют не на специфическую устойчивость изогенных линий сорта Тэтчер, а вызывают специфическое изменение вирулентности ряда клонов патогена. Это в свою

**Таблица 2.** Частота клонов возбудителя листовой ржавчины, вирулентных к проросткам (отрезки листьев в воде) образцов пшеницы с *Lr* генами устойчивости, (%) (2014 г.)

Ген устойчивости	Популяция		
	Дербент	Ульяновск	Безенчук
<i>Lr 1</i>	52	51	63
<i>Lr 2</i>	60	55	62
<i>Lr 2b</i>	51	44	51
<i>Lr 2c</i>	61	65	61
<i>Lr 2a</i>	73	69	71
<i>Lr 3ka</i>	73	82	81
<i>Lr 3</i>	97	93	97
<i>Lr 9</i>	0	0	0
<i>Lr 10</i>	99	100	99
<i>Lr 11</i>	100	100	100
<i>Lr 12</i>	100	100	100
<i>Lr 13</i>	100	100	100
<i>Lr 14b</i>	70	73	87
<i>Lr 16</i>	72	58	57
<i>Lr 18</i>	63	52	66
<i>Lr 19</i>	0	0	0
<i>Lr 20</i>	49	49	41
<i>Lr 21</i>	82	79	84
<i>Lr 23</i>	71	62	69
<i>Lr 24</i>	0	0	0
<i>Lr 25</i>	62	51	56
<i>Lr 26</i>	63	49	55
<i>Lr 27+ 31</i>	89	90	88
<i>Lr 28</i>	0	0	0
<i>Lr 29</i>	0	0	0,1
<i>Lr 30</i>	98	91	89
<i>Lr 32</i>	98	97	100
<i>Lr 33</i>	91	98	95
<i>Lr 34</i>	100	100	100
<i>Lr 35</i>	52	57	58
<i>Lr 36</i>	72	74	68
<i>Lr 37</i>	52	54	59
<i>Lr 38</i>	56	51	59
<i>Lr 45</i>	61	55	57
<i>Lr 46</i>	83	88	90
<i>Lr 47</i>	0	0	0
<i>Lr 48</i>	92	96	100
<i>Lr 49</i>	92	95	96
<i>Lr Ag#2</i>	0	0	0

очередь указывает на то, что применение данных вариантов опыта равносильно добавлению в эксперимент 3-х дополнительных наборов линий-

дифференциаторов, что существенно повышает достоверность оценки сходства/различия разных популяций *P. recondita*.

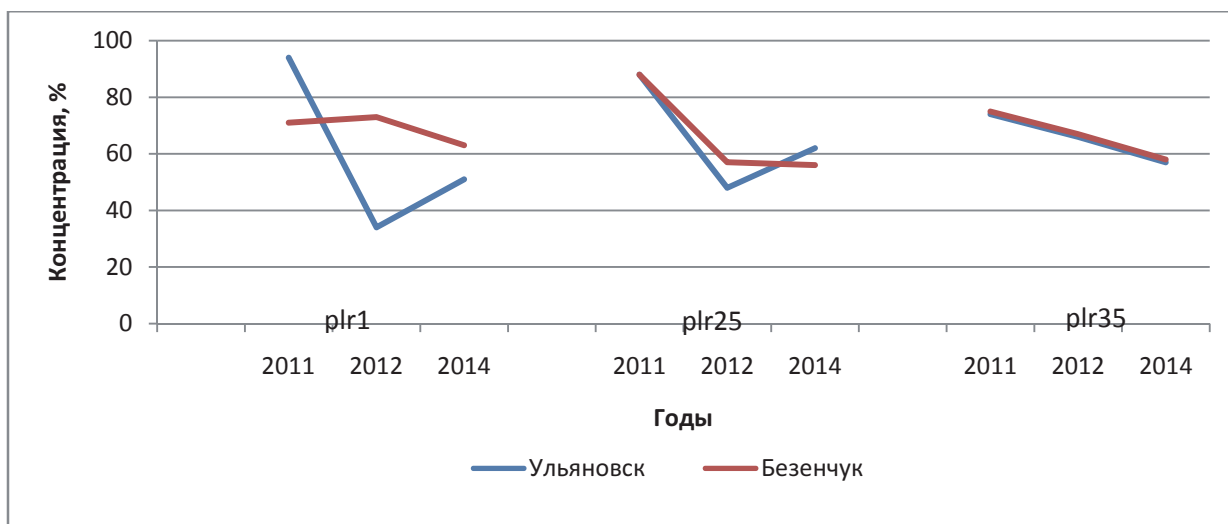


Рис. 1. Динамика концентрации генов вирулентности plr1, plr25 и plr35 в средневожжских субпопуляциях *Puccinia recondita*

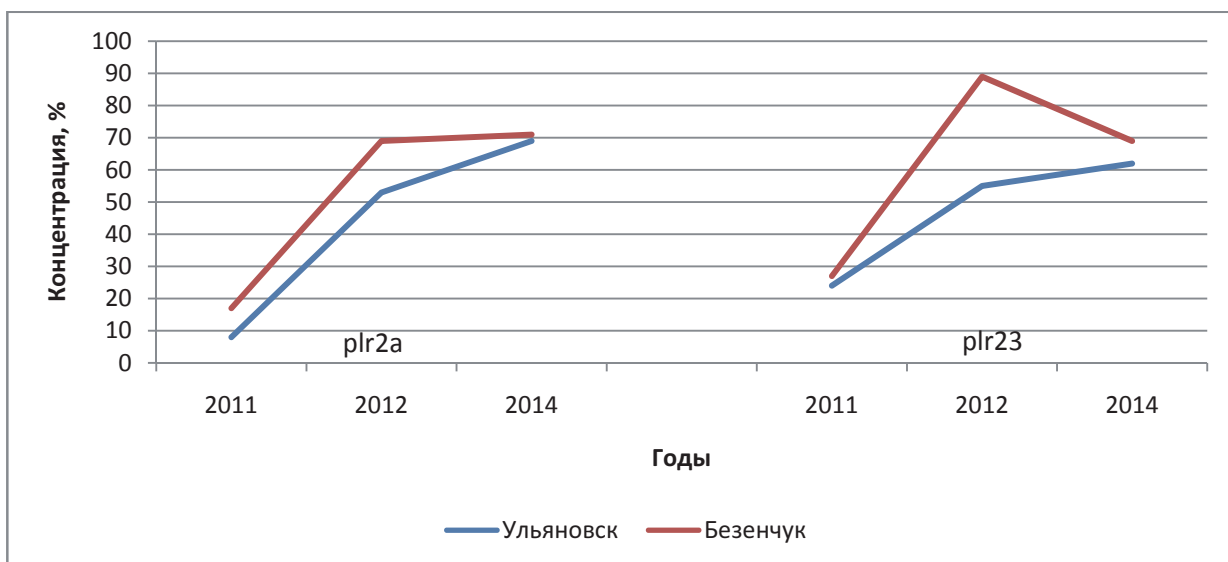


Рис. 2. Динамика концентрации генов вирулентности plr2a и plr23 в средневожжских субпопуляциях *Puccinia recondita*

Коэффициенты корреляции между числом пустул на отрезках листьев линий после заражения 3-мя популяциями возбудителя листовой ржавчины приведены в табл. 4. Высокие, во многих случаях близкие к единице значения коэффициентов указывают на высокую степень сходства выборок из 2-х регионов Среднего Поволжья. Сходство этих популяций с таковой из Дагестана также высоко, однако, слегка ниже согласно коэффициентам корреляции числа пустул возбудителя ржавчины на линиях, проростки которых находились на вате, смоченной растворами бензимидазола и аммиачной селитры (табл. 4).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в 2014 г. данные по изучению структуры популяций возбудителя листовой

ржавчины пшеницы по частотам вирулентности к конкретным *Lr* генам устойчивости подтверждают ранее сделанный вывод о принадлежности популяций из Ульяновска и Безенчука к единому ареалу распространения патогена. Подтвержден также вывод о высокой степени схожести данных популяций с выборкой из Южного Дагестана. Абсолютно эффективными на стадии проростков в 3-х регионах в 2014 г. были гены *Lr 9*, *Lr 19*, *Lr 28*, *Lr 24* и *Lr Ag#2*. Крайне низкими частотами вирулентных клонов характеризовались гены *Lr 29* и *Lr 47*. Полученные данные могут быть полезны при разработке программ рационального территориального размещения известных и новых эффективных генов резистентности пшеницы к листовой ржавчине.

Разработанный подход по сравнению числа пустул с помещенных на различные субстраты

**Таблица 3.** Среднее количество пустул возбудителя листовой ржавчины на отрезках листьев проростков образцов пшеницы с *Lr* генами устойчивости (2014 г.)  
\*- отрезки листьев на вате, смоченной 1. водой; растворами 2.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; 3.  $\text{KCl}$ ; 4. бензимидазола.

Ген устойчивости	Популяция, вариант											
	Дербент				Ульяновск				Безенчук			
	1*	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	5,3	0	7,0	1,4	5,4	0	7,6	1,5	6,4	0,5	8,1	2,0
2	5,0	2,7	7,5	1,1	6,0	3,0	9,8	1,5	6,2	3,3	7,1	1,1
2b	5,3	1,3	9,2	0,9	6,0	3,0	10,2	1,7	5,5	2,3	9,2	1,0
2c	6,0	1,0	8,8	3,3	6,7	1,4	9,6	2,8	5,7	1,4	8,3	2,1
2a	7,5	0	8,2	4,4	7,2	0	9,8	3,8	8,2	0	9,1	3,7
3ka	8,3	0,5	8,5	5,0	9,4	1,4	8,2	3,0	8,4	1,3	9,1	3,3
3	8,5	2,0	8,7	5,0	9,3	0,4	8,8	4,0	8,3	1,4	7,9	3,2
10	9,2	1,2	9,0	2,2	9,8	2,0	9,4	1,2	9,5	2,1	10,1	1,2
11	9,5	5,0	9,0	6,5	9,9	7,0	10,2	6,2	9,8	5,7	9,0	7,1
12	9,8	6,0	10,5	5,3	9,7	8,0	9,4	5,0	10,1	7,8	9,4	5,3
13	9,5	1,5	9,9	4,7	9,3	1,8	10,4	5,0	9,8	1,6	9,5	6,1
14b	7,0	1,0	8,0	4,8	7,8	1,4	9,4	5,5	8,0	2,1	8,3	6,2
16	7,0	1,2	9,2	3,4	5,8	0	9,4	4,2	6,8	1,3	8,7	3,5
18	6,8	0,5	9,2	2,6	5,6	1,2	10,0	1,7	6,6	1,1	10,1	1,6
20	5,3	0,5	9,7	2,0	5,2	0	9,7	0,8	5,6	1,0	9,1	1,3
21	8,5	0,5	9,3	5,2	8,6	1,4	10,0	5,0	8,9	1,1	9,6	3,2
23	6,0	0	9,4	5,7	6,6	0	10,0	4,2	6,8	0,1	9,8	5,1
25	6,0	0,5	6,0	1,7	5,2	0	6,2	0,5	6,2	0,7	7,1	1,0
26	6,5	0,3	9,0	2,4	5,8	0,8	9,0	1,8	6,2	0,8	8,7	2,5
27+ 31	9,0	0,5	9,3	2,5	8,2	0	8,8	2,2	8,7	1,0	9,2	1,8
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0,1	0	1	0	0,1	0	0,8	0,0	0,3	0	0,1	0
30	8,4	1,2	8,5	5,2	7,7	1,	9,8	5,2	8,0	1,6	9,1	6,5
32	9,1	2,5	8,9	4,9	8,2	3,2	8,4	4,4	9,2	2,8	9,4	4,0
33	9	0,1	9,6	3,4	9	0,2	10,1	4,2	8,9	0,4	9,6	5,0
34	9,5	1,5	9,5	5,0	9,6	2,0	10,0	3,5	9,2	2,4	9,9	3,2
35	4,8	1,4	9,0	1,5	5,3	1,0	9,6	2,0	5,7	1,9	9,2	1,1
36	7,0	0,2	9,5	2,0	7,8	0,8	10,2	1,2	6,8	0,5	8,7	1,5
37	4,5	0,1	9,7	2,0	5,1	0	9,6	2,8	4,7	0	9,4	2,9
38	5,5	0,1	10,1	3,7	5,5	0	9,8	3,0	5,9	0,2	9,0	1,7
45	6,5	1,5	7,5	2,1	6,8	1,6	10,2	3,0	7,1	1,4	8,2	3,2
46	8,0	1,0	7,83	3,5	8,0	1,2	10,0	2,0	7,8	1,6	9,3	2,2
47	0,1	0	1,0	0	0	0	1,0	0	0	0	0,5	0
48	7,5	1,3	10,5	4,8	8,5	3,8	10,2	2,3	8,1	2,7	9,4	3,5
49	8,5	1,2	9,7	2,0	9,5	1,8	9,8	3,2	9,2	1,8	9,5	3,3
Ag#2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

отрезков листьев пшеницы после заражения различными выборками возбудителя ржавчины может быть использован для изучения

сходства/различия популяций *P. recondita* из разных регионов.

**Таблица 4.** Коэффициенты корреляции между средним числом pustules *P. triticina* на образцах пшеницы, зараженных различными популяциями патогена. 2014

Популяции	Ульяновск	Дербент
Отрезки листьев в воде		
Безенчук	0,985	0,991
Ульяновск		0,982
Отрезки листьев в растворе аммиачной селитры		
Безенчук	0,935	0,969
Ульяновск		0,873
Отрезки листьев в растворе хлористого калия		
Безенчук	0,979	0,982
Ульяновск		0,977
Отрезки листьев в растворе бензимидазола		
Безенчук	0,943	0,873
Ульяновск		0,900

\*- отрезки листьев на вате, смоченной 1. водой; растворами 2. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>; 3. KCl; 4. бензимидазола

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kolmer, J.A. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2012/ J.A.Kolmer, M.E.Hughes//Plant Disease, 2014. Vol.98. №8. P.1145-1150. DOI: 10.1094/PDIS-12-13-1267-SR
- McCallum, B.D. Physiologic specialization of *Puccinia triticina*, the causal agent of wheat leaf rust, in Canada in 2009/ B.D.McCallum, P.Seto-Goh, A.Xue // Canad.J.Plant Pathology, 2013. Vol.35. Iss.3. P.338-345
- Del Olmo, A.I. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* in Andalusia (Spain) in 2004 and 2005/A.I.del Olmo, J.C.Sillero, D.Rubiales//Options Méditerranéennes, Series A, 2008. №81. P.169-171.
- Elyasi-Gomari, S. Virulence polymorphism of *Puccinia recondita f.sp. tritici* and effectiveness of *Lr*-genes for leaf rust resistance of wheat in Ukraine/ S.Elyasi-Gomari, V.K.Pantelev // Plant Disease, 2006. Vol.90. №7. P.853-857
- Hanzalova, A. Physiologic specialization of wheat leaf rust (*Puccinia triticina* Erikss.) in the Slovak Republic in 2009-2011/ A.Hanzalova, T.Sumikova, J.Huszar, P.Bartos //Czech.J.Plant Breed., 2012. Vol.48. №3. P.101-107.
- Lin, V. Virulence frequencies of *Puccinia triticina* in Germany and the European regions of the Russian Federation/ V.Lin, E.Gulyaeva // J.Phytopathology, 2007. Vol.155. №1. P.13-21
- Mesterhazy, A. European virulence survey for leaf rust in wheat/A. Mesterhazy, P.Bartos, H.Goyeau et al// Agronomie, 2000. Vol.20. Iss.7. P.793-804
- Park, R.F. Physiologic specialization and pathotype distribution of *Puccinia recondita* in Western Europe, 1995/R.F.Park, F.G.Felsenstein //Plant Pathology, 1998. Vol.47. Iss.2. P.157-164
- Булойчик, А.А. Частота встречаемости генов вирулентности в Белорусских популяциях *Puccinia triticina* Erikss/ А.А.Булойчик, В.С.Борзяк, Е.А.Волуевич //Молекулярная и прикладная генетика, 2010. Т.11. С.68-73
- Агабаева А.Ч. Патогенные свойства возбудителя листовой ржавчины пшеницы (*Puccinia triticina* Erikss) в Казахстане//А.Ч.Агабаева, Ш.С.Псалиев//Новости науки Казахстана, 2013. Вып.1
- Elyasi-Gomari, S. Virulence of *Puccinia triticina* on wheat in Iran/ S.Elyasi-Gomari//African J.Plant Sci., 2010. Vol.4. №2. P.26-31
- Волкова, Г.В. Структура и изменчивость популяций возбудителей бурой и желтой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе и обоснование приёмов управления внутривидовыми процессами: Дисс. ... докт. биол. наук. С-Петербург, 2006. 426 с.
- Кудинова, О.А. Взаимосвязь вирулентности и RAPD-полиморфизма Северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы: Автореф. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2012. 23 с.
- Гуляева, Е.И. Структура популяций *Puccinia triticina* по вирулентности и ДНК-маркерам в Северо-Западном регионе России в 2007 г. / Е.И.Гуляева, Е.Косман, А.П.Дмитриев, О.А.Баранова //Микология и фитопатология, 2011. Т.45. №1. С.70-81
- Иванова, О.В. Источники устойчивости яровой пшеницы к бурой ржавчине и изменчивость структуры популяции возбудителя в условиях Нижнего Поволжья: Автореф. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2013. 22 с.
- Маркелова, Т.С. Изучение структуры и изменчивости популяции бурой ржавчины пшеницы (*Puccinia recondita f.sp. tritici* Rob ex Desm.) в Поволжье/ Т.С. Маркелова//Агро XXI, 2007. № 46. С.37-40
- Тырышкин, Л.Г. Сравнительная характеристика вирулентности *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. syn.: *Puccinia triticina* Erikss. в Среднем Поволжье/ Л.Г.Тырышкин, В.Г.Захаров, В.В. Сюков //Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Том 18, № 2. С. 202-206.
- Mains, E.B. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss/ E.B.Mains, H.S.Jackson // Phytopathology. 1926. Vol. 16. № 1. P. 89-120.
- Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики/ Л.Н.Большев, Н.В. Смирнов. М., 1983. 416 с.
- Тырышкин, Л.Г. Изменение вирулентности возбудителя листовой ржавчины пшеницы под действием элементов минерального питания / Л.Г.Тырышкин //Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2014. № 35. С. 85-89.
- Тырышкин, Л.Г. Повышение частичной устойчиво-

сти к листовой ржавчине почти-изогенных линий пшеницы с *Lr* генами под действием бензимидазола – результат изменения вирулентности патогена

/ Л.Г.Тырышкин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2014. № 34. С. 50-54.

**POPULATION CHARACTERISTICS OF *PUCCINIA RECONDITA* ROB. EX DESM. FROM THE MIDDLE VOLGA FREQUENCY VIRULENCE BY *LR* WHEAT RESISTANCE GENES IN 2014**

© 2015 L.G.Tyryshkin<sup>1</sup>, V.V.Syukov<sup>2</sup>, V.G.Zakharov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg

<sup>2</sup>Samara Research Scientific Institute of Agriculture named after N.M. Tulaikov, Bezenchuk, Samara Region

<sup>3</sup>Ulyanovsk Research Scientific Institute of Agriculture, Timiryazevsky, Ulyanovsk region

According to the research in 2014 confirmed the affiliation of Ulyanovsk and Bezenchuk populations of *Puccinia recondita* in a single areal formation and distribution of leaf rust. At the same time shows a significant similarity between the structure of Middle subpopulations with the structure of the population of the North Caucasus. In 3 regions no clones of the pathogen virulent to seedlings lines with genes *Lr* 9, *Lr* 19, *Lr* 24, *Lr* 28, *Lr* 47 and *Lr* Ag # 2. By gene *Lr* 29 was virulent Only one clone of Bezenchuk. It is shown that the dynamics of consistent concentration of virulence genes *plr1*, *plr2a*, *plr23*, *plr25*, *plr35* during 2011-2014. subpopulations in the Middle Volga. For most of the genes significantly change the concentrations observed. As genes *plr1*, *plr25* and *plr35* synchronously in both subpopulations decrease concentration, and the genes and *plr2a* *plr23* - increasing the concentration. We discuss the possibility of expanding the phenotypic markers rust pathogen by examining the virulence of isolates single-pustuled leaf segments differentiators placed on various substrates (solutions benzimidazole, nitrogen and potassium salts).

*Keywords:* leaf rust, spring wheat, virulence genes, genes for resistance

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

*Valeriy Syukov, Doctor of Biological Science, Chief Researcher of Laboratory of Genetics and Breeding of Spring Bread Wheat. E-mail: vsyukov@mail.ru*

*Vladimir Zakharov, Doctor of Agricultural Science, Head of Department of Breeding, E-mail: ulniish@mail.ru*