

УДК 633.11:595.752.2

### ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПШЕНИЦЫ И ЭГИЛОПСОВ К ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

С. П. БЕЛОШАПКИН

(Кафедра химических средств защиты растений)

В лабораторных условиях оценивали устойчивость к обыкновенной злаковой тле 5 видов эгилопсов и 17 видов пшеницы, относящихся к разным эволюционным рядам. В качестве маркера устойчивости использовали скорость увеличения численности тлей — показатель, положительно коррелирующий с выживаемостью личинок, плодovitостью, размерами самок и отрицательно — с продолжительностью личиночного периода. Установлено, что устойчивость пшеницы и эгилопсов к обыкновенной злаковой тле зависит от генома и степени ксероморфности растений. Обыкновенная злаковая тля из-за ранней потери связи с первичным растением-хозяином адаптируется к питанию на растениях, произрастающих в условиях засушливого климата. Подобная закономерность прослеживается не только внутри рода пшениц, но и внутри эволюционных рядов. Предполагается, что наиболее вероятными донорами генов устойчивости к насекомым-фитофагам являются растения пшеницы с более выраженными признаками мезофильности.

Поиск растений — доноров генов устойчивости (антибиоза) к насекомым-фитофагам прежде всего предполагает наличие сведений о межвидовой устойчивости растений. В литературе имеются данные об устойчивости видов и сортов пшеницы, а также некоторых других растений семейства мятликовых к черемуховой и большой злаковой тлям [13—16, 18, 19]. Однако вопрос об устойчивости видов пшеницы к обыкновенной злаковой тле слабо изучен.

Обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond) является одним из наиболее вредоносных видов, повреждающих пшеницу, кукурузу, просо и сорго. В настоящее время ведутся исследования по селекции на устойчивость к обыкновенной злаковой тле сортов пшеницы и сорго. В США, например, получен ряд сортов сорго, устойчивых к обыкновенной злаковой тле. Выявлено 6 биотипов обыкновенной злаковой тли, способных преодолевать устойчивость растений, оказы-

вающих антибиотическое действие на тлю. При питании тли на устойчивых к ней растениях снижается ее плодовитость, выживаемость, уменьшаются масса и размеры, увеличивается продолжительность преимагинального развития. Указанные признаки часто используются в качестве маркеров антибиоза растений [4, 8, 19] при проведении оценки в лабораторных условиях.

Ранее [2] нами было предложено использовать в качестве маркера антибиоза пшеницы к черемуховой и большой злаковой тлям длину тела бескрылых партеногенетических самок. Настоящее сообщение посвящено оценке антибиоза пшеницы и эгилопсов к обыкновенной злаковой тле. Рассматривается также возможность использования длины тела бескрылых партеногенетических самок обыкновенной злаковой тли в качестве маркера антибиоза.

### Методика

В 1990 г. в теплице лаборатории защиты растений Тимирязевской академии проводили оценку антибиоза 5 видов эгилопсов, 2 сортов озимой пшеницы и 15 видов и разновидностей этой культуры к обыкновенной злаковой тле. Семена растений получены из Всесоюзного института растениеводства. Проросшие зерна высаживали в пробирки размером 180×20 мм с торфопесчаной смесью. На растения, достигшие фазы начала появления 3-го листа, подсаживали по 4 личинки обыкновенной злаковой тли 1-го возраста. Пробирки закрывали ватными тампонами. По мере развития личинок фиксировали их выживаемость (при необходимости на растения подсаживали новых личинок) и учитывали продолжительность преимагинального развития. По достижении личинками стадии

имаго измеряли длину тела бескрылых партеногенетических самок под бинокляром, а также подсчитывали число личинок, отрожденных самой за 5 первых суток репродуктивного периода. Статистическую обработку данных проводили при использовании методов дисперсионного анализа [7] и ранговой корреляции [9].

### Результаты

Наибольшая выживаемость личинок обыкновенной злаковой тли и соответственно меньшая продолжительность преимагинального периода отмечены при питании насекомых на эгилопсах (табл. 1), однако в работе [17] большинство видов эгилопсов были признаны устойчивыми к биотипу Е обыкновенной злаковой тли. Такие виды пшеницы, как *T. monocoecum*, *T. timopheevii* и *T. araraticum*, устойчивые к черемуховой и большой злаковой тлям [3, 13, 16, 18], в наших опытах при оценке антибиоза на основании данных о выживаемости личинок и продолжительности преимагинального периода оказались неустойчивыми к обыкновенной злаковой тле, поскольку выживаемость личинок при питании на этих видах была высокой (90—100%), а продолжительность периода преимагинального развития изменялась от 6,4 до 7,8 сут. Низкая выживаемость личинок (14—30%) и относительное увеличение продолжительности преимагинального периода до 9 сут наблюдались при питании насекомых на *T. dicocum*, *T. turgidum*, *T. polonicum*, *T. macha*, *T. sphaerococum*, соответственно указанные виды были отнесены к устойчивым. Следует отметить, что перечисленные выше виды неустойчивы к большой злаковой и черемуховой тлям. Исключение составляет вид *T. macha*, отно-

Таблица 1

Вживаемость, продолжительность преимагинального развития, длина тела и плодовитость обыкновенной злаковой тли при питании на различных видах пшеницы и эгилопсов

Вид растения	Вживаемость личинок, %	Продолжительность преимагинального периода, сут	Плодовитость самок за 5 сут, шт.	Длина тела самок, деления окуляр-микрометра*
<i>Ae. longissima</i>	100,0	6,1	30,5	33,8
<i>T. timopheevii</i>	100,0	6,4	30,4	35,9
<i>Ac. bicornis</i>	100,0	6,9	20,5	31,1
<i>Ae. searsii</i>	100,0	6,0	16,8	31,6
<i>Ae. tauchii</i>	100,0	6,7	17,9	30,9
<i>Ae. speltoides</i>	100,0	6,7	17,4	29,1
<i>T. araraticum</i>	95,7	6,6	23,9	32,2
<i>T. urartu</i>	100,0	7,7	27,1	31,9
<i>T. boeoticum</i>	100,0	7,3	10,4	26,5
<i>T. monococcum</i> var. <i>flavescens</i>	92,9	6,6	22,0	33,0
<i>T. monococcum</i> var. <i>atraristatum</i>	90,0	7,8	16,7	28,5
Центурк ( <i>T. aestivum</i> )	82,5	8,0	13,7	29,0
<i>T. petropavlovskii</i>	75,6	7,3	24,1	31,8
<i>T. spelta</i>	69,6	8,9	13,5	30,9
<i>T. fungicidum</i>	55,9	8,3	19,8	31,4
4/82 ( <i>T. aestivum</i> )	45,0	8,3	21,3	32,9
<i>T. macha</i>	42,9	8,0	16,6	30,6
<i>T. timonovum</i>	36,4	7,8	22,2	31,2
<i>T. turgidum rubro-album</i>	36,2	6,4	6,4	31,2
<i>T. karamychevii</i> ( <i>T. paleocolchicum</i> )	35,6	9,1	15,8	25,5
<i>T. sphaerococcum</i>	32,5	8,8	14,6	29,6
<i>T. polonicum</i>	30,9	9,1	14,7	31,2
<i>T. dicoccooides</i>	30,8	8,7	11,3	29,4
<i>T. sphaerococcum</i>	22,1	8,3	13,0	31,1
<i>T. turgidum</i> var. <i>salomonis</i>	15,0	8,5	11,2	29,9
<i>T. dicoccum</i>	14,6	8,3	21,2	31,3
<i>T. karamychevii</i> ( <i>T. paleocolchicum</i> )	14,8	9,0	7,6	27,3
НСР <sub>05</sub>	18,4	0,8	6,5	2,1

\* 20 делений (единиц) окуляр-микрометра равны 1 мм.

сительно устойчивый к этим видам насекомых [3].

Плодовитость бескрылых партеногенетических самок при питании на пшенице *T. dicoccum*, *T. timonovum*, *T. petropavlovskii* и озимой пшенице № 4/82 составила соответственно 21,2; 22,2, 24,1 и 21,3 личинки за 5 сут. Основываясь только на данных о плодовитости тли, можно было бы сделать вывод, что перечисленные виды характеризуются слабой степенью антибиоза по отношению к обыкновенной злаковой тле, однако выживаемость личи-

нок при питании на этих растениях оказалась низкой, увеличилась также продолжительность преимагинального периода. Несовпадение оценок антибиоза, полученных на основании разных маркеров, свойственно и другим видам растений. Так, выживаемость личинок обыкновенной злаковой тли при питании на *Aegilops tauchii*, *Ae. speltoides*, *T. monococcum*, *T. boeoticum* и пшенице сорта Центурк была высокой (80—100%), в то же время самки тли, питавшиеся на этих растениях, по размерам существенно уступали

самкам, питавшимся на *Ae. longisima*, *T. timopheevii*. В данном случае оценки антибиоза, полученные на основании выживаемости и размеров тела тлей, не совпали. Насекомые, питавшиеся на *T. turgidum*, *T. dicossum*, *T. polonicum*, *T. timopheevii*, *T. sphaerososum* и пшенице 4/82, отличались большими размерами тела, но выживаемость личинок обыкновенной злаковой тли на этих видах оказалась низкой.

Ранее было показано, что между плодовитостью, продолжительностью преимагинального периода и длиной тела бескрылых партеногенетических самок черемуховой тли существует высокая корреляция [2]. В качестве маркера антибиоза растений к черемуховой тле предложено использовать длину тела бескрылых партеногенетических самок, при этом выживаемость личинок черемуховой тли на оцениваемых видах и сортах пшеницы слабо различалась. В наших опытах наблюдались существенные различия по выживаемости личинок обыкновенной злаковой тли при питании на разных видах растений (табл. 1). Между выживаемостью личинок обыкновенной злаковой тли и продолжительностью преимагинального периода (табл. 2) отмечена вы-

сокая отрицательная корреляция ( $r = -0,738$ ), между выживаемостью личинок и плодовитостью самок — средняя положительная корреляция ( $r = 0,538$ ). Продолжительность преимагинального периода слабо коррелировала с длиной тела бескрылых партеногенетических самок и их плодовитостью за 5 сут репродуктивного периода (соответственно  $r = -0,519$  и  $r = -0,485$ ). Последний показатель положительно коррелировал ( $r = 0,753$ ) с длиной их тела. Между выживаемостью личинок и длиной тела бескрылых самок тли при питании на оцениваемых растениях корреляция оказалась несущественной. Все это не позволяет выбрать один признак, который можно было бы использовать при оценке антибиоза. В связи с отмеченным в качестве обобщающего (комплексного) маркера антибиоза предложено использовать показатель, характеризующий скорость увеличения численности тлей за определенный период.

$$P = \frac{ВП}{ПЛП \cdot 100},$$

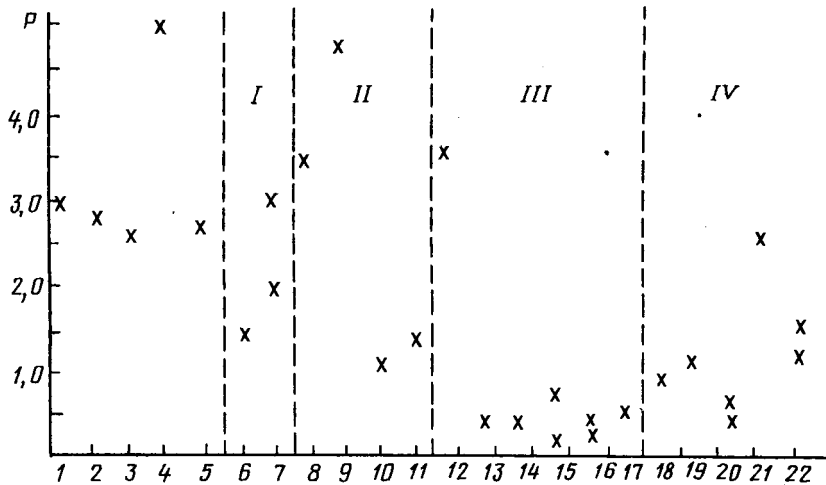
где *V* — выживаемость личинок; *П* — плодовитость самок за 5 сут; *ПЛП* — продолжительность личиночного развития, сут. Предложен-

Т а б л и ц а 2

Коэффициенты ранговой корреляции между фенотипическими признаками обыкновенной злаковой тли — маркерами антибиоза

Показатель	Выживаемость личинок (1)	Продолжительность личиночного периода (2)	Плодовитость самок (3)	Длина тела самок (4)	Скорость увеличения численности (5)
1	—	—	—	—	—
2	-0,738*	—	—	—	—
3	0,538*	-0,485*	—	—	—
4	0,347	-0,519*	0,735*	—	—
5	0,911*	-0,716*	0,753*	0,522	—

\* Наличие существенной корреляции ( $P < 0,05$ ).



Связь скорости увеличения численности тлей ( $P$ ) и степени эволюционной продвину-  
тости пшеницы и эгилопсов.

1 — *Aegilops bicornis* (F<sup>S</sup>); 2 — *Ae. searsii* (S<sup>b</sup>); 3 — *Ae. speltoides* (B<sup>SP</sup>); 4 — *Ae. longis-*  
*sima* (B<sup>1</sup>); 5 — *Ae. tauchii* (D<sup>str</sup>); 6 — *Triticum boeoticum* (A<sup>b</sup>); 7 — *T. monococcum* (A<sup>b</sup>);  
8 — *T. araraticum* (A<sup>b</sup>B<sup>SP</sup>); 9 — *T. timopheevii* (A<sup>b</sup>B<sup>SP</sup>); 10 — *T. timonovum* (A<sup>b</sup>A<sup>b</sup>B<sup>SP</sup>B<sup>SP</sup>);  
11 — *T. fungicidum* (A<sup>u</sup>A<sup>b</sup>B<sup>1</sup>B<sup>SP</sup>); 12 — *T. urartu* (A<sup>u</sup>); 13 — *T. dicoccoides* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>);  
14 — *T. dicoccum* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>); 15 — *T. paleocolchicum* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>); 16 — *T. turgidum* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>);  
17. *T. polonicum* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>); 18. *T. macha* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>D<sup>str</sup>); 19 — *T. spelta* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>D<sup>str</sup>); 20.  
*T. spelta* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>D<sup>str</sup>); 21. *T. sphaerococcum* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>D<sup>str</sup>); 22. *T. petropavlovskii* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>D<sup>str</sup>);  
23 — *T. aestivum* (A<sup>u</sup>B<sup>1</sup>D<sup>str</sup>). В скобках указан геном растений.

Эволюционные ряды: I — *T. boeoticum*; II — *T. Timopheevii*; III — *T. turgidum*; IV —  
*T. aestivum*.

ный показатель положительно кор-  
релировал с выживаемостью личи-  
нок, плодовитостью и длиной тела  
бескрылых самок и отрицательно  
с продолжительностью личиночного  
периода (табл. 2). Наличие существен-  
ной корреляции между скоро-  
стью увеличения численности и фе-  
нотипическими признаками — мар-  
керами антибиоза — дает возмож-  
ность использовать показатель  $P$   
в качестве маркера антибиоза.

На основании полученных значе-  
ний  $P$  был построен график за-  
висимости этого показателя от сте-  
пени эволюционной продвинуто-  
сти видов пшениц и эгилопсов и соот-  
ветственно от степени ксерофильно-  
сти растений (рисунок). Следует

отметить, что растения рода *Tri-*  
*ticum* эволюционировали в сторону  
увеличения мезофильности. Наи-  
более древние виды с более выра-  
женными признаками ксерофильно-  
сти адаптированы к обитанию в  
степных районах. Группа, характе-  
ризующаяся относительно высокой  
степенью антибиоза, объединяет все  
оцениваемые тетраплоидные виды  
эволюционного ряда *T. turgidum*  
(чем больше значения  $P$ , тем мень-  
ше антибиотическое влияние расте-  
ния на обыкновенную злаковую  
тлю) за исключением диплоидного  
исходного вида *T. urartu*. Относи-  
тельно высокой степенью антибиоза  
отличаются растения эволюцион-  
ного ряда *T. aestivum*, кроме вида

*T. petropavlovskii*, из растений эволюционного ряда *T. timopheevii* — октаплоидный вид *T. tumonovum* и синтетический октаплоидный вид *T. fungicidum*. В группу растений, характеризующихся относительно высокой степенью антибиоза, входит диплоидный вид *T. boeoticum*. Питавшиеся на нем личинки обыкновенной злаковой тли хорошо выживали, однако плодовитость тли была низкой (табл. 1). Группа растений, оцененных как среднеустойчивые, представлена видами эгилопса, 2 разновидностями пшеницы *T. monocossum* и 1 видом из эволюционного ряда *T. aestivum* — *T. petropavlovskii*. Относительно слабой степенью антибиоза характеризуются *Ae. longissima*, 2 вида из эволюционного ряда *T. timopheevii* — *T. timopheevii* и *T. agaraticum* и диплоидный вид из эволюционного ряда *T. turgidum* — *T. urartu*.

Из данных, представленных на рисунке, видно, что степень устойчивости (антибиоза) пшениц меняется в зависимости от их генома и в большинстве случаев от связанной с геномом степени ксероморфности растений. Эволюция многих видов тли шла в сторону адаптации к обитанию в засушливых условиях, что обусловлено аридизацией климата и вынужденным переходом тли с древесных растений на вторичных хозяев — травянистые. Потеря связи с первичным растением-хозяином предопределила специализацию и адаптацию в пределах нового освоенного таксона растений и родственных ему таксонов, произрастающих в сходных экологических условиях. Обыкновенная злаковая тля, распространенная в лесостепной и степной зонах страны, наиболее вредоносна в Азербайджане, Таджикистане и Казахстане, особенно во время засухи [1, 5, 6, 12]. По-видимому, утрата связи с первичным растением-хозяином

привела к адаптации обыкновенной злаковой тли к питанию на растениях семейства мятликовых, произрастающих в относительно засушливых условиях. Вероятно, наблюдаемые различия в пищевой ценности растений для обыкновенной злаковой тли в значительной степени обусловлены их биохимическими особенностями, связанными с адаптацией к условиям окружающей среды.

### Заключение

Наиболее вероятными донорами генов устойчивости к обыкновенной злаковой тле при селекции пшеницы на этот признак будут виды, характеризующиеся большей степенью эволюционной продвинутости и более выраженными признаками мезофильности по сравнению с видами эгилопсов и пшеницами (диплоидными и тетраплоидными) эволюционных рядов — *T. boeoticum* и *T. timopheevii*.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдулхаирова С. С.* Вредоносность злаковых тлей.— Защита растений, 1979, № 4, с. 44.— 2. *Белошапкин С. П.* Совершенствование метода оценки устойчивости злаков к злаковым тлям.— Изв. ТСХА, 1984, вып. 3, с. 134—140.— 3. *Белошапкин С. П.* Пищевая специализация злаковых тлей в связи с проблемой создания устойчивых сортов зерновых культур.— Вестник с.-х. науки, 1988, № 10, с. 153—156.— 4. *Вилкова Н. А.* Физиолого-биохимические основы иммунитета растений к вредителям.— Иммунитет с.-х. растений к болезням и вредителям. М.: Колос, 1975, с. 21—31.— 5. *Давлетшина А. Г.* Изменение афидофауны целинных земель Джизакской степи под влиянием антропогенных факторов.— Систематика и экология тлей — вредителей растений. Тез. докл. Рига: Зинатне, 1983, с. 31—34.— 6. *Джафаров А. А.* Тли, вредящие в Азербайджане.— Материалы 6-й сессии Закавказского Совета по коор-

динации научн.-исслед. работ по защите растений. Тбилиси, 1973, с. 31—34.— 7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта.— М.: Колос, 1979.— 8. Изучение устойчивости зерновых культур к тлям в лабораторных условиях.— Метод. указания. Л.: ВИР, 1988.— 9. Кендэл М. Ранговые корреляции.— М.: Статистика, 1975.— 10. Конарев В. Г. Белки растений как генетические маркеры.— М.: Колос, 1983.— 11. Морошкина О. С. Злаковая тля (*Toxoptera graminum*, Rond.).— Бюлл. отдел. энтомологии Сев.-Кавказской с.-х. оп. станции. Ростов-на-Дону, № 309, 1930.— 12. Корчагин А. А. Вредоносность злаковых тлей.— Защита растений, 1979, № 4, с. 44.— 13. Радченко Е. В. Устойчивость видового разнообразия рода *Triticum* к злаковым

тлям.— Автореф. канд. дис., 1987.— 14. Шура-Бура Г. Б. Изучение заселенности видов и сортов яровой пшеницы злаковыми тлями.— Тез. докл. VI Всес. совещ. по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям. М., 1975, с. 94—95.— 15. *Apablaza J. H., Fernandes L. J. E.*— *Ciencia e investigat. agrar.*, 1982, vol. 9, N 1, p. 37—41.— 16. *Lill B. S., Sharma H. C., Raupp W. J. e. a.*— *Plant Disease*, 1985, vol. 69, N 4, p. 314—316.— 17. *Markkula M., Roukka R.*— *Ann. Agric. Fenniae.*, 1972, vol. 11, N 6, p. 417—423.— 18. *Rautapaa J.*— *Ann. Agric. Fenniae.*, 1970, vol. 9, N 4, p. 267—277.— 19. *Southerton N. W., Emden H. F. van.*— *Ann. Appl. Biol.*, 1982, vol. 101, N 1, p. 99—107.  
Статья поступила 14 февраля 1992 г.

#### SUMMARY

Assessment of the resistance of 5 *Aegilops* and 17 *Triticum* spp. to greenbug (*Schizaphis graminum* Rondani) was made in greenhouse conditions. The rate of the population growth was used as an index of the plant resistance (antibiosis) to greenbug. Comparison of the plant resistance to greenbug and the plant evolution advance showed that the rate of the plant resistance depends on the plant genome and the degree of plant resistance to drought. As a result of early losing the connection with primary host-plants by greenbug the latter is adapted to feeding on grasses growing in relatively arid conditions. Such connection is observed both in *Triticum* genus and in smaller taxonomic groups.