

УДК 632.938:635.63:632.654

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ОЦЕНКИ РАСТЕНИЙ
ОГУРЦА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПАУТИННЫМ
КЛЕЩАМ ПО ИХ БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

С.Я. ПОПОВ, В.В. СЛОТИН

(Кафедра энтомологии)

Проанализированы 4 лабораторные методики оценки гибридов огурца на устойчивость к атлантическому паутинному клещу (*Tetranychus atlanticus* McGregor) по биологическим показателям фитофага: плодовитости самок за 3 дня откладки яиц, выживаемости прсимагинальных стадий, длительности развития постэмбриональных стадий, пищевой избирательности самок при альтернативном предоставлении пищевых образцов. Во внимание принимались уровни существенности различий между сравниваемыми образцами, а также трудоемкость опытов. В опытах использовалась фасоловая (31-го поколения) линия *T. atlanticus*. Тестируемыми гибридами служили: относительно устойчивый к паутинным клещам гибрид — отцовская линия F, Лорд + F, Фермер, неустойчивый гибрид F, Лорд, а также гибрид F, Фермер, занимающий промежуточное положение по устойчивости. В ряде опытов контролем служила фасоль. Тестирование проводилось по методу вырезок листовой ткани; клещи содержались при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, относительной влажности 65—85%, фотопериоде 16:8 ч. Наиболее тонкие различия между тестируемыми гибридами позволяла выявлять методика оценки по длительности развития постэмбриональных особей; она же оказалась самой трудоемкой. По итогам анализа рекомендовано использование 2 биологических показателей паутинных клещей: плодовитости самок за 3 дня откладки яиц (аккумулятивной или среднесуточной) и выживаемости преимагинальных стадий.

Паутинные клещи — одни из наиболее опасных вредителей растений защищенного грунта, где для них складываются оптимальные условия существования. По данным [1], один из массовых видов — обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch) — отмечен на 470 видах растений, принадлежащих к различным ботаническим семействам. Наиболее предпочитаемыми тепличными культурами для паутинных клещей являются огурец, томат, перец, дыня, роза, гвоздика, другие овощные и цветочно—декоративные растения. Однако, даже в пределах одного вида растения (на разных сортах и гибридах) они показывают разную физиологическую отзывчивость на кормовой источник. Найти оптимальные критерии, выявляющие эту разницу, — задача, решающая проблему оценки сортов и гибридов растений на устойчивость.

Оценка устойчивости растений к вредителям может осуществляться как в полевых, так и лабораторных условиях. Опыты, проводимые в лабораторных условиях, позволяют более четко вычленить пищевой фактор. Кроме того, лабораторные эксперименты выявляют малые различия в степени устойчивости, особенно в случае тестирования близких

по генотипу растений; они позволяют разделить комплексную устойчивость на отдельные компоненты [7]. Методы оценки на устойчивость должны быть доступными и надежными.

Отмечено [5, 7], что сортовые особенности огурца могут в значительной мере влиять на жизненные показатели паутинных клещей. В частности, на сортах, обладающих антиксенозом и антибиозом по отношению к обыкновенному паутинному клещу и туркестанскому паутинному клещу (*Tetranychus turkestanii* Ug. et Nik.), плодовитость понижается на 25—60%, длительность развития неполовозрелых фаз увеличивается на 10—15%, смертность может повышаться на 10—40%. Скорость элиминации клещей (средняя геометрическая по датам учетов) как показатель, отражающий смертность взрослых самок в динамике, на устойчивых сортах в 1,5—4 раза выше [5].

Какие критерии используются для оценки сортов и гибридов растений на устойчивость к паутинным клещам наиболее часто?

По мнению Stoner и Stringfellow [9], а также De Ponti [7], одним из наиболее важных критериев оценки растений на устойчивость являются плодовитость одновозрастных самок за 72 ч с мо-

мента подсадки их на пищевой источник или среднесуточная плодовитость за тот же период. Dabrowski и Marczak [6] для оценки кормовых источников паутиных клещей использовали такие критерии, как плодовитость самок и смертность личинок. Gould [8] при оценке сортов огурца на устойчивость к *T. urticae* ограничивался анализом выживаемости потомства клещей. Раздобурдин [5] рекомендовал рассматривать плодовитость в комплексе с продолжительностью развития самок. При тщательном анализе вопроса многие исследователи используют метод составления таблиц выживания, где учитывают все основные критерии оценки: длительность развития и смертность в предрепродуктивный период, возрастнспецифическую плодовитость и смертность самок [2 среди других].

В данном исследовании мы провели сравнительный анализ лабораторных методик оценки растений на устойчивость к паутиным клещам по их биологическим показателям. В качестве методик оценки при культивировании клещей на гибридах огурца использовали: 1) определение плодовитости одновозрастных самок, 2) определение выживаемости преимагинальных стадий; 3) определение длительности развития в пред-

репродуктивный период; 4) определение пищевой избирательности половозрелых самок при одновременном предоставлении им сравниваемых пищевых образцов.

Материал и общая методика исследований

В качестве фитофага использовали фасолевую пищевую линию атлантического паутинового клеща (*Tetranychus atlanticus* McGregor, 1941), которого многие зарубежные исследователи нередко сводят в синоним туркестанского паутинового клеща (*Tetranychus turkestanii* Ug. et Nik., 1938). По основному диагностическому признаку вида культивируемый *T. atlanticus* характеризовался следующим показателем: борода эдеагуса самцов имела типичную для вида форму и диаметр 4,4 мкм [3]. Колония *T. atlanticus* на фасоли была основана в начале марта 1999 г. Предварительно особи клещей были взяты из природы с растений земляники в Московской обл. К началу проведения экспериментов маточная колония *T. atlanticus* имела 31-ю генерацию.

Маточная колония поддерживалась на отделенных листьях, расположенных на ватных подложках в кюветах с водой. Клещи содержались при температуре $25 \pm 1^\circ \text{C}$, относительной влажности

воздуха 60—85%, фотопериоде 16:8 ч и выше, освещённости 13 мкМквантов/м²-сек.

В качестве анализируемых гибридов использовали гибриды огурца: отцовская линия F₁ Лорд + F₁ Фермер, F₁ Лорд, F₁ Фермер, различающиеся по степени устойчивости к паутинным клещам*. Согласно предварительной оценке селекционеров на устойчивость, первый из них показал относительную устойчивость, два других — значительно меньшую устойчивость. В качестве контрольной культуры использовали фасоль. Растения огурца выращивали в соответствии со стандартной практикой в контейнерах с почвой объемом 3л при температуре 24—26° С, относительной влажности 65—85% и фотопериоде 16:8 ч, освещённости 14 мкМквантов/м²-сек. Растения тестировали на стадии 3-го настоящего листа. По числу трихом на листьях данные гибриды огурца практически не различались (табл. 1).

При оценке гибридов огурца на устойчивость (восприимчивость) к паутинным клещам применяли метод высечек [4 и др.]. Вырезки листовой ткани размером 10×15 мм или 15×20 мм помещали в боксы с водой. Все

эксперименты проводились при одинаковых условиях: температуре 25±1° С, относительной влажности воздуха 65—85% и фотопериоде (L:D) 16:8 ч, освещённости 30 мкМквантов/м²-сек.

В вариантах на определение длительности развития паутинных клещей и выживаемости преимагинальных стадий развития вырезки по мере необходимости заменяли на свежие. В варианте на плодовитость после 3 дней питания самок листовые вырезки подвергали балльной оценке на поврежденность. При этом использовали следующую шкалу: 0 баллов — отсутствие поврежденности, 1 балл — от 0 до 10%, 2 балла — от 11 до 25%, 3 балла — от 26 до 50%, 4 балла — от 51 до 100%.

Подробнее методики описываются ниже. Там же приводятся методы статистического анализа.

Результаты

Оценка пищевых образцов по плодовитости паутинных клещей

На высечки размером 15×20 мм, плавающие в стеклянных бюксах, кисточкой подсаживали молодых половозрелых одновозрастных

* Семена гибридов огурца были предоставлены нам агрофирмой «Манул» (А. В. Борисовым), за что авторы выражают признательность.

Т а б л и ц а 1

Количество трихом на листьях близкородственных гибридов огурца на 1 см² площади листа

Участок листовой пластинки	Отцовская линия F ₁ Лорд + F ₁ Фермер		Сущест- венность различий с F ₁ Лорд	F ₁ Лорд		Сущест- венность различий с F ₁ Фермер	F ₁ Фермер		Сущест- венность различий с F ₁ Лорд + F ₁ Фермер
	n	$\bar{x} \pm SE$		n	$\bar{x} \pm SE$		n	$\bar{x} \pm SE$	
Периферия листа	4	205,3±6,6	F _φ = 0,88	4	196,8±2,6	F _φ = 2,11	4	204,3±2,63	F _φ = 0,01
			F ₀₅ = 5,99			F ₀₅ = 5,99			F ₀₅ = 5,99
			F _φ < F ₀₅			F _φ < F ₀₅			F _φ < F ₀₅
Основание центральной жилки	4	206,3±3,6	F _φ = 5,10	4	189,3±5,1	F _φ = 1,74	4	202,3±5,82	F _φ = 0,19
			F ₀₅ = 5,99			F ₀₅ = 5,99			F ₀₅ = 5,99
			F _φ < F ₀₅			F _φ < F ₀₅			F _φ < F ₀₅
Σ	8	205,8±4,4	F _φ = 5,11	8	193,0±3,5	F _φ = 3,67	8	203,3±4,04	F _φ = 0,18
			F ₀₅ = 4,60			F ₀₅ = 4,60			F ₀₅ = 4,60
			F _φ < F ₀₅			F _φ < F ₀₅			F _φ < F ₀₅

самок. Оценивали репродуктивные показатели за 3 дня откладки яиц: среднесуточную и суммарную (аккумулятивную) плодовитость за 3 последовательных дня в расчете на 1 самку. Повторность опыта 10-кратная, в одной повторности (на вырезке) 3 самки. Результаты наблюдений изложены в табл. 2.

Статистическую оценку различий проводили в рамках однофакторного дисперсионного анализа. Оба репродуктивных параметра показали одинаковую степень различий между опытными пищевыми образцами и контролем.

Репродукция самок на устойчивой отцовской линии F, Лорд + F₁ Фермер существенно отличалась от таковой в контроле по всем дням учетов (при P=99).

Между аккумулятивной плодовитостью на контроле и на неустойчивом гибриде F₁ Лорд в первые 2 дня опыта наблюдались существенные различия при P=99, тогда как на 3-й день данный показатель существенно не различался. Существенных различий по среднесуточной плодовитости между сравниваемыми пищевыми образцами не выявлено.

Аккумулятивная плодовитость на среднеустойчивом гибриде F₁ Фермер в 1-й день учетов существен-

но отличалась от плодовитости в контроле при P=95, на 2-й день — при P=99, на 3-й день существенных различий не было. Также не было различий по среднесуточной плодовитости.

Поврежденность клещами листовых вырезок фасоли (контроля) и устойчивого гибрида отцовской линии F₁ Лорд + F₁ Фермер в конце опыта заметно различалась (табл. 2). В частности, на 3-й день сравниваемые варианты имели существенные различия (при P=95). Между контролем и гибридами F₁ Лорд и F₁ Фермер существенные различия в поврежденности не зафиксированы.

Оценка пищевых образцов по выживаемости преимагинальных стадий паутиных клещей

На высечки размером 10×15 мм, плавающие в стеклянных бюксах, кисточкой подсаживали по 7—8 самок для откладки яиц. Через сутки самок с поверхности высечек удаляли, а потомство воспитывалось при оптимальных условиях (см. «Материал и общая методика исследований»). При признаках даже незначительной этиоляции старые высечки заменяли новыми большего размера. Оценивали выживаемость преимаги-

Плодовитость *Tetranychus atlatiscus* (фасолевая линия) на фасоли и 3 близкородственных гибридах огурца при постоянной температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, относительной влажности 65—85% и фотопериоде 16:8 ч. (В расчете на одну самку)

Питательный источник	Число яиц за один день откладки	F	Число яиц за 2 дня откладки	F	Число яиц за 3 дня откладки	F	Средне-суточная плодовитость	F	Средний балл пораженности на 3-й день	F
Фасоль (контроль)	$5,16 \pm 0,33^{**}$	—	$13,04 \pm 0,50$	—	$19,20 \pm 1,02$	—	$6,38 \pm 0,34$	—	$2,25 \pm 0,13$	—
Отцовская линия										
F ₁ Лорд+										
+F ₁ Фермер	$3,82 \pm 0,24$	$F_{\phi} = 10,32^{**}$ $F_{\phi_1} = 8,28$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$9,05 \pm 0,45$	$F_{\phi} = 34,03$ $F_{\phi_1} = 8,28$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$13,94 \pm 0,72$	$F_{\phi} = 17,51$ $F_{\phi_1} = 8,28$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$4,64 \pm 0,24$	$F_{\phi} = 17,03$ $F_{\phi_1} = 8,28$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$1,70 \pm 0,15$	$F_{\phi} = 7,31$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$
F ₁ Лорд	$3,97 \pm 0,19$	$F_{\phi} = 9,31$ $F_{\phi_1} = 8,28$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$11,06 \pm 0,31$	$F_{\phi} = 10,89$ $F_{\phi_1} = 8,28$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$20,47 \pm 0,63$	$F_{\phi} = 1,10$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} < F_{\phi_1}$	$6,82 \pm 0,21$	$F_{\phi} = 1,19$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} < F_{\phi_1}$	$2,10 \pm 0,10$	$F_{\phi} = 0,80$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} < F_{\phi_1}$
F ₁ Фермер	$4,01 \pm 0,28$	$F_{\phi} = 6,88$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$11,00 \pm 0,43$	$F_{\phi} = 9,35$ $F_{\phi_1} = 8,28$ $F_{\phi} > F_{\phi_1}$	$19,43 \pm 0,46$	$F_{\phi} = 0,04$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} < F_{\phi_1}$	$6,47 \pm 0,15$	$F_{\phi} = 0,06$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} < F_{\phi_1}$	$1,90 \pm 0,10$	$F_{\phi} = 4,37$ $F_{\phi_1} = 4,41$ $F_{\phi} < F_{\phi_1}$

* Здесь и далее $\bar{x} \pm SE$.

** Здесь и далее в табл. 3 и 4 варианты сравниваются с контролем.

Выживаемость *Tetralophus atlanticus* (фасолевая линия) на фасоли и 3 близкородственных гибридах огурца при постоянной температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, относительной влажности 65—85% и фотопериоде 16:8 ч

Показатель	Яйцо	Р	Личинка	Р	Прототип-фа	Р	Дейтотип-фа	Р	Теллохриза-лада	Р	Имаго	Р
Фасоль (контроль)												
Число клещей, всего	203	—	190	—	179	—	169	—	168	—	166	—
в т. ч. умерших*	5		11		5		1		0		0	
Стадиальная смертность, %	2,5		5,8		2,8		0,6		0		0	
Аккумуляция	0,975		0,918		0,892		0,887		0,887		0,887	
Отцовская линия (F, Лорд + F, Фермер)												
Число клещей, всего	181	$t_{\text{ф}}=1,00$	171	$t_{\text{ф}}=4,90$	131	$t_{\text{ф}}=5,54$	119	$t_{\text{ф}}=5,58$	117	$t_{\text{ф}}=5,81$	115	$t_{\text{ф}}=6,21$
в т. ч. умерших	8	$t_{\text{фс}}=1,96$	40	$t_{\text{фс}}=3,29$	12	$t_{\text{фс}}=3,29$	2	$t_{\text{фс}}=3,29$	2	$t_{\text{фс}}=3,29$	3	$t_{\text{фс}}=3,29$
Стадиальная смертность, %	4,4	$t_{\text{ф}} < t_{\text{фс}}$	23,4	$t_{\text{ф}} > t_{\text{фс}}$	9,2	$t_{\text{ф}} > t_{\text{фс}}$	1,7	$t_{\text{ф}} > t_{\text{фс}}$	1,7	$t_{\text{ф}} > t_{\text{фс}}$	2,6	$t_{\text{ф}} > t_{\text{фс}}$
Аккумуляция	0,956		0,732		0,665		0,654		0,643		0,626	
F ₁ Лорд												
Число клещей, всего	199	$t_{\text{ф}}=0,00$	194	$t_{\text{ф}}=0,68$	186	$t_{\text{ф}}=1,12$	170	$t_{\text{ф}}=1,77$	164	$t_{\text{ф}}=2,00$	158	$t_{\text{ф}}=2,00$
в т. ч. умерших	5	$t_{\text{фс}}=1,96$	8	$t_{\text{фс}}=1,96$	16	$t_{\text{фс}}=1,96$	6	$t_{\text{фс}}=1,96$	2	$t_{\text{фс}}=1,96$	0	$t_{\text{фс}}=1,96$
Стадиальная смертность, %	2,5	$t_{\text{ф}} < t_{\text{фс}}$	4,1	$t_{\text{ф}} < t_{\text{фс}}$	8,6	$t_{\text{ф}} < t_{\text{фс}}$	3,5	$t_{\text{ф}} < t_{\text{фс}}$	1,2	$t_{\text{ф}} < t_{\text{фс}}$	0	$t_{\text{ф}} < t_{\text{фс}}$
Аккумуляция	0,976		0,935		0,855		0,825		0,815		0,815	

F₁ Фермер

Число клещей, всего	199	$t_{\phi} = 0,33$	194	$t_{\phi} = 2,31$	167	$t_{\phi} = 1,80$	164	$t_{\phi} = 1,80$	163	$t_{\phi} = 2,17$	160	$t_{\phi} = 2,47$
в т. ч. умерших	4	$t_{05} = 1,96$	27	$t_{05} = 1,96$	3	$t_{05} = 1,96$	1	$t_{05} = 1,96$	3	$t_{05} = 1,96$	2	$t_{05} = 1,96$
Стадиальная смертность, %	2	$t_{\phi} < t_{05}$	13,9	$t_{\phi} > t_{05}$	1,8	$t_{\phi} < t_{05}$	0,6	$t_{\phi} < t_{05}$	1,8	$t_{\phi} > t_{05}$	1,3	$t_{\phi} > t_{05}$
Аккумуляция	0,98	0,844	0,829	0,824	0,809	0,798						

* В расчет принимались только особи, погибшие «естественной» смертью, т. е. находившиеся на вырезке.

Т а б л и ц а 4
Длительность развития *Tetranychus atlanticus* (фасолевая лилия) на фасоли
и 3 близкородственных гибридах огурца при постоянной температуре 25±1°С,
относительной влажности 65—85% и фотопериоде 16:8 ч

Пыльцевой источник	Длительность развития яиц	Число яиц	F	Длительность развития самок (яичко-имаго)	Число особей	F	Длительность развития самок (яичко-имаго)	Число особей	F	Длительность развития поколения (яичко-имаго)	Число самок	F
Фасоль (контроль)	4,05±0,02	74	—	9,38±0,11	13	—	9,70±0,06	47	—	10,61±0,06	47	—
Отцовская линия + F ₁ Фермер	4,00±0,03	64	F ₀₅ = 1,90 F ₀₅ < F ₀₅	10,69±0,06	13	F = 27,29 F ₀₁ = 7,82 F ₀₁ > F ₀₁	10,92±0,17	31	F = 35,27 F ₀₁ = 7,04 F ₀₁ > F ₀₁	11,90±0,23	31	F = 31,61 F ₀₁ = 7,04 F ₀₁ > F ₀₁
F ₁ Лорд	4,10±0,04	73	F ₀₅ = 0,79 F ₀₅ < F ₀₅	10,33±0,17	17	F = 10,79 F ₀₁ = 3,94 F ₀₁ > F ₀₁	10,33±0,27	29	F = 5,48 F ₀₅ = 3,99 F ₀₅ > F ₀₅	11,48±0,35	28	F = 8,02 F ₀₁ = 7,06 F ₀₁ > F ₀₁
F ₁ Фермер	4,07±0,2	50	F = 0,11 F ₀₅ = 3,94 F ₀₅ < F ₀₅	10,43±0,16	12	F = 12,45 F ₀₁ = 7,88 F ₀₁ > F ₀₁	11,03±0,17	24	F = 37,08 F ₀₁ = 7,08 F ₀₁ > F ₀₁	11,94±0,20	23	F = 40,86 F ₀₁ = 7,08 F ₀₁ > F ₀₁

нальных стадий развития: яиц, личинок, протонимф, дейтонимф, телеохризалид. Повторность опыта 10-кратная, в одной повторности — 15—20 особей. Производился качественный анализ признака по Т-критерию. Результаты опыта представлены в табл. 3.

Выживаемость особей на устойчивом гибриде (отцовской линии F_1 Лорд + F_1 Фермер) и в контроле существенно различалась на всех постэмбриональных стадиях при уровне значимости $t_{0.01}$.

На менее устойчивых образцах (F_1 Лорд и F_1 Фермер) и в контроле выживаемость особей оказалась существенно различной начиная в основном со стадии телеохризалиды при уровне значимости $t_{0.05}$.

Оценка пищевых образцов по длительности развития постэмбриональных стадий паутинных клещей

На высечки размером 10×15 мм, плавающие в стеклянных бюксах, кисточкой подсаживали по 6-7 половозрелых самок для откладки яиц. Через 4 ч самок с поверхности высечек удаляли, потомство воспитывалось при оптимальных условиях (см. «Материал и общая методика исследований»). При незначительной этиоляции вы-

сечки заменяли на новые. Оценивали длительность эмбриогенеза ($n=50—74$), преимагинального развития самцов ($n=12—17$) и самок ($n=24—47$), а также генерации ($n=23—47$). Статистическую оценку различий осуществляли в рамках однофакторного дисперсионного анализа. Результаты наблюдений представлены в табл. 4.

Длительность развития особей на устойчивом образце (F_1 Лорд + F_1 Фермер) существенно отличалась от контроля на всех постэмбриональных стадиях ($P=99$). На неустойчивом гибриде F_1 Лорд показатель существенно различался с контролем у самцов — при $P=99$, самок — при $P=95$, генерации — при $P=99$.

Высокая достоверность различий по сравнению с контролем в рамках всех постэмбриональных стадий также была получена в варианте с гибридом с промежуточной степенью устойчивости (F_1 Фермер) ($P=99$).

Оценка образцов по пищевой избирательности самок

Сравнивали 2 гибрида огурца, различающиеся по степени устойчивости: отцовскую линию F_1 Лорд + F_1 Фермер и F_1 Лорд. Из листьев

этих гибридов изготавливали прямоугольные центральные вырезки — арены размером 10×15 мм, к которым через сутки по углам присоединяли крест-накрест по 2 такие же вырезки из листьев сравниваемых гибридов. В одном варианте в центре располагали вырезку из листьев устойчивого гибрида, в другом — вырезку из листьев неустойчивого гибрида. На центральную арену подсаживали кистью по 10 половозрелых самок. Далее ежедневно в течение 4-х суток оценивали распределение самок по угловым вырезкам. В каждом варианте использовали по 6 повторностей.

По результатам наблюдений выявлена общая тенденция миграции самок с центральной арены в обоих вариантах на неустойчивый гибрид (табл. 5). В то же время самки, первоначально находившиеся на центральных вырезках из листьев устойчивого гибрида, в большей степени выбирали для питания вырезки из листьев неустойчивого гибрида. Для самок, питавшихся на центральных вырезках из листьев неустойчивого гибрида, выбор пищевого субстрата имел менее существенное значение.

Различия в выборе оценивали разными статистическими методами. При диспер-

сионном анализе не выявлено существенных различий в пищевой избирательности самок. Оценка существенности средней разности для сопряженных выборок показала существенные различия в варианте с центральной ареной из устойчивого гибрида (в основном при $P=99$) и в другом варианте при $P=95$.

Обсуждение результатов

Все 4 рассмотренные методики, использующие анализ биологических показателей паутинных клещей, адекватно описывают распределение гибридов огурца по уровню устойчивости к вредителю.

К главным критериям пригодности методики для оценки сортов и гибридов на устойчивость к паутинным клещам мы относим 2 показателя: глубину выявления существенных различий между сравниваемыми вариантами и трудоемкость проведения опыта. Поскольку первый критерий уже обозначен выше, добавим сведения, касающиеся второго показателя (табл. 6).

Из всех рассмотренных выше методик наиболее «чувствительной» оказалась методика определения длительности развития постэмбриональных стадий, которая позволила обнаружить наличие существенных различий

Пищевая избирательность самок *Tetrapylchus atlanticus* (фасолевая линия)

Пищевой источник	Количество самок на вырезках по дням после установки угловых вырезок							
	через 1 день	Р	через 2 дня	Р	через 3 дня	Р	через 4 дня	Р
<i>Вариант № 1. В центре вырезка из листьев устойчивого гибрида*</i>								
Отповская линия	55	—	24	—	8	—	4	—
F ₁ Лорд + F ₁ Фермер (центральная арена)								
Отповская линия	2	$t_{\phi} = 1,46$ $t_{05} = 2,57$ $t_{\phi} < t_{05}$	14	$t_{\phi} = 3,14$ $t_{05} = 2,57$ $t_{\phi} > t_{05}$	22	$t_{\phi} = 4,63$ $t_{05} = 4,03$ $t_{\phi} > t_{05}$	24	$t_{\phi} = 5,74$ $t_{05} = 4,03$ $t_{\phi} > t_{05}$
F ₁ Лорд + F ₁ Фермер (устойчивый)								
F ₁ Лорд (неустойчивый)	1	$F_{\phi} = 0,36$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$	22	$F_{\phi} = 0,66$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$	28	$F_{\phi} = 0,32$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$	30	$F_{\phi} = 0,28$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$
<i>Вариант № 2. В центре вырезка из листьев неустойчивого гибрида*</i>								
F ₁ Лорд (центральная арена)	54	—	19	—	16	—	8	—
Отповская линия	2	$t_{\phi} = 2,02$ $t_{05} = 2,57$ $t_{\phi} < t_{05}$	15	$t_{\phi} = 4,25$ $t_{05} = 4,03$ $t_{\phi} > t_{05}$	14	$t_{\phi} = 3,50$ $t_{05} = 2,57$ $t_{\phi} > t_{05}$	22	$t_{\phi} = 2,69$ $t_{05} = 2,57$ $t_{\phi} > t_{05}$
F ₁ Лорд + F ₁ Фермер (устойчивый)								
F ₁ Лорд (неустойчивый)	4	$F_{\phi} = 0,50$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$	25	$F_{\phi} = 1,37$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$	28	$F_{\phi} = 2,35$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$	26	$F_{\phi} = 0,13$ $F_{05} = 4,30$ $F_{\phi} < F_{05}$

* Пояснения в тексте.

Таблица 6

**Трудоемкость лабораторных методов оценки растений
на устойчивость к паутинным клещам
(при постоянной температуре 25±1°C)**

Затрачиваемое время	Методики			
	определе- ние пло- довитости	определе- ние дли- тельности развития в предре- продук- тивный период	определе- ние вы- живае- мости преимаги- нальных стадий	определе- ние пищевой избира- тельности
Количество учетных суток	4—5	10—12	10—12	5—6
Количество наблюдений в сутки	1	4	1	1
Время, затраченное на подготовительные опе- рации (стерилизация бюкса, пересадка са- мок и пр.), ч	ОД	0,15	0,15	0,2
Время, затраченное на анализ одной вырез- ки, ч	0,03	ОД	0,04	0,01
Общая трудоемкость в расчете на 1 вырез- ку, ч	0,22—0,25	1,15—1,35	0,55—0,63	0,25—0,26
Общее время наблюде- ний в одном вариан- те, ч	2,2—2,5	11,5—13,5 (10 вырезок)	5,5—6,3	7,5—7,8 (30 выре- зок)

между наиболее близкими по степени устойчивости пищевыми образцами. Вместе с тем, как видно из табл. 6, она оказалась и наиболее затратной. При фиксировании искомым стадий развития клещей опыту приходилось уделять 10—12 дней, при этом в идеальном случае наблюдения в учетные сутки требовалось проводить каждые

4—6 ч, включая раннеутреннее и поздненочное время. В принципе, в рамках этих наблюдений можно ограничиться регистрацией срока отрождения личинок, а позднее самцов и самок из телеохризалид; и тем не менее данная методика достаточно трудоемка и требует навыков оценки возрастного состояния фитофага.

Наименее затратной по времени оказалась методика определения плодовитости самок. В качестве данного критерия целесообразнее использовать аккумулярованную или среднесуточную плодовитость за 3 дня откладки яиц. Далее следует методика определения выживаемости преимагинальных стадий. Третье место по трудоемкости опытов отводится методике определения пищевой избирательности.

По итогам проведенных наблюдений из 4 проанализированных методик оценки мы рекомендуем проводить оценку устойчивости растений по плодовитости самок в течение 3 дней и выживаемости их потомства. При сравнении особо близких генотипов растений в качестве дополнительного критерия возможно использование метода дискриминации пищевых образцов по длительности развития постэмбриональных стадий фитофага.

Выводы

1. Для оценки растений огурца на устойчивость к паутинным клещам возможно использовать методики, основой которых является измерение биологических показателей: плодовитость самок паутинных клещей за 3 дня откладки яиц, выживаемость преимагинальных стадий пау-

тинных клещей, длительность развития постэмбриональных стадий, пищевой избирательности самок при альтернативном предоставлении пищевых образцов.

2. Согласно статистическому анализу различий в биологических параметрах паутинных клещей при их питании на тестируемых кормовых источниках, а также оценке трудоемкости экспериментов, в опытах на определение устойчивости растений огурца рекомендуется использование 2 биологических показателей паутинных клещей: плодовитости самок за 3 дня откладки яиц и выживаемости преимагинальных стадий.

3. Наиболее тонкие различия между тестируемыми гибридами огурца позволила выявить методика оценки по длительности развития постэмбриональных стадий. Однако в связи с тем, что эта методика оказалась наиболее трудоемкой, целесообразно пользоваться ею как дополнительным критерием при детальном анализе близкородственных генотипов растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова И. И. К фауне и экологии паутинных клещей. — Бюлл. Главного ботан. сада, 1960. вып. 36, с. 87—94. — 2. Попов С. Я. Ме-

тодические указания по составлению таблиц выживания насекомых и клещей. — М.: ТСХА, 1986. — 3. Попов С.Я. К идентификации местообитаний паутинных клещей (*Acariformes, Tetranychidae*) по биологическим показателям. — Зоологич. журн., 1994, том 73, № 7, 8, с. 31—41. — 4. Раздобурдин В.А., Шапиро И.Д., Юрина О.В. и др. Методические рекомендации по оценке устойчивости огурцов к обыкновенному паутинному

клещу. — Л.: ВИЗР, 1980. — 20 с. — 5. Раздобурдин В.А. Специфика проявления устойчивости огурцов к паутинному клещу. Автореф. канд. дис... Л., Пушкин, 1984. — 6. Dabrowski Z.T., Marczak Z. Pol. Pismo Ent. — 1972. N 42. P. 821—856. — 7. De Ponti O.M.B. Koch.- Euphytica, 1977. N 26. P.641—654. — 8. Gould F. Journal of Economic Entomology. - 1978. № 71. P. 680—683. — 9. Stoner A.K., Stringfellow T. Proc. Amer. Hort. Sci. 1967. N 90. P. 324—329.

Статья поступила
19 июня 2000 г.

SUMMARY

Four laboratory techniques of cucumber's hybrids estimation on resistance to atlantic spider mite (*Tetranychus atlanticus* McGregor) on biological parameters of spider mites: females fecundity over three days of egg laying, survival of developmental stages, duration of juvenile development, female's food choice at alternative food plants have been analyzed. Differences between compared samples and experiment's difficulties were taken into consideration. In experiments phaseolus (31 generation) strain of *T. atlanticus* was used. Tested hybrids were: 1) relative resistant to spider mites hybrid – father line F₁ Lord + F₁ Farmer; 2) sensitive hybrid F, Lord; 3) hybrid F₁ Farmer, which showed intermediate position on resistance. In some tests phaseolus (*Phaseolus vulgaris* L.) was used as control. In tests leaf tissue imprints technique was used; mites were cultivated at temperature 25±1°C, relative humidity 65-85%, photoperiod L:D=16:8 hours. The method using criterion of duration of juvenile development showed the most delicate differences between tested hybrids of cucumber; it was also the most difficult one. According to the results we recommend to use two methods of resistance estimation: female's fecundity over three days of egg laying and survival of developmental stages.