

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГИБРИДОВ И СОРТОВ ОГУРЦА
К ПАУТИННОМУ КЛЕЩУ *TETRANYCHUS ATLANTICUS* MCGREGOR

С.Я. ПОПОВ, В.В. СЛОТИН, А.В. БОРИСОВ*, А.В. КОНДРЯКОВ

(Кафедра химических средств защиты растений, кафедра энтомологии)

Исследовали устойчивость (восприимчивость) 49 гибридов и сортов огурца из коллекции селекционно-семеноводческой фирмы «Манул» к атлантическому паутинному клещу (*Tetranychus atlanticus* McGregor). В качестве основных параметров устойчивости использовали среднесуточную плодовитость самок за 3 последовательных дня откладки яиц и выживаемость особей в период преимагинального развития. В группе из 7 выделенных по устойчивости образцов огурца найдена высокая корреляция между уменьшением плодовитости самок и выживаемости преимагинальных особей. Наоборот, не обнаружено никакой корреляции между обилием трихом на листьях огурца и плодовитостью фитофага, а также между обилием трихом и выживаемостью преимагинальных особей. По итогам анализа выявлены 2 гибрида — F_1 (396×355) и F_1 (584×376), обладающие относительной устойчивостью к фитофагу. Первый гибрид получен от скрещивания российских линий огурца, второй — от скрещивания российской и японской линий огурца. Данные гибриды целесообразно исследовать на присутствие в них веществ, осуществляющих антибиотическое действие на паутинного клеща *T. atlanticus* и использовать их в селекционных программах, направленных на увеличение устойчивости гибридов огурца к паутинным клещам.

Ключевые слова: гибриды и сорта огурца; устойчивость растений к вредителям; паутинные клещи; *Tetranychus*.

Существенную опасность для овощных культур защищенного грунта представляют паутинные клещи рода *Tetranychus*. Среди них выделяется атлантический паутинный клещ (*Tetranychus atlanticus* McGregor), нередко сводимый в синоним туркестанского паутинного клеща (*Tetranychus turkestanii* Ug. et Nik.). Этот вид доминирует в сообществе растительноядных клещей на травянистых растениях в Центральном регионе России; из открытого грунта он и попадает в теплицы [2]. Особенно страдает от этого вредителя огурец, сорта и гибриды которого имеют достаточно уязвимые растительные ткани. Тем не менее

разрабатывая беспестицидные технологии защиты растений от паутинных клещей, весьма заманчиво отыскать в обширных коллекциях огурца относительно устойчивые сорта и гибриды. Такая возможность в принципе существует, и подобные образцы могут быть использованы далее для направленного увеличения степени устойчивости.

До 1970-х годов сведения об устойчивости растений огурца (*Cucumis sativus* L.) к паутинным клещам были достаточно скудны. В основном они основывались на эпизодических наблюдениях [1] либо на тестировании небольшого количества сортов [13].

* Селекционно-семеноводческая фирма «Манул».

Начиная с 1970-х годов интерес к этой проблеме резко увеличился. Работа проводилась как с небольшими коллекциями сортов огурца [9, 10, 20], так и с обширными, насчитывающими до нескольких сотен сортов и гибридов [12, 22, 15, 16]. Наиболее значимый вклад в решение проблем устойчивости огурца к паутинным клещам в тот период сделал голландский акаролог Де Понти (De Ponti) [15], осуществивший скрининг 400 сортов огурца на устойчивость к паутинным клещам рода *Tetranychus*. Вслед за другими исследователями в области иммунитета он выражал мнение, что устойчивость как противоположность чувствительности — это комплекс характеристик растения-хозяина, уменьшающий важнейшие популяционные характеристики — репродукцию и скорость развития фитофага, в то время как толерантность — это выносливость, т. е. способность растения-хозяина выносить эксплуатацию фитофагом. Учитывая, что поврежденность листьев — это критерий, зависящий как от факторов устойчивости, так и толерантности, в общем плане селекция растений должна проводиться в комплексе и на устойчивость, и на толерантность [17].

Естественно, более ярко различия в биологических параметрах популяций паутинных клещей проявляются при их культивировании на разных видах растений, чем в пределах одного вида. Например, выяснено, что выживаемость *T. atlanticus* на листьях диких сородичей огурца *Cucumis miriocarpicus* Naud. и *Cucumis africanus* L.f. была на уровне 3,2–3,8%, на листьях *Cucumis dipsaceus* Ehrenb. ex Spach из Кении — 29,8%, в то же время выживаемость этой же популяции клеща на огурце (*C. sativus*) (чувствительном гибриде F₁ Лорд) — 81,5% [4, 5]. На сортах и гибридах одного вида растения подобный диапазон различий для этой же популяции фитофага наблюдался в значительно меньшей степени [3,

4, 19]. Однако и его целесообразно оценивать в селекционных программах на устойчивость к фитофагам.

Выяснено, что наиболее часто носителями генов устойчивости культурных растений являются их дикие предки или близкородственные к ним дикие виды. В качестве хороших доноров устойчивости растений огурца к паутинным клещам могут служить родственные ему виды растений: *Cucumis africanus* L.f., *Cucumis dipsaceus* Ehrenb. ex Spach, *Cucumis anguria* L., *Cucumis ficifolius* A. Rich., *Cucumis miriocarpicus* Naud., *Cucumis zeyheri* Sond. [4, 11, 14, 16, 23]. Однако совершенные трансгенозные технологии создания межвидовых гибридов огурца, тождественных качественным характеристикам собственно *Cucumis sativus*, еще не разработаны.

В качестве факторов устойчивости и толерантности огурца к паутинным клещам называют как морфологические свойства растений, в т.ч. опушенность листовой пластинки, так и их биохимические свойства. В последнем случае особые надежды исследователи связывают с присутствием в растениях огурца горького тритерпеноида кукурбитацина С, который показывает токсичность в отношении многих организмов и в т.ч. паутинных клещей [10, 12, 18, 20 и др.]. Группой исследователей даже предпринята попытка определения характера наследования присутствия кукурбитацина С в дигаметоидном потомстве, полученном из F₁-генерации при скрещивании линии горького, устойчивого к паутинному клещу огурца, и линии чувствительной, не содержащей этого вещества [8]. При этом найдено, что в пределах группы горьких дигаметоидов содержание кукурбитацина С существенно коррелировало с устойчивостью огурца к обычному паутинному клещу *Tetranychus urticae* Koch, который близкородственен *T. atlanticus*.

По мнению [6], доноры устойчивости для создания новых сортов,

устойчивых к паутинному клещу, следует искать среди линий огурца китайского и японского происхождения. Тем не менее определенная вариабельность в степени устойчивости сортов и гибридов внутри этих групп показывает, что использование этих линий в селекции еще не гарантирует достижения успеха.

В последние годы делаются попытки увеличения устойчивости огурца к паутинным клещам также на основе биотических индукторов [21].

Все это показывает, что проблема устойчивости огурца к паутинным клещам постоянно привлекает внимание исследователей.

Материал и методика исследований

В настоящей статье представлена оценка устойчивости (восприимчивости) ряда сортов и гибридов огурца из многочисленной коллекции селекционно-семеноводческой фирмы «Манул», берущей начало от классической коллекции огурца Тимирязевской сельскохозяйственной академии, к атлантическому паутинному клещу (*Tetranychus atlanticus* McGregor). В качестве основных параметров этой оценки использовались: обилие (пространственная плотность) трихом на листьях, плодовитость самок и выживаемость особей преимагинальных стадий фитофага. В опытах оценивали до 49 различных образцов огурца. Названия сортов и гибридов указаны в таблицах.

Материалом служила фасолевая линия атлантического паутинного клеща (*Tetranychus atlanticus* McGregor, 1941). Основные сведения об этой линии даны в публикации [3].

Маточную колонию поддерживалась на отделённых листьях фасоли, расположенных на ватных «колобках» в кюветах с водой. Клещей содержали при температуре воздуха около 25°C, относительной влажности воздуха 60–85%, фотопериоде 16:8 ч, освещённости 13 мкМквантов/м²с.

Растения огурца (*Cucumis sativus* L.) выращивали в контейнерах с однотипной плодородной почвой без внесения удобрений. Листья для опытов отбирали, когда растения формировали минимально 4–5 настоящих листьев. В этот же период подсчитывали количество трихом у основания центральной жилки листа, где первично концентрируются паутинные клещи, и на периферии листа. Тестируемые образцы огурца сравнивали с наиболее предпочитаемым кормовым источником — фасолью (*Phaseolus vulgaris* L.).

Учеты плодовитости самок проводили ежедневно в течение 3 последовательных дней начиная со 2-го дня после откладки яиц, учеты выживаемости особей — в течение всего периода преимагинального развития.

Результаты исследований

1. Пространственная плотность трихом на листьях огурца

Как уже отмечалось, для паутинных клещей при обитании на кормовом источнике определенное значение имеет пространственная плотность трихом на листьях [7]. В ряде случаев найдено, что устойчивость растений к фитофагам коррелирует с обилием трихом на листьях; однако существуют и противоположные результаты [23]. Для уточнения существования или отсутствия указанных связей подсчитывали пространственную плотность трихом на всех тестируемых образцах огурца. При этом подсчеты осуществляли как у основания центральной жилки листа, где первоначально предпочитают сосредотачиваться клещи, так и на периферии листовой пластинки, где клещи равномерно распределяются при более высокой плотности популяции. Число повторностей в учетах — 6. В целом опушенность листовой пластинки образца оценивали по усредненным данным (табл. 1).

Как видно из таблицы 1, представленные образцы огурца сильно

Таблица 1

Опушенность листьев исследуемых гибридов и сортов огурца
(количество трихом на 1 см² площади листовой поверхности)

Гибрид, сорт	Участок листовой пластинки		
	на периферии листа	у основания центральной жилки	в среднем
F ₁ Геркулес	68,3±13,87*	38,8±10,85	53,5±8,80
Л-Т-5-1472	38,0±7,40	49,0±3,29	43,5±4,28
Л-405 Л	169,8±6,14	135,5±12,46	152,6±9,12
Л-2843 Г	49,5±2,99	36,8±4,70	43,1±3,53
Л-329 Т (♀ Геркулеса)	158,8±8,11	174,3±4,11	166,5±5,12
Вязниковский	167,0±10,87	178,3±7,63	172,6±6,50
F ₁ (301×337"179676")	81,8±3,57	83,0±6,22	82,4±3,33
F ₁ Горностай	82,0±14,81	84,0±8,80	83,0±7,98
Л-211 В	113,3±5,84	111,8±16,22	112,5±7,99
Л-471 W	226,8±18,37	220,3±9,99	223,5±9,75
F ₁ Тайга	110,8±12,16	140,8±21,13	125,8±12,62
Л-328 Т	69,3±8,39	67,0±6,80	68,1±5,01
Л-679 Н	92,8±6,42	104,3±12,25	98,5±6,75
F ₁ (142×20 смфт)	200,8±33,13	200,8±17,85	200,8±17,41
Л-1267	158,8±12,33	108,0±11,84	133,4±12,43
68Г/99	80,3±12,72	92,0±6,99	86,1±7,07
Л-20 К 28 Т	103,0±3,80	114,5±6,19	108,8±4,0
Л-К 28	121,8±9,12	101,5±5,86	111,6±6,31
F ₁ (Мальчик с пальчик)	114,3±16,74	133,5±22,16	123,9±13,36
Л-М 25	231,0±13,01	152,3±12,37	191,6±11,59
Л-376 К 28 R	137,5±11,17	168,8±10,61	153,1±9,25
Л-90 К	177,5±25,94	214,3±36,16	195,9±21,74
Л-215 К 28 (♂ Горностая)	350,8±34,20	276,5±26,45	313,6±25,58
Л-436-147	267,8±17,23	286,3±11,13	277,0±10,12
F ₁ Емеля	150,8±11,79	281,0±62,87	215,9±38,50
Л-625 ВМ (Емели)	188,8±18,83	276,8±37,85	232,8±25,68
Л-624 ВМ	175,0±13,01	202,5±12,44	188,8±10,38
Л-4-ЗМ	142,8±24,16	113,5±9,21	128,182±13,18
F ₁ (584×376)	191,0±13,42	244,8±20,79	217,9±15,30
F ₁ (396×355)	162,8±8,21	227,0±7,88	194,9±13,23
Л-335 НБГ	83,0±4,63	100,8±10,33	91,9±6,22
Л-400 НБ	183,2±9,41	211,3±12,24	197,2±8,89
Л-391 НМ 504	153,0±10,83	194,2±11,00	173,6±10,57
Л-365 К 28 Т	184,7±10,30	244,2±18,28	214,5±14,86
Л-356 MR (♂ Емели × ♀ Горностая)	327,2±20,96	486,0±25,79	406,6±33,71
Л-326	274,3±59,37	277,3±48,93	275,7±35,62
Л-460 Т	141,0±22,20	150,0±18,30	145,5±13,40
Л-454 Т 5	122,0±19,03	148,5±8,70	135,2±10,90
Л-240-М 25	107,7±6,83	130,0±10,83	118,9±7,27
Л-252 НФ	196,0±44,86	265,7±66,17	230,9±39,29
Л-401 НБ	198,0±22,12	197,5±6,51	197,7±10,67
Л-181-М 504	210,3±21,06	202,0±13,80	206,2±11,76
Л-481 НФГ	143,2±19,09	152,2±9,14	147,7±9,94
Л-407 НБ	223,3±14,23	239,7±12,59	231,5±9,33
Л-176-М 504	109,7±5,18	150,5±14,98	130,2±10,63
Л-530 ВИР 179676	175,2±20,21	180,2±11,55	177,7±10,81
Л-278-Т 5-1472	77,2±2,77	114,7±16,72	96,0±10,57
Л-372 КЗМ	185,2±14,96	231,7±16,33	208,5±13,50
Л-М 504 (♂ Геркулеса)	151,0±17,93	155,0±16,16	153,0±11,20

* Здесь и далее указано среднее значение с ошибкой средней ($\bar{x} \pm SE$).

дифференцированы по количеству трихом на единицу площади листовой поверхности. Средняя степень опушенности листьев варьировала от $43,1 \pm 3,53$ у гибридной линии Л-2843 Г до $406,6 \pm 33,71$ у гибридной линии Л-356 MR. Заметим, что у ряда гибридов огурца плотность трихом, располагающихся на периферии листа, сильно отличалась от их плотности у основания центральной жилки.

Предполагалось, что сравнение соответствия степени опушенности листьев исследуемых образцов огурца с биологическими показателями популяции *T. atlanticus* может дать дополнительные сведения по возможности влияния этого показателя на устойчивость растений к вредителю (см. далее раздел 4).

2. Оценка пищевых образцов по плодовитости паутиных клещей

Для проведения первичной оценки тестируемых гибридов и сортов огурца на устойчивость (восприимчивость) к *T. atlanticus* использовали биологический параметр «плодовитость» фитофага, так как, по мнению акарологов Янг и Вренсч (Young, Wrensch) [24], изменения в числе произведенного потомства («net fitness») главным образом определяются изменениями в плодовитости и в меньшей степени модифицируются выживанием.

Данные по оценке гибридов и сортов огурца на устойчивость к *T. atlanticus* по плодовитости самок представлены в таблице 2. Оценивали суммарную (аккумулятивную) плодовитость в течение 3 последовательных дней и

Таблица 2

Плодовитость *Tetranychus atlanticus* на гибридах и сортах огурца при постоянной температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, относительной влажности 65–85% и фотопериоде 16 : 8 ч

Пищевой источник	Среднесуточная плодовитость	F	Балл повреждения на 4-й день питания	F
Фасоль (эталон)	$9,1 \pm 0,30$	—	$2,4 \pm 0,17$	—
<i>Относительно устойчивые к паутиному клещу</i>				
Л-400 НБ	$3,1 \pm 0,21$	$F_{\phi} = 126,53$ $F_{\phi} > F_{01}$	$0,5 \pm 0,16$	$F_{\phi} = 63,44$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-1267	$3,6 \pm 0,29$	$F_{\phi} = 218,05$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,1 \pm 0,10$	$F_{\phi} = 61,36$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-391 НМ 504	$3,6 \pm 0,25$	$F_{\phi} = 96,23$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,0 \pm 0,00$	$F_{\phi} = 81,00$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-365 К 28 Т	$3,9 \pm 0,12$	$F_{\phi} = 108,47$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,1 \pm 0,09$	$F_{\phi} = 43,56$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-211 В	$3,9 \pm 0,12$	$F_{\phi} = 327,56$ $F_{\phi} > F_{01}$	$0,8 \pm 0,13$	$F_{\phi} = 72,90$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-335 НБГ	$4,2 \pm 0,65$	$F_{\phi} = 47,83$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,1 \pm 0,10$	$F_{\phi} = 25,92$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-356 MR	$4,3 \pm 0,10$	$F_{\phi} = 93,32$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,0 \pm 0,00$	$F_{\phi} = 81,00$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-326	$4,4 \pm 0,34$	$F_{\phi} = 57,09$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,6 \pm 0,15$	$F_{\phi} = 8,10$ $F_{\phi} > F_{05}$
Л-679 Н	$4,8 \pm 0,23$	$F_{\phi} = 165,19$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,0 \pm 0,00$	$F_{\phi} = 96,00$ $F_{\phi} > F_{01}$
F ₁ (396×355)	$4,9 \pm 0,40$	$F_{\phi} = 76,28$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,1 \pm 0,10$	$F_{\phi} = 25,92$ $F_{\phi} > F_{01}$
68Г/99	$5,0 \pm 0,18$	$F_{\phi} = 186,62$ $F_{\phi} > F_{01}$	$1,0 \pm 0,00$	$F_{\phi} = 96,00$ $F_{\phi} > F_{01}$

Пищевой источник	Среднесуточная плодovitость	F	Балл повреждения на 4-й день питания	F
Л-460 Т	5,0 ± 0,32	$F_{\phi} = 43,47$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,0 ± 0,00	$F_{\phi} = 81,00$ $F_{\phi} > F_{01}$
F ₁ (584×376)	5,5 ± 0,26	$F_{\phi} = 89,12$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,2 ± 0,13	$F_{\phi} = 19,11$ $F_{\phi} > F_{01}$
<i>Среднеустойчивые к паутинному клещу</i>				
Л-454 Т 5	5,6 ± 0,30	$F_{\phi} = 30,80$ $F_{\phi} > F_{01}$	2,0 ± 0,00	$F_{\phi} = 2,25$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-240-М 25	5,8 ± 0,32	$F_{\phi} = 25,15$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,5 ± 0,16	$F_{\phi} = 10,76$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-405 Л	5,8 ± 0,67	$F_{\phi} = 26,81$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,1 ± 0,10	$F_{\phi} = 61,36$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-2843 Г	5,8 ± 0,44	$F_{\phi} = 50,53$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,2 ± 0,13	$F_{\phi} = 44,10$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-252 НФ	5,9 ± 0,20	$F_{\phi} = 30,57$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,7 ± 0,15	$F_{\phi} = 6,08$ $F_{\phi} > F_{05}$
Л-401 НБ	5,9 ± 0,37	$F_{\phi} = 20,82$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,7 ± 0,15	$F_{\phi} = 6,08$ $F_{\phi} > F_{05}$
F ₁ Геркулес	6,0 ± 0,57	$F_{\phi} = 31,16$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,2 ± 0,13	$F_{\phi} = 44,10$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-181-М 504	6,1 ± 0,26	$F_{\phi} = 24,29$ $F_{\phi} > F_{01}$	2,2 ± 0,24	$F_{\phi} = 0,00$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-481 НФГ	6,2 ± 0,26	$F_{\phi} = 21,38$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,8 ± 0,13	$F_{\phi} = 4,50$ $F_{\phi} > F_{05}$
F ₁ (142×20 смфт)	6,3 ± 0,34	$F_{\phi} = 52,64$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,8 ± 0,20	$F_{\phi} = 9,60$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-624 ВМ	6,4 ± 0,42	$F_{\phi} = 28,36$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,4 ± 0,16	$F_{\phi} = 11,22$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-4-ZM	6,4 ± 0,57	$F_{\phi} = 19,48$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,3 ± 0,15	$F_{\phi} = 14,52$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-Т-5-1472	6,5 ± 0,47	$F_{\phi} = 31,85$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,5 ± 0,17	$F_{\phi} = 22,24$ $F_{\phi} > F_{01}$
F ₁ Горностай	6,5 ± 0,51	$F_{\phi} = 26,85$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,4 ± 0,16	$F_{\phi} = 27,00$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-625 ВМ	6,5 ± 0,53	$F_{\phi} = 19,07$ $F_{\phi} > F_{01}$	2,8 ± 0,44	$F_{\phi} = 1,04$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-407 НБ	6,5 ± 0,27	$F_{\phi} = 15,48$ $F_{\phi} > F_{01}$	2,0 ± 0,00	$F_{\phi} = 2,25$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-436-147	6,6 ± 0,20	$F_{\phi} = 53,94$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,2 ± 0,13	$F_{\phi} = 19,11$ $F_{\phi} > F_{01}$
F ₁ Емеля	6,6 ± 0,61	$F_{\phi} = 14,82$ $F_{\phi} > F_{01}$	2,1 ± 0,31	$F_{\phi} = 0,28$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-215 К 28	6,6 ± 0,56	$F_{\phi} = 16,51$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,7 ± 0,34	$F_{\phi} = 2,28$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-176-М 504	6,7 ± 0,69	$F_{\phi} = 4,66$ $F_{\phi} > F_{05}$	2,2 ± 0,24	$F_{\phi} = 0,00$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-328 Т	6,8 ± 0,78	$F_{\phi} = 11,21$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,6 ± 0,16	$F_{\phi} = 18,75$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-90 К	6,9 ± 0,27	$F_{\phi} = 31,86$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,3 ± 0,15	$F_{\phi} = 14,52$ $F_{\phi} > F_{01}$

Пищевой источник	Среднесуточная плодовитость	F	Балл повреждения на 4-й день питания	F
Л-530 ВИР 179676	6,9 ± 0,39	$F_{\phi} = 7,87$ $F_{\phi} > F_{05}$	1,3 ± 0,20	$F_{\phi} = 12,79$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-376 К 28 R	7,3 ± 0,33	$F_{\phi} = 18,17$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,6 ± 0,16	$F_{\phi} = 6,79$ $F_{\phi} > F_{05}$
Вязниковский	7,4 ± 0,24	$F_{\phi} = 34,61$ $F_{\phi} > F_{01}$	1,8 ± 0,13	$F_{\phi} = 14,40$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-М 25	7,5 ± 0,38	$F_{\phi} = 12,66$ $F_{\phi} > F_{01}$	2,2 ± 0,36	$F_{\phi} = 0,06$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-278-Т 5-1472	7,8 ± 0,30	$F_{\phi} = 2,05$ $F_{\phi} < F_{05}$	2,0 ± 0,00	$F_{\phi} = 2,25$ $F_{\phi} < F_{05}$
F ₁ (301×337 "179676")	7,9 ± 0,51	$F_{\phi} = 7,70$ $F_{\phi} > F_{05}$	2,2 ± 0,13	$F_{\phi} = 3,60$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-329 Т	8,0 ± 0,29	$F_{\phi} = 14,76$ $F_{\phi} > F_{01}$	2,0 ± 0,15	$F_{\phi} = 7,36$ $F_{\phi} > F_{05}$
<i>Восприимчивые (чувствительные) к паутинному клещу</i>				
Л-372 KZM	8,2 ± 0,44	$F_{\phi} = 0,40$ $F_{\phi} < F_{05}$	2,2 ± 0,28	$F_{\phi} = 0,00$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-471 W	8,5 ± 0,62	$F_{\phi} = 2,37$ $F_{\phi} < F_{05}$	2,3 ± 0,21	$F_{\phi} = 1,25$ $F_{\phi} < F_{05}$
Л-М 504	8,5 ± 0,27	$F_{\phi} = 0,03$ $F_{\phi} < F_{05}$	2,1 ± 0,09	$F_{\phi} = 0,36$ $F_{\phi} < F_{05}$
F ₁ (Мальчик с пальчик)	8,7 ± 0,40	$F_{\phi} = 1,02$ $F_{\phi} < F_{05}$	1,1 ± 0,10	$F_{\phi} = 25,92$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-К 28	8,9 ± 0,25	$F_{\phi} = 0,73$ $F_{\phi} < F_{05}$	1,0 ± 0,00	$F_{\phi} = 37,10$ $F_{\phi} > F_{01}$
Л-20 К 28 Т	9,0 ± 0,56	$F_{\phi} = 0,10$ $F_{\phi} < F_{05}$	2,7 ± 0,15	$F_{\phi} = 2,32$ $F_{\phi} < F_{05}$
F ₁ Тайга	9,6 ± 0,53	$F_{\phi} = 0,01$ $F_{\phi} < F_{05}$	2,0 ± 0,00	$F_{\phi} = 13,50$ $F_{\phi} > F_{01}$

* $F_{05} = 4,41$; $F_{01} = 8,28$.

среднесуточную плодовитость. Чтобы нивелировать стрессовые воздействия, проявляющиеся при пересадке самок, а также унифицировать интервалы учётов, оценку плодовитости проводили начиная со 2-го дня откладки яиц. В дополнение к этому в последний день учётов определяли толерантность кормового источника к повреждениям. Этот параметр выражали посредством балльной оценки по стандартной 5-балльной шкале.

Пищевые образцы огурца по реализованной на них плодовитости фитофага были условно отнесены к трем группам: относительно устойчивые, среднеустойчивые и восприимчивые

(чувствительные) к паутинному клещу.

Результаты наблюдений показали, что в исследуемой коллекции огурца пищевые образцы достаточно сильно дифференцируются по критерию «плодовитость самок фитофага». На некоторых из них суточная плодовитость *T. atlanticus* оказалась в 3 раза меньше по сравнению с чувствительными, т.е. ряд образцов обладали относительно высоким уровнем устойчивости к паутинным клещам по этому показателю.

После консультации с селекционерами селекционно-семеноводческой фирмы «Манул» из числа относительно

устойчивых и среднеустойчивых по указанному критерию для дальнейшего исследования были отобраны 7 образцов, представляющих интерес как доноры устойчивости. Далее на них определялась выживаемость преиминальных особей паутинного клеща. В качестве эталона также использовали фасоль.

3. Оценка пищевых образцов по выживаемости паутинных клещей

Результаты исследований по выживаемости развивающихся особей *T. atlanticus* на избранных 7 пищевых образцах огурца представлены в таблице 3. Тестировались следующие образцы огурца: гибриды F_1 (396×355), F_1 (584×376), F_1 Геркулес, F_1 (142×20 смфт), F_1 Горностай, F_1 Емеля, а также сорт старорусской селекции Вязниковский.

Аккумулятивная выживаемость особей *T. atlanticus* на указанных гибридах и сорте огурца во всех исследуемых стадиях развития (за исключением фазы яйца) существенно отличается от выживаемости в контроле (при $P=99,9$) (табл. 3).

Тестируемые гибриды и сорт целесообразно, в свою очередь, разделить на 2 группы: относительно высокоустойчивые и среднеустойчивые. К первой группе мы относим гибриды F_1 (396×355) и F_1 (584×376). Общая выживаемость особей паутинного клеща при питании на их листьях составила 39,5 и 41,7% соответственно. Отметим, что гибрид F_1 (396×355) создан на основе скрещивания родительских форм российского происхождения, а гибрид F_1 (584×376) — на основе скрещивания родительских форм российского и японского происхождения.

Выживаемость особей *T. atlanticus* на среднеустойчивых гибридах и сорте составила: на F_1 Горностай — 52,8, на F_1 Емеля — 60,3, на F_1 (142×20 смфт) — 63,6, на сорте Вязниковский — 63,9, на F_1 Геркулес — 64,9%.

В основном высокая смертность особей паутинного клеща зафиксирована на стадии личинки, являющейся наиболее чувствительной к пищевому фактору. Однако на кормовом источнике F_1 (396×355) наиболее высокая смертность особей была отмечена на стадии протонимфы.

4. Корреляционный анализ выделенных параметров

После оценки пищевых образцов огурца на устойчивость к *T. atlanticus* был проведен корреляционный анализ между выделенными показателями.

Анализ связей в большом блоке параметров (49 образцов огурца) показал, что между среднесуточной плодовитостью самок клеща и баллом повреждения на 4-й день их питания (см. табл. 2) не было установлено тесных связей. Коэффициент корреляции (r) между названными показателями в группе относительно устойчивых образцов огурца равен 0,4481, в группе среднеустойчивых образцов $r = 0,3276$, в группе восприимчивых образцов $r = -0,074$. Это свидетельствует о том, что наряду с биохимическим влиянием пищевых образцов огурца на самок паутинного клеща, возможно, присутствовал фактор толерантности образцов. Здесь же не установлено корреляции между уровнем опущенности огурца и баллом повреждения листьев. В частности, коэффициент корреляции между показателями опущенности огурца (см. табл. 1) и среднесуточной плодовитости (см. табл. 2) равен 0,1366, между показателями опущенности огурца и баллом повреждения на 4-й день питания клещей $r = 0,088$.

В таблице 4 сгруппированы исследуемые показатели 7 пищевых образцов огурца, выделенных для более тщательной оценки. В частности, приведены популяционные показатели *T. atlanticus* (среднесуточная плодовитость самок и выживаемость преима-

Выживаемость *Tetrapylchus atlanticus* на гибридах и сорте огурца (условия как в табл. 2)

Пищевой источник	Показатель	Яйцо	Р	Личинка	Р	Протинимфа	Р	Дейтонимфа	Р	Телохриза-лида	Р	Итого	Р
Фасоль (эталон)	Число клещей, всего	217		209		194		188		185		184	
	В т.ч. умерших*	8	—	6	—	6	—	3	—	1	—	0	—
	Стадиальная смертность, %	3,7		2,9		3,1		1,6		0,5		0	
	Аккумуляция	0,963		0,935		0,906		0,892		0,888		0,888	
F ₁ (396×355)	Число клещей, всего	238		216		144		91		87		83	
(М1В _{Россия} Х335НБГ _{Россия}) **	В т.ч. умерших	9	$t_p=0,06$ $t_{05}=1,96$ $t_p < t_{05}$	58	$t_p=6,82$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	53	$t_p=12,16$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	4	$t_p=12,32$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	4	$t_p=12,74$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	1	$t_p=12,97$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$
	Стадиальная смертность, %	3,8		26,9		36,8		4,4		4,6		1,2	
	Аккумуляция	0,962		0,703		0,444		0,424		0,404		0,395	
F ₁ (584×376)	Число клещей, всего	226		217		119		106		96		90	
(Л-211В _{Россия} Х400НБ _{Япония})	В т.ч. умерших	9	$t_p=0,17$ $t_{05}=1,96$ $t_p < t_{05}$	97	$t_p=10,92$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	9	$t_p=10,64$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	10	$t_p=11,46$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	6	$t_p=12,08$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	0	$t_p=12,08$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$
	Стадиальная смертность, %	4,0		44,7		7,6		9,4		6,3		0	
	Аккумуляция	0,960		0,531		0,491		0,445		0,417		0,417	
F ₁ Горностай	Число клещей, всего	244		232		153		137		126		122	
(♀ Л356МР _{Россия} ХЛ-215К28 _{Россия})	В т.ч. умерших	9	$t_p=0,00$ $t_{05}=1,96$ $t_p < t_{05}$	76	$t_p=8,23$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	13	$t_p=8,49$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	11	$t_p=9,13$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	4	$t_p=9,47$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	0	$t_p=9,47$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$
	Стадиальная смертность, %	3,7		32,8		8,5		8,0		3,2		0	
	Аккумуляция	0,963		0,647		0,592		0,545		0,528		0,528	
F ₁ Емеля	Число клещей, всего	233		223		167		146		139		133	
(♀ 407НБ _{Россия} ХЛ356МР _{Россия})	В т.ч. умерших	8	$t_p=0,18$ $t_{05}=1,96$ $t_p < t_{05}$	55	$t_p=6,12$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	15	$t_p=6,60$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	7	$t_p=6,90$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	6	$t_p=7,31$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$	0	$t_p=7,31$ $t_{001}=3,29$ $t_p > t_{001}$
	Стадиальная смертность, %	3,4		24,7		9,0		4,8		4,3		0	
	Аккумуляция	0,966		0,727		0,662		0,630		0,603		0,603	

Пищевой источник	Показатель	Яйцо	P	Личинка	P	Протонимфа	P	Дейтонимфа	P	Телохриза-лида	P	Итого	P
F ₁ (142×20 СМФТ) (252НГ ^{Япония} × ЛК28Т ^{Россия})	Число клещей, всего	205		197		137		121		116		114	
	В т.ч. умерших	5	t _φ =0,77 t _{σ5} =1,96	51	t _φ =6,06 t _{σ01} =3,29	9	t _φ =6,08 t _{σ01} =3,29	5	t _φ =6,28 t _{σ01} =3,29	2	t _φ =6,30 t _{σ01} =3,29	0	t _φ =6,30 t _{σ01} =3,29
	Стадиальная смертность, %	2,4	t _φ < t _{σ5}	25,9	t _φ > t _{σ01}	6,6	t _φ > t _{σ01}	4,1	t _φ > t _{σ01}	1,7	t _φ > t _{σ01}	0	t _φ > t _{σ01}
	Аккумуляция	0,976		0,723		0,675		0,647		0,636		0,636	
	Число клещей, всего	218		212		162		145		138		135	
Вязниковский (старинный русский сорт)	В т.ч. умерших	6	t _φ =0,53 t _{σ5} =1,96	49	t _φ =5,53 t _{σ01} =3,29	11	t _φ =5,95 t _{σ01} =3,29	7	t _φ =6,13 t _{σ01} =3,29	3	t _φ =6,39 t _{σ01} =3,29	0	t _φ =6,39 t _{σ01} =3,29
	Стадиальная смертность, %	2,8	t _φ < t _{σ5}	23,1	t _φ > t _{σ01}	6,8	t _φ > t _{σ01}	4,8	t _φ > t _{σ01}	2,2	t _φ > t _{σ01}	0	t _φ > t _{σ01}
	Аккумуляция	0,972		0,747		0,686		0,653		0,639		0,639	
	Число клещей, всего	236		227		166		153		140		140	
F ₁ Геркулес (♀ QЛ-328Т ^{Япония} × ♂ П-М504 ^{Россия})	В т.ч. умерших	8	t _φ =0,18 t _{σ5} =1,96	60	t _φ =6,59 t _{σ01} =3,29	4	t _φ =5,89 t _{σ01} =3,29	10	t _φ =6,40 t _{σ01} =3,29	0	t _φ =6,29 t _{σ01} =3,29	0	t _φ =6,29 t _{σ01} =3,29
	Стадиальная смертность, %	3,4	t _φ < t _{σ5}	26,4	t _φ > t _{σ01}	2,4	t _φ > t _{σ01}	6,5	t _φ > t _{σ01}	0	t _φ > t _{σ01}	0	t _φ > t _{σ01}
	Аккумуляция	0,966		0,711		0,694		0,649		0,649		0,649	

* В расчет принимали только особи, погибшие «естественной» смертью, т.е. умершие на сухой поверхности вырезки.

** В скобках указаны родительские формы.

Таблица 4

Сводные данные по биологическим показателям *Tetranychus atlanticus* и исследуемым показателям семи пищевых образцов огурца

Гибрид, сорт огурца	Выживаемость особей в период преимагинального развития (от 1,0)	Среднесуточная плодовитость	Балл повреждения листа огурца	Опушенность листовой пластинки (трихом на 1 см ²)
F ₁ (396×355)	0,395	4,9	1,1	194,9
F ₁ (584×376)	0,417	5,5	1,2	217,9
F ₁ Горностай	0,528	6,5	1,4	83,0
F ₁ Емеля	0,603	6,6	2,1	215,9
F ₁ (142×20 смфт)	0,636	6,3	1,8	200,8
Вязниковский	0,639	7,4	1,8	172,6
F ₁ Геркулес	0,649	6,0	1,2	53,5

гинальных особей в процессе развития), балл повреждения листовой пластинки при питании фитофага, а также опушенность листовой пластинки огурца.

Анализ связей между опушенностью листовой пластинки огурца, с одной стороны, и биологическими популяционными показателями фитофага — с другой также показывает полное отсутствие каких бы то ни было зависимостей. Коэффициент корреляции (r) между опушенностью листовой пластинки и среднесуточной плодовитостью *T. atlanticus* равен $-0,141$, между опушенностью листовой пластинки и выживаемостью развивающихся особей $r = -0,333$. Подобный вывод об отсутствии зависимости между уровнем плодовитости паутиных клещей и пространственной плотностью трихом на гибридных линиях огурца, а также на растениях различных видов рода *Cucumis* и растениях других родов семейства Cucurbitaceae делает и Тулисало (*Tulisalo*) [22, 23].

Между тем в пределах выделенных 6 гибридов и 1 сорта огурца найдена выраженной связи либо тенденции к формированию связи между степенью поврежденности листа огурца, с одной стороны, и биологическими показателями *T. atlanticus* — с другой. В частности, коэффициент корреляции (r) между среднесуточной плодовитостью самок клеща и баллом повреждения на 4-й день их питания составил $0,7469$,

а между выживаемостью особей в период преимагинального развития и баллом повреждения $r = 0,6350$.

Более тесная корреляция установлена между плодовитостью самок и выживаемостью преимагинальных особей клеща, питавшихся на семи тестируемых пищевых образцах (см. табл. 4). Оказалось, что чем ниже на этих пищевых образцах выживаемость особей, тем меньше плодовитость самок. Для первых двух гибридов огурца, которых мы оцениваем как наиболее устойчивых к фитофагу, коэффициент корреляции (r) между сравниваемыми параметрами оказался равным $1,0$, для первых трех гибридов $r = 0,9747$, для первых четырех гибридов $r = 0,9436$, для первых пяти гибридов $r = 0,8744$, для первых шести образцов $r = 0,8859$, в пределах всей группы пищевых образцов $r = 0,7738$. Это свидетельствует о том, что избранные пищевые образцы огурца осуществляли антибиотическое влияние на паутинового клеща *T. atlanticus*.

В заключение отметим, что первый по устойчивости гибрид F₁ (396×355) является потомством, полученным от скрещивания российских линий огурца (М1В×335НБГ), а второй по устойчивости гибрид F₁ (584×376) получен от скрещивания российской и японской линий огурца (Л-211В_{Россия} × 400НБ_{Япония}). Данные гибриды целесообразно исследовать на присутствие в них веществ, осуществляющих антибиотическое дейст-

вие на паутинового клеща *T. atlanticus* и использовать их в селекционных программах, направленных на увеличение устойчивости гибридов огурца к паутинным клещам.

Выводы

Из 49 протестированных гибридов и сортов огурца из коллекции селекционно-семеноводческой фирмы «Манул» выявлены 2 гибрида — F_1 (396×355) и F_1 (584×376), обладающие относительно высокой устойчивостью к паутинным клещам по показателям среднесуточной плодовитости самок за

3 последовательных дня откладки яиц и выживаемости особей за весь период преимагинального развития.

В процессе исследования выявлено, что в группе относительно устойчивых к фитофагу образцов огурца существует высокая корреляция между уменьшением плодовитости самок и выживаемости преимагинальных особей паутинного клеща. В то же время не обнаружено никакой корреляции между обилием трихом на нижней стороне листовой поверхности огурца и плодовитостью фитофага, между обилием трихом и выживаемостью преимагинальных особей фитофага.

Библиографический список

1. Евдокимов М.М. Новые сорта овощных, тыквенных и картофеля // Сад и огород, 1954. № 11. С. 26–30.
2. Попов С.Я. Видовой состав растительноядных клещей в защищенном грунте // Защита растений, 1988. №1. С. 46–47.
3. Попов С.Я., Слотин В.В. Выживаемость особей различных пищевых линий двух видов паутинных клещей (*Tetranychus atlanticus* McGregor и *Tetranychus sawzdargi* Mitrofanov) на томате и огурце в предрепродуктивный период // Международная научно-практическая конференция «Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке». М., 2000-а. Т. 2. С. 146–147.
4. Попов С.Я., Слотин В.В. Сравнение методик оценки растений огурца на устойчивость к паутинным клещам по их биологическим показателям // Известия ТСХА, 2000-б. Вып. 3. С. 85–99.
5. Попов С.Я., Слотин В.В. Устойчивость диких видов растений рода *Cucumis* к паутинному клещу *Tetranychus atlanticus* McGregor // Известия ТСХА, 2001. Вып. 3. С. 125–140.
6. Раздобурдин В.А. Специфика проявления устойчивости огурцов к паутинному клещу: Автореф. дис. канд. биол. наук. Л. – Пушкин, 1984.
7. Шаниро И.Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам. Л., 1985.
8. Balkema-Boomstra A.G., Zijlstra S., Verstappen F.W.A., Inggamer H., Mercke P.E., Jongma M.A., Bouwmeester H.J. Role of cucurbitacin C in resistance to spider mite (*Tetranychus urticae*) in cucumber (*Cucumis sativus* L.) // Journal of Chemical Ecology, 2003. V. 29. N 1. P. 225–235.
9. Boos G.V. Breeding vegetables for immunity when grown under glas (Russian, English summary) // Trudy prikl. Bot. Genet. Selek, 1971. Vol. 43. № 3. P. 155–160.
10. Dacosta C.P., Jones C.M. Cucumber beetle resistance and mite susceptibility controlled by the bitter gene in *Cucumis sativus* L. // Science, 1971. Vol. 172. P. 1145–1146.
11. Knipping P.A., Patterson C.G., Knavel D.E., Rodriguez J.G. Resistance of cucurbits to twospotted spider mite (Acari, Tetranychidae) // Env. Ent., 1975. Vol. 4. P. 507–508.
12. Kooistra E. Red spider mite tolerance in cucumber // Euphytica, 1971. Vol. 20. P. 47–50.
13. Lall B.S., Singh B. Studies on the variability of resistance in different varieties of *Bhindi*. brinjal and cucumber against the red spider mite. *Tetranychus te-*

larius Linn. (Acarina: Tetranychidae) // Labdev J. Sci. Tech, 1968. Vol. 6. № B(3). P. 161-164.

14. Leppik E.E. Relative resistance of *Cucumis* introductions to diseases and insects // Adv. Frontier Plant Sci., 1968. Vol. 19. P. 43-51.

15. Ponti O.M.B. de. The role of plant breeding in integrated control // Resistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch // Euphytica, 1977. Vol. 26. P. 633-640.

16. Ponti O.M.B. de. Search for sources of resistance // Resistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch // Euphytica, 1978. Vol. 27. P. 167-176.

17. Ponti O.M.B. de. Host plant resistance and its manipulation through plant breeding // In Spider mites: their biology, natural enemies and control (W. Helle and M.W. Sabelis, eds.) // Elsevier, Amsterdam, 1985. Vol. 1A. P. 395-403.

18. Ponti O.M.B. de, Garretsen F. The inheritance of resistance and bitterness and the relation between these characters // Resistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch // Euphytica, 1980. Vol. 29. P. 513-523.

19. Popov S.Ya., Slotin V.V. Research of questions of cucumber and tomato resistance to spider mites // The second international Iran and Russia conference «Agriculture and natural resources». Moscow, 2001. P. 49-52.

20. Soans A.B., Pimentel D., Soans J.S. Resistance in cucumber to the twospotted spider mite // J. Econ. Ent., 1973. Vol. 66. P. 380-382.

21. Tomczyk A. Increasing cucumber resistance to spider mites by biotic plant resistance inducers // Biological Lett, 2006. V. 43. N 2. P. 381-387.

22. Tulisalo U. Fecundity, development, and longevity of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) on cucumber varieties // Annu. Ent. Fennici, 1969. Vol. 35. P. 224-228.

23. Tulisalo U. Resistance to the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae) in the genera *Cucumis* and *Citrullus* (Cucurbitaceae) // Ann. Ent. Fenn., 1972. Vol. 38. P. 60-64.

24. Young S.S.Y., Wrensch D.L. Relative influence of fitness components on total fitness of the two-spotted spider mite in different environments // Environ. Entomol., 1981. V. 10. P. 1-5.

Рецензент — к. б. н. В.В. Гриценко

SUMMARY

Resistance (susceptibility) of 49 hybrids and cucumber varieties from a collection of a seed-growing firm Manul to the atlantic arachnoid mite (*Tetranychus atlanticus* McGregor) has been researched. Average daily fecundity of females within 3 days on end of laying eggs and the survival rate of individuals during the period of preimaginal development are used as main parameters. The highest level of correlation between decrease in fertility of females and survival rate of the individuals is found in one group from seven groups according to resistance of cucumber samples. And vice versa, no correlation has been found between abundance of trichomes and survival rate of preimaginal individuals. Results of the analysis have sorted out two hybrids F₁ (396×355) and F₁ (584×376) having relative resistance to the phytophage. The former hybrid is obtained by means of crossing Russian strains while the latter by means of crossing Russian and Japanese cucumber strains. These hybrids should be tested in order to find substances in them having antibiotic effect on the arachnoid mite (*T. atlanticus*) and use them in selection schemes increasing resistance of cucumber hybrids to the arachnoid mite.

Key words: hybrids, cucumber varieties, resistance to pests, the arachnoid mite — Tetranychidae family; *Tetranychus*.