

УДК 633.11:58.03:631.526.32:632.938.1

### ОЦЕНКА ТОЛЕРАНТНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ ПО РЕАКЦИИ НА ПИНЦИРОВКУ КОЛОСА

Ю.Б. КОНОВАЛОВ, Н.А. ШАЙМЯРДЯНОВ

(Кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

В течение 4 лет оценивали толерантность к бурой ржавчине сортов яровой пшеницы прямым методом и по реакции на пинцировку колоса (удаляли во время цветения половину колосков в колосе и фиксировали изменения продуктивности колоса и ее элементов). Обнаружили корреляцию между прямой оценкой толерантности и реакцией на пинцировку на инфекционном фоне. Эта связь усиливалась, если расчетным путем выделяли ту долю реакции, которая зависела от поражения патогеном. Выявлены условия, когда такой расчет был неэффективным. Даны рекомендации для использования в селекции метода пинцировки при оценке сортов и форм.

Толерантность, выносливость, позволяющая в условиях поражения патогеном, сохранять урожай на хорошем уровне в эпифитотийные годы, — важное хозяйственное свойство, на которое целесообразно вести селекцию. Однако прямая оценка ее сопряжена с известными трудностями: надо иметь параллельный посев испытываемых образцов на обычном и инфекционном фоне, предохранять посев на обычном фоне от заражения с помощью фунгицида и сопоставлять урожайность (или продуктивность колоса, массу 1000 зерен), полученную на том и другом фоне. Необходимо сразу отметить, что под толерантностью в данной статье понимается уровень потерь в результате заболевания вне зависимости от степени устойчивости (восприимчивости), которую обнаруживает образец и которая фиксируется в баллах или процентах по внешним признакам поражения. Такой подход соответствует селекционным целям, хотя

в литературе наряду с ним описаны и другие [8, 9, 10, 11].

Для упрощения мы попытались применить косвенную оценку этого важного свойства с помощью реакции на пинцировку, которая заключалась в удалении колосков с одной из сторон колоса во время цветения. Этот прием вызывает увеличение продуктивности оставшихся колосков ввиду ограничения их числа при сохранении на прежнем уровне вегетативной сферы [5]. Увеличивается и крупность зерен и число зерен, поскольку к моменту цветения в колосе имеются фертильные цветки, которые, однако, не дают зерна из-за недостатка питания [4]. Показано, что реакция на пинцировку отражает уровень питания интактного колоса. Если этот уровень высок, то реакция невелика, колос и так достаточно обеспечен метаболитами. Дополнительные возможности не могут быть реализованы полностью, поскольку к моменту цветения сфор-

мировалась определенная потенциальная продуктивность колоса, которая ограничивает рост его реальной продуктивности. Если колос страдает от недостатка питания, то реакция на пинцировку велика [7]. Было установлено, что засуха во время развития зерна, снижая питание колоса, увеличивает реакцию на пинцировку, характеризуя по степени этого увеличения засухоустойчивость сортов [7].

Поскольку ржавчина также сильно ограничивает питание колоса, можно было предположить, что реакция на пинцировку на инфекционном фоне тоже позволит дифференцировать сорта по толерантности. Цель исследований, результаты которых изложены в данной статье, заключалась в оценке возможности использовать реакцию на пинцировку колоса в качестве теста на толерантность сортов яровой пшеницы к бурой ржавчине.

#### Материал и методика

В качестве объекта исследований выступали 4 сорта мягкой яровой пшеницы, а также 11 селекционных линий конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции и семеноводства полевых культур МСХА. Исследования проводились с 2000 по 2003 гг. 10 образцов изучали в течение 4 лет (2000-2003), 5 — в течение 3 лет (2001-2003). В качестве критерия отбора сортов и линий для опытов служил уровень их устойчивости к бурой ржавчине. В исследования были взяты устойчивые, сильно и средне поражаемые образцы. Делянки в опытах 6-рядковые, площадью 1,35 м<sup>2</sup>. На 1 м пог. высевали 80 семян. Опыт высевали в 3-кратной повторности в 2 вариантах (на двух фонах): обычном и инфекционном. Размещение сортов внутри повторений рандомизированное. Для предотвращения

распространения инфекции на обычный фон его обрабатывали фунгицидом тилт-премиум. Обработку фунгицидом начинали за день до заражения. Последующие — через каждые 15 дней до молочной спелости. Варианты высевались на соседних параллельных полосах, причем так, что зараженные и не зараженные (контрольные) варианты одноименных сортов располагались в непосредственной близости друг от друга. Этим мы нивелировали влияние различий почвенного плодородия на рост и развитие растений. Заражение проводили после фазы выход в трубку по общепринятой методике [2]. Учет поражения проводили в момент максимального развития болезни на сильно поражаемом индикаторном сорте Приокская, через 30-35 дней после заражения. Учет проводили по 9-балльной шкале устойчивости ВИР [3]. Отмечали только нечетные баллы: 9, 7, 5, 3, 1, где 9 — максимальная устойчивость (иммунность), 1 — отсутствие устойчивости, т. е. сильное поражение. В фазу цветения проводили пинцировку. Для этого отбирали на делянке 30 типичных колосьев и отмечали их этикетками. На половине отобранных колосьев осуществляли пинцировку, срезая колоски с одной из сторон колоса, другая половина (интактные колосья) служила контролем. В фазе восковой спелости колосья срезали, обмолачивали и после достижения зерном равновесной влажности подсчитывали число зерен и определяли их массу. Массу 1000 зерен определяли расчетным путем. Реакцию на пинцировку рассчитывали как удвоенную продуктивность пинцированных колосьев в процентах к продуктивности интактных колосьев. Аналогично рассчитывали реакцию на пинцировку числа зерен и массы 1000 зерен (в последнем случае показатель

пинцированных колосьев, естественно, не удваивали).

### **Метеорологические условия**

Годы, в которые осуществлялись опыты, сильно отличались по метеорологическим условиям. Температура воздуха в 2000 г. отличалась от среднемноголетней в ту или иную сторону незначительно. Однако в первый период вегетации, во время формирования растения и закладки колоса, наблюдался недостаток влаги. Это привело к слабому развитию растений. Напротив, вторая половина вегетации характеризовалась обильным выпадением осадков. В 2001 г. температура воздуха в мае и июне несильно отличалась от среднемноголетней и только в июле наблюдалось ее повышение. В то же время во второй и третьей декаде мая наблюдалось обильное выпадение осадков и повышенная относительная влажность воздуха, что привело к закладке многозерных колосьев. Во второй половине вегетации отмечался недостаток влаги, что на фоне повышенной температуры привело к значительной щуплости зерна. В 2002 г. температура воздуха, начиная с июля, была выше среднемноголетней, что наряду с дефицитом влаги за весь период вегетации вызвало сильную воздушно-почвенную засуху. В 2003 г. май был теплым и сухим, июнь — прохладным и средним по количеству выпавших осадков, июль — теплым и влажным, а август отличался обильным выпадением осадков, т. е. метеорологические условия 2003 г. можно считать наиболее благоприятными для развития растений.

### **Результаты и их обсуждение**

Использование реакции на пинцировку в качестве теста на толерант-

ность сортов пшеницы к бурой ржавчине (речь может идти и о других болезнях, но в данной работе — о толерантности к использованному патогену) наталкивается на ряд трудностей. Реакция на пинцировку — комплексный тест. Он отражает степень депрессии (неполного использования потенциальной продуктивности), вызванной различными факторами. Поэтому можно надеяться, что тест послужит оценкой толерантности в том случае, если болезнь окажется наиболее значимым из неблагоприятных факторов. К этому нужно добавить, что реакция на пинцировку возникает и в отсутствие явных депрессирующих факторов, просто потому, что к моменту цветения всегда имеется некоторый «избыток» потенциальной продуктивности, который не может быть реализован. Нет оснований считать, что этот «избыток» одинаков у разных сортов, напротив, можно достаточно уверенно утверждать, что он различен. На это указывают данные, полученные в предыдущих работах [6]. На эти индивидуальные особенности сортов может накладываться действие других депрессирующих факторов (в данном случае засуха), которое тоже сортоспецифично. Указанное обстоятельство затрудняет тестирование толерантности сортов к болезни.

Другая трудность может состоять в том, что возможна неодинаковая реакция сортов на условия разных лет. Наконец, на результаты оказывают влияние технические характеристики опыта: его точность и достоверность.

Нужно также выбрать показатель, по которому лучше всего оценивать толерантность и реакцию на пинцировку. То ли следует это делать по продуктивности, то ли по ее элементам: массе 1000 зерен и их числу в колосе.

Целесообразно начать с оценки эффективности инфекционного фона: уменьшал ли он продуктивность и ее элементы. Сначала по критерию Вилкоксона проанализировали различия между рядами одних и тех же показателей на обычном и инфекционном фоне, а затем оценили эти различия дисперсионным анализом. В табл. 1 приведена оценка по Вилкоксону [1]. Различие продуктивности колоса между обычным и инфекционным фоном в 3 из 4 лет доказано, а в 2002 г. результат неопределен. Близкие результаты получены для массы 1000 зерен. Для числа зерен с колоса ни в один год различия между обычным и инфекционным фоном не доказаны. По реакции на пинцировку продуктивности колоса и массы 1000 зерен в 2-3 годах различия доказаны, а по числу зерен не доказаны. Число зерен как элемент продуктивности формируется раньше, чем крупность зерна и, очевидно, в меньшей степени уменьшается под влиянием болезни. Для расчетов в этой таблице использовали максимально возможную численность рядов.

В табл. 2 ради лаконизма сравнивали средние из набора 10 и 15 сор-

тов. Данные, представленные здесь, полностью подтверждают результаты предыдущего анализа. Различия между фонами для продуктивности колоса и крупности зерна на интактных колосьях (контроль) доказаны, для числа зерен — нет. На пинцированных колосьях получено то же самое, но разность между обычным и инфекционным фоном для продуктивности колоса несколько меньше НСР<sub>05</sub>, так как пинцировка сглаживает различия между фонами за счет увеличения питания колосьев, в особенности на фоне заражения. Различия в реакции на пинцировку ни в одном случае не доказаны, но у продуктивности колоса и крупности зерен они очень близки или даже совпадают с НСР<sub>05</sub>, а у числа зерен, по-видимому, вовсе отсутствуют.

В табл. 3 рассматриваются сортовые различия в толерантности по продуктивности колоса. Естественно, если доказанных разностей нет, то ждать результатов соответствия реакции на пинцировку и толерантности не приходится. Данные говорят о том, что доказанные различия имеются.

Число их при попарном сравнении сортов по толерантности продук-

Т а б л и ц а 1

Сопоставление показателей сортов на обычном и инфекционном фоне по критерию Вилкоксона

Показатель	Обычный фон — инфекционный фон			
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Продуктивность колоса	+	+	+ -	+
Масса 1000 зерен	+	+	-	+
Число зерен	-	-	-	-
Реакция на пинцировку	продуктивность колоса	+	-	-
	масса 1000 зерен	+	+	-
	число зерен	-	-	-

Примечание: «+» — различие доказано ( $T < T_{01}$ ); «-» — различие не доказано ( $T \geq T_{05}$ ); «+ -» — доказанность различия не выявляется ( $T_{05} > T > T_{01}$ ).

Таблица 2

**Показатели продуктивности колоса (средние из всех лет)  
на обычном и инфекционном фоне**

Число сортов	Показатель	Контроль		Пинцировка		Реакция на пинцировку, %	
		фон					
		обыч-ный	инфекци-онный	обыч-ный	инфекци-онный	обыч-ный	инфекци-онный
10	Продуктивность, г	1,57	1,31	2,06	1,85	132	142
			0,16		0,23		12
	Масса 1000 зерен, г	36,6	31,6	42,4	39,2	117	127
			2,31		2,12		10
	Число зерен, шт.	43,6	42,3	49,1	47,8	113	113
			5,00		5,42		7
	Продуктивность, г	1,62	1,35	2,12	1,89	129	141
			0,23		0,28		13
15	Масса 1000 зерен, г	36,2	31,6	42,0	39,0	117	126
			3,13		2,76		12
	Число зерен, шт.	45,5	43,9	50,8	49,2	112	112
			5,30		6,15		8

Примечание: верхняя строка — среднее значение показателя; нижняя строка — НСР<sub>05</sub>.

Таблица 3

**Толерантность сортов к бурой ржавчине по продуктивности колосьев, %**

Сорт	Год			
	2000	2001	2002	2003
Иволга	92	87	93	73
Приокская	95	77	87	72
Саратовская 29	93	96	85	78
Энита	80	80	87	69
2061h-1a	98	82	95	70
2154h-3a	89	88	99	77
2424h-1a	97	93	82	77
2538h-1a	77	96	85	72
2538h-6a	86	78	80	72
2538h-11a	82	78	99	63
<b>10 сортов,</b>	<b>89</b>	<b>86</b>	<b>89</b>	<b>72</b>
<b>4 года</b>	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>12,9</b>	<b>14,6</b>	<b>15,1</b>
Биора	—	95	97	75
2154h—1a	—	96	99	91
2462ДГ—10	—	108	84	76
2488h—8	—	75	93	66
2544h—10a	—	87	93	77
<b>15 сортов,</b>	<b>—</b>	<b>88</b>	<b>91</b>	<b>74</b>
<b>3 года</b>	<b>НСР<sub>05</sub></b>	<b>15,8</b>	<b>13,7</b>	<b>10,8</b>

тивности колоса за все годы, если учитывать 10 и 15 сортов отдельно, равно 69. При определении толерантности по массе 1000 зерен и по числу оно одинаково — 53.

Расчет толерантности в среднем за 4 года при использовании лет в качестве повторений показал, что  $НСР_{05}$  меньше, чем в каждом из годов за малом исключением. Так, для набора из 10 сортов при определении толерантности по продуктивности колоса она равна 9,3, для набора из 15 сортов — 11,5. Для толерантности по массе 1000 зерен соответственно по годам: 10,0; 18,9; 14,4; 10,0, при расчете среднего из данных лет опытов — 5,6 — для 10 сортов; 12,2; 13,1; 9,4 и 6,8 — для 15 сортов. Для толерантности по числу зерен соответственно: 11,7; 12,5; 15,2; 11,2 — 9,6 и 11,9; 13,7; 9,2 — 10,4. Результат обоснован, поскольку в качестве повторений были взяты средние по каждому сорту в пределах года, случайная вариация уменьшилась. Но это не привело к увеличению числа случаев существенных различий между сортами (сравнение с каждым годом опыта). Напротив, число их уменьшилось. Иногда существенные различия вообще отсутствовали: оценки толерантности по продуктивности в наборе из 10 сортов, оценки ее по числу зерен.

Это может означать только одно: для толерантности существуют различия в реакции сортов на условия года. Сглаживание сортовых различий происходит потому, что в одном году данный сорт превосходит по толерантности другой сорт, а в следующем году уступает ему. Действительно, в табл. 3 можно найти такие примеры (сравнить, например, сорта Приокская и 2538h-la в 2000 и 2001 гг.). Реакция может быть и не столь различна, важно чтобы она

вела к уменьшению различий между сортами.

Прямая проверка существенности взаимодействия сорт — год по толерантности дисперсионным анализом показала следующее. Для 10 сортов, т. е. при использовании данных о толерантности по продуктивности колоса за 4 года, критерий Фишера для взаимодействия сорт — год равен 1,58. Табличное значение  $F_{05}$  равно 1,60. Взаимовлияние на уровне значимости  $_{05}$  не доказано. Но нет сомнения, что оно окажется значимым на уровне немного меньшем, чем  $_{05}$  (например, на уровне  $_{06}$ ). Для 15 сортов (3 года)  $F_{05}$  взаимовлияния равен 1,91 при табличном  $F_{табл.05} = 1,60$  и  $F_{табл.01} = 1,86$ . Таким образом, различная реакция сортов по толерантности продуктивности колоса имеет место. Факт этот примечателен и не отмечен ни в одном известном нам исследовании. Он говорит о том, что о толерантности сорта в типичных для региона условиях можно судить только в типичный (близкий к нему) год, а если годы разнообразны, то по среднему из ряда лет. Таким образом, сорта в данном наборе существенно различались по толерантности к бурой ржавчине и это открывает возможность исследования эффективности пинцировки колоса в качестве теста на указанное свойство, но при использовании средних за годы исследований, необходимо считаться с взаимодействием сорт — год.

Совокупные данные, приведенные в табл. 1 и 2, а также данные о различиях сортов по толерантности позволяют при дальнейшем анализе отказаться от использования числа зерен. Целесообразно оперировать продуктивностью колоса, поскольку она складывается из числа и крупности зерен, т. е. фиксирует все потери,

связанные с болезнью. А также массой 1000 зерен, которая, как и продуктивность, хорошо выявляет различия между фонами и различия между сортами по толерантности при сравнении средних из лет опыта. Биологический смысл исключения числа зерен из дальнейшего анализа заключается в том, что этот элемент формируется рано и попадает под действие депрессии, связанной с развитием патогена, только частично.

В табл. 4 приводятся коэффициенты корреляции: реакция на пинцировку — толерантность.

Кроме того, здесь же приведены коэффициенты корреляции при введении в значения реакции на пинцировку поправок. Поправки заключались в том, что попытались исключить ту часть реакции на пинцировку, которая была обязана другим

повреждающим факторам и индивидуальным особенностям сортов. Далее и то, и другое будем называть «особенностями сортов», ради большей лаконичности. Первая попытка заключалась в том, что коррелировали с толерантностью разность реакции на пинцировку на инфекционном фоне (она всегда больше) и на обычном фоне. Таким способом хотели исключить ту часть реакции на пинцировку, которая связана с особенностями сортов. Априорно можно было полагать, что попытка окажется неудачной из-за математических отношений: процент, рассчитанный для одних величин (удвоенная масса зерна пинцированных колосьев в процентах к массе зерна интактных колосьев на обычном фоне) вычитался из процента, рассчитанного для других величин (тот же расчет, но для инфекционного фона). Действи-

Т а б л и ц а 4

**Коэффициенты корреляции между толерантностью и реакцией на пинцировку при обычном расчете и с введением поправок**

Способ расчета реакции на пинцировку	Продуктивность колоса				Масса 1000 зерен			
	год							
	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
Обычный	<u>-0,80**</u>	<u>-0,50</u>	<u>-0,63*</u>	<u>-0,57</u>	<u>-0,55</u>	<u>-0,03</u>	<u>-0,40</u>	<u>-0,73*</u>
Разность реакции на инфекционном и обычном фоне	—	-0,31	-0,70**	-0,61*	—	-0,44	-0,33	-0,59*
Доля реакции на пинцировку, обусловленная болезнью	<u>-0,58</u>	<u>-0,32</u>	<u>-0,82**</u>	<u>-0,41-</u>	<u>-0,48</u>	<u>-0,12</u>	<u>-0,82**</u>	<u>-0,63</u>
	—	-0,38	-0,82**	-0,72**	—	0,12	-0,83***	-0,73**
	<u>-0,91***</u>	<u>-0,93***</u>	<u>-0,92***</u>	<u>-0,34</u>	<u>-0,41</u>	<u>-0,71*</u>	<u>-0,66*</u>	<u>-0,05</u>
	—	-0,93***	-0,91***	-0,76***	—	-0,85***	-0,82***	-0,29

П р и м е ч а н и е. Здесь и в других таблицах: в числителе данные для 10 сортов, в знаменателе — для 15.

Отличие от 0 обозначено следующим образом: 0,05 — \*, 0,01 — \*\*, 0,001 — \*\*\*.

тельно, при новом расчете связи в целом не стали теснее.

Эффективной оказалась другая поправка. Она заключалась в том, что в реакции на пинцировку выделили ее долю, зависящую от заражения ржавчиной. Это было сделано следующим образом. Из удвоенной продуктивности пинцированных колосьев на обычном фоне вычли продуктивность контрольных колосьев на инфекционном фоне. Таким образом нашли общую депрессию, зависящую и от особенностей сортов, и от заражения ржавчиной. Депрессия от заражения ржавчиной находится как разность между продуктивностью интактных колосьев на обычном и на инфекционном фоне. Отношение депрессии от заражения к общей депрессии — это доля потерь от ржавчины в общей депрессии. Это и есть поправочный коэффициент, на который умножали реакцию на пинцировку на инфекционном фоне, чтобы найти ту ее часть, которая зависела от заражения ржавчиной. Когда эту часть скоррелировали с толерантностью, то получили очень тесные показатели связи. Разумеется, все указанное относится не только к продуктивности колоса, но и к крупности зерна.

Для продуктивности колоса и при использовании поправки к реакции на пинцировку получены, как и следовало ожидать, более тесные связи, чем для массы 1000 зерен. Поправка была эффективна во все годы, кроме 2003. Здесь связь не улучшилась. С одной стороны, это хорошо, так как отмечает подозрение, что тесные связи — результат чисто математических манипуляций, хотя на этот предмет был проведен анализ и построены модельные примеры, исключающие чисто математическую трактовку. Но, с другой стороны, возникает задача поиска причины, резко снизившей коэффициент корреляции в 2003 г. Если бы такую причину не удалось обнаружить, это подорвало бы доверие к эффективности применения описанной выше поправки.

Нужно было найти условия, резко отличающие 2003 г. от других лет опыта и разрушающие исследуемую корреляционную связь. Данные, приведенные в табл. 5, позволяют указать на такие условия.

Реакция на пинцировку на инфекционном фоне, связанная со спецификой сортов, рассчитана следующим образом: из реакции на пинцировку на инфекционном фоне вычли

Т а б л и ц а 5

**Показатели, связанные с продуктивностью контрольных и пинцированных колосьев на обычном и инфекционном фоне**

Год	Реакция на пинцировку на инфекционном фоне, %		Коэффициент вариации, %		Депрессия от заражения		Толерантность, %
	связанная с особенностями сорта	связанная с депрессией от заражения	реакции на пинцировку на инфекционном фоне, связанной с депрессией от заражения	толерантности	г	% от контроля на обычном фоне	
2000	104	38	54	8,3	0,17	11	89
2001	120	35	47	8,8	0,22	15	86
2002	83	44	56	7,7	0,16	11	89
2003	74	73	12	6,2	0,50	28	72

реакцию на пинцировку, связанную с заражением ржавчиной. Вариационные коэффициенты характеризуют сортовую вариацию. Депрессия от заражения представлена абсолютным значением (продуктивность контрольных колосьев на обычном фоне минус продуктивность их на инфекционном фоне) и в процентах от продуктивности на обычном фоне, чтобы убрать различия, связанные с неодинаковой продуктивностью в разные годы. 2003 г. резко отличается от других лет большей вредоносностью ржавчины, вызвавшей сильную депрессию продуктивности. Это результат затянувшейся вегетации и, следовательно, более продолжительного влияния болезни. В этих условиях различия между сортами по толерантности были в значительной степени стерты (см. соответствующие коэффициенты сортовой вариации). То же самое нужно сказать о сортовой вариации реакции на пинцировку, связанной с заражением. Уменьшение сортовых вариаций толерантности и реакции на пинцировку ослабило связь между ними, так как для проявления корреляционных связей необходимо сортовое разнообразие показателей.

Таким образом, тесная связь между реакцией на пинцировку и толерантностью не всегда может быть получена. При длительном воздействии болезни различия между сортами стираются и тест оказывается неэффективным.

Использование в практических целях поправки к реакции на пинцировку исключено, поскольку для этого приходится иметь изучаемый набор сортов на инфекционном и на обычном фоне. А в этом случае проще определить толерантность прямым путем. Поправка может быть использована в исследовательских работах. В частности, в нашей рабо-

те путем поправки к реакции на пинцировку показано, что связь реакции на пинцировку может быть очень тесной, если первая будет отражать только депрессию, связанную с заражением. Тем самым общая идея работы получила экспериментальное подтверждение. Для практических целей придется удовлетвориться более низкими показателями связи, которые помогут провести первый отбор среди коллекционных образцов по толерантности, или разведочное изучение сортов из конкурсного сортоиспытания.

Однако тестирование может проходить не один год. Возможно, в этом случае корреляции, рассчитанные по средним, более надежно дифференцируют селекционный материал по толерантности (табл. 6).

Однако большого увеличения тесноты связей по сравнению с расчетами в пределах года не получено (хотя некоторое усиление связи по сравнению с 2001—2003 гг. имеет место). Это следствие различной реакции сортов на условия года, о которой говорилось выше. Она нивелирует сортовые различия по толерантности при использовании средних за ряд лет.

Несмотря на не слишком тесные связи между реакцией на пинцировку в эпифитотийный год или на инфекционном фоне в селекционной

Т а б л и ц а 6

**Коэффициенты корреляции средних значений толерантности и реакции на пинцировку на инфекционном фоне**

Показатель	Реакция на пинцировку	
	обычный расчет	с поправкой
Продуктивность колоса	-0,75*	-0,79**
Масса 1000 зерен	-0,51*	-0,87***
	-0,55	0,00
	-0,44	-0,55*

работе она может быть использована, поскольку позволяет выявить наиболее и наименее толерантные сорта. Что это так, можно убедиться по данным, представленным в табл. 7.

В таблице приведены крайние места, которые сорта занимают по реакции на пинцировку и тут же соответствующие им места по толерантности. Видно, что реакция на пинцировку хорошо выявляет наиболее и наименее толерантные сорта (есть только одно исключение). Важно, что устойчивость не отражает полностью уровень толерантности и поэтому не может ее характеризовать. Это подтверждается и коэффициентами корреляции толерантность-устойчивость (табл. 8). Связи отсутствуют.

Определение реакции на пинцировку проще, чем прямое определение толерантности (не нужен параллельный посев, защищенный фунгицидом). Расчет также показал, что экономится время.

Пинцировка колосьев не может проводиться в глобальном масштабе. Да это и не требуется. Достаточно испытать этим способом образцы, имеющие хорошие хозяйственные характеристики, но недостаточно устойчивые к патогену. Если среди них найдутся толерантные — они будут представлять интерес, как исходный материал для селекции (в коллекционном питомнике) или как готовые сорта (в конкурсном сортоиспытании). Кстати, в эпифитотий-

Т а б л и ц а 7

**Выявление наиболее и наименее толерантных сортов с помощью реакции на пинцировку на инфекционном фоне**

Показатель	Год							
	2000		2001		2002		2003	
Максимальная реакция на пинцировку, место	1	2	1	2	1	2	1	2
Соответствующая ей толерантность, место	10	9	9	14	13	12	9	13
Устойчивость, балл	1	1	5	1	5	1	5	1
Минимальная реакция на пинцировку, место	10	9	15	14	15	14	15	14
Соответствующая ей толерантность, место	2	6	2	15	1	1	1	3
Устойчивость, балл	3	5	7	3	7	5	7	3

Т а б л и ц а 8

**Коэффициенты корреляции между толерантностью и устойчивостью к бурой ржавчине**

Толерантность	Год			
	2000	2001	2002	2003
Продуктивность колоса	<u>0,03</u> —	<u>0,26</u> 0,36	<u>-0,13</u> 0,03	<u>-0,12</u> 0,17
Масса 1000 зерен	<u>-0,45</u> —	<u>0,48</u> 0,41	<u>0,18</u> 0,33	<u>0,05</u> 0,31
Число зерен	<u>0,47</u> —	<u>-0,15</u> 0,02	<u>-0,28</u> -0,23	<u>-0,21</u> -0,18

ный год нет необходимости закладывать специальный питомник для пинцировки. Ее можно сделать прямо на делянках коллекции или конкурсного сортоиспытания.

### Выводы

1. Реакция на пинцировку колоса при удалении в фазу цветения колосков с одной из его сторон у яровой пшеницы на инфекционном фоне выявляет толерантность сортов и форм к патогену. Точность оценки резко повышается, если выделить ту часть реакции на пинцировку, которая зависит от поражения болезнью. Однако эта методика (введение соответствующей поправки) может быть рекомендована только для исследовательской работы. Для селекционной практики она неприемлема, поскольку не дает выигрыша во времени, в земельной площади и затратах.

2. При длительном воздействии болезни различия в толерантности между сортами уменьшаются (что также исключает применение методики с введением поправки).

3. Реакция на пинцировку особенно эффективна при выделении крайних по толерантности форм. Ее целесообразно применять для оценки хозяйственно-ценных образцов, не обладающих высокой устойчивостью к болезни.

4. Определение устойчивости к бурой ржавчине не может заменить оценку толерантности. Корреляция между ними отсутствовала.

5. Имеет место специфическая реакция сорта по толерантности на условия года (взаимодействие сорт — год).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Урбах В.Ю. Биометрические методы. М.: Наука, 1964. — 2. Гешеле Э.Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса, 1971. — 3. Дорофеев В.Ф., Руденко М.И., Филатенко А.А. и др. Международный классификатор СЭВ. Науч.-тех. совет стран-членов СЭВ по коллекциям диких и культурных видов растений. Л., ВИР, 1984. — 4. Коновалов Ю.Б. Влияние некоторых факторов на результативность чеканки у яровой пшеницы. — Докл. ТСХА, 1961, вып. 72, с. 73-79. — 5. Коновалов Ю.Б. Реакция различных сортов яровой пшеницы на пинцировку. — Докл. ТСХА, 1971, вып. 168, с. 109-113. — 6. Коновалов Ю.Б., Королева Л.И. Реакция сортов яровой пшеницы на пинцировку в различные годы. — Докл. ТСХА, 1974, вып. 204, с.143-146. — 7. Коновалов Ю.Б., Хунацария Т.И., Королева Л.И. Реакция различных сортов мягкой яровой пшеницы и физиологическая интерпретация, связанных с ней сортовых отличий. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 2, с. 70-78. — 8. Чумаков А.Е., Щекочихина Р.И. Методические указания по определению вредоносности ржавчины и выносливости пшеницы к заболеванию. Л., 1979. — 9. Щекочихина Р.И., Нестеренко С.А. Некоторые биохимические аспекты повышения выносливости яровой пшеницы к бурой ржавчине. — В кн. Биологические основы и пути практического использования индуцированного иммунитета растений к болезням и вредителям. Л., 1981. с. 76-83. — 10. Robinson R.A. — Review of Applied Mycology. 1969, vol. 48, p. 593. — 11. Schaffer. J.F. — Annu. Rev. Phytopathol. 1971, vol. 9, pp. 235-252.

### SUMMARY

During 4 years with highly different meteorological conditions tolerance of spring wheat varieties to brown rust was determined directly and indirectly by reaction to pinching ear (removing ears from one of sides) on infection background. Correlative connections of middle strength between both indicators have been received. Varieties with high tolerance are obviously distinguished. Connections between tolerance and resistance have not been set.