

УДК 632.654.2

К МЕТОДИЧЕСКИМ ОСНОВАМ РАЗРАБОТКИ ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОЦЕНКИ ПРЕДПОЧИТАЕМОСТИ (ОТВЕРГАНИЯ) НОВОГО ПИЩЕВОГО ИСТОЧНИКА ПАУТИННЫМ КЛЕЩОМ

С.Я. ПОПОВ, З.Ю. КАРАЧЕВЦЕВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Целью данной работы являлось установление поведенческих показателей паутинных клещей на примере *Tetranychus atlanticus*, которые дают методическую основу для осуществления экспресс-метода оценки предпочитаемости (отвергания) нового пищевого источника по поведенческим реакциям самки паутинного клеща, фиксируемым с помощью видеокамеры. Осуществляли «разгонку» самки паутинного клеща при предоставлении ей равного выбора предпочитаемого (фасоль как эталон) и непродпочитаемого (тестируемое субтропическое или тропическое растение) растительного источника. Альтернативно фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) оценивали растения *Calathea zebrine* Lindl. и *Calathea bella* L. (сем. Амарантовые — *Marantaceae*), *Ficus aspera* Forst., *Ficus ramentacea* L. и *Ficus religiosa* L. (сем. Тутовые — *Moraceae*), *Euphorbia cvathophora* L. (сем. Молочайные — *Euphorbiaceae*), *Justicia aurea* Schltdl., *Sanchezia nobilis* Hook. и *Thunbergia grandiflora* L. (сем. Акантовые—*Acanthaceae*), *Hibiscus calyphyllus* Forssk. (сем. Мальвовые — *Malvaceae*), *Clerodentum splendens* L. (сем. Вербеновые — *Verbenaceae*). Выяснено, что самка паутинного клеща может проводить на непродпочитаемой растительной культуре, не покидая ее, до 3,1 ч. Из этого следует, что опыт по «разгонке» самки паутинного клеща необходимо планировать продолжительностью не менее 3 ч. Если же самка окажется на источнике больше этого времени, то следует проанализировать компьютерную запись ее поведенческих реакций на предмет возможных искусственных препятствий при переходе на предпочитаемый источник. По ходу выполнения исследования определено, что растения *Euphorbia cvathophora*, *Ficus religiosa*, *Ficus aspera* и *Hibiscus calyphyllus* являются благоприятными для развития паутинного клеща, тогда как остальные виды — *Justicia aurea*, *Sanchezia nobilis*, *Thunbergia grandiflora*, *Calathea zebrine*, *Calathea bella*, *Clerodentum splendens* не могут служить для него пищевым источником. По растениям *Ficus ramentacea* и *Hibiscus calyphyllus* следует провести дополнительное исследование по смертности особей в преимагинальный период развития.

Ключевые слова: паутинные клещи, *Tetranychus*, растения-хозяева, предпочитаемость растений, поведенческие реакции, экологические показатели.

Паутинные клещи (Acariformes: Tetranychidae) являются опасными вредителями многих сельскохозяйственных, лесных и декоративных растений. Один из наиболее широко распространенных в мире видов из этого семейства — обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch) — обитает на 3938 видах растений (сайт [www.http://www.1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/docs/HostPlants.pdf](http://www.1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/docs/HostPlants.pdf)). Многие близкие виды рода *Tetranychus* имеют схожую пищевую избирательность. Естественно, что для всех них характерна разная степень предпочитаемости видов растений; есть и цветковые растения, отвергаемые ими.

Вопросы оценки предпочитаемости (отвергания) тех или иных растений клещами-фитофагами всегда привлекали внимание акарологов. Исследовалась пищевая норма реакции вида, устанавливались возможности и способы расширения пищевой специализации. На базе этих исследований осуществлялся поиск «акарицидных» видов растений, которые могли бы служить источником получения акарицидных растительных экстрактов. Не исключался и вопрос с расшифровкой акарицидного состава растений и создания на этой основе синтетических аналогов природных акарицидов.

Наиболее простыми способами установления пищевых предпочтений клещей-фитофагов являются следующие: частота выбора нового кормового источника в паре с предпочитаемым эталонным растением, «разгонка» особей при предоставлении им нескольких пищевых источников, оценка по смертности преимагинальных особей при культивировании их на пищевом источнике.

Мы нашли, что способы оценки степени предпочитаемости пищевых источников по поведенческим реакциям половозрелой самки, фиксируемым с помощью видеокамеры, а также по смертности преимагинальных особей атлантического паутиного клеща при подсадке последнего на новый нестандартный пищевой источник, почти тождественны [4]. При этом из двух названных методов целесообразно отдать предпочтение экспресс-методу оценки по поведенческим реакциям самки, поскольку он менее трудоемок по сравнению с методом определения смертности особей. Однако в процессе проведения наблюдений за поведенческими реакциями самок с помощью видеокамеры было зафиксировано, что в ряде случаев самки осуществляли обследование непредпочитаемого кормового источника достаточно длительное время. И если оценивать предпочитаемость растений клещами-фитофагами по длительности их пребывания на эталонном и новом пищевом источнике, то во внимание необходимо брать показатель максимального времени, в течение которого тестируемая самка может находиться на новом нестандартном пищевом источнике.

Для этого провели дополнительные исследования пищевых предпочтений при предоставлении самке паутиного клеща двух альтернативных пищевых источников.

Материал и методы исследований

В качестве объекта исследования избрали атлантического паутиного клеща (*Tetranychus atlanticus* McGregor, 1941), наиболее значимого по степени распространенности в России. Следует оговориться, что некоторые акарологи нередко сводят обозначенный вид в синоним туркестанского паутиного клеща (*Tetranychus turkestanus* Ugarov et Nikolski, 1937), однако мы вслед за систематиками В.И. Митрофановым, И.З. Лившицем и З.И. Струнковой [1] различаем указанные виды как самостоятельные [2]. Атлантический паутинный клещ обитает на территории России в природе по меньшей мере на 74 видах кормовых растений, относящихся к 64 родам и 32 семействам, и занимает обширные территории Евразии [3].

Маточную колонию атлантического паутиного клеща, первоначально взятого на землянике садовой в 2010 г., культивировали в условиях лаборатории на фасоли до начала экспериментов в течение трех лет.

Оценку на предпочитаемость или отвергание растительной культуры осуществляли по поведенческим реакциям половозрелых самок клеща в рамках альтернатив-

ного выбора предпочитаемого растительного образца (фасоль как эталон) и нового исследуемого (тропическое или субтропическое растение). Опыт проводили под световой панелью, температура составляла 22°C, освещенность — 15 мкМ квантов/м²с. Пищевыми образцами (растительной культурой) служили вырезки из соответствующей листовой ткани размером 2x2 см, располагаемые на расстоянии 5 мм друг от друга в чашке Петри на влажном многослойном изоляте из фильтровальной бумаги. Вырезки соединяли мостом из гидрофобного материала. В середину такого моста укрепляли энтомологическую иглу с шаровидной вершиной. Самку подсаживали на вершину иглы. Предполагалось, что во время движения вниз она была способной ориентироваться в выборе привлекательного для питания и размножения пищевого образца. Для наблюдения за поведенческими реакциями использовали видеокамеру серии «Sony» с хорошей разрешающей способностью и запасом видеопамати 8 ч. Результаты видеосъемки обрабатывались на компьютере с помощью программы наблюдения за модельными организмами RealTimer <http://www.openscience.ru/index.php?page=software&item=001>), настроенной нами для наблюдения за поведенческими реакциями паутиных клещей. При этом фиксировалось количество выборов того или иного пищевого образца и время пребывания на нем.

Опыт по оценке поведенческих реакций самок *T. atlanticus* на тестируемом новом растении проводили не менее 8 ч в трех повторностях. Такое большое время тестирования одной самки было избрано, чтобы наверняка зафиксировать максимальную продолжительность нахождения самки на новом пищевом источнике.

Регистрировали также смертность яиц, личинок и нимф, при этом повторность (количество дисков-высечек) — 10-12-кратная, общее количество яиц на высечках — в основном около 100 экземпляров.

Результаты исследований

Исследовали на предпочитаемость (отвергание) самками *T. atlanticus* 11 видов тропических и субтропических растений, принадлежащих к 6 ботаническим семействам: *Calathea zebrine* Lindl. и *Calathea bella* L. (сем. Амарантовые — Marantaceae), *Ficus aspera* Forst., *Ficus ramentaceae* L. и *Ficus religiosa* L. (сем. Тутовые — Moraceae), *Euphorbia cyathophora* L. (сем. Молочайные — Euphorbiaceae), *Justicia aurea* Schldl., *Sanchezia nobilis* Hook, и *Thunbergia grandiflora* L. (сем. Акантовые — Acanthaceae), *Hibiscus calyphyllus* Forssk. (сем. Мальвовые — Malvaceae), *Clerodentum splendens* L. (сем. Вербеновые — Verbenaceae).

Согласно Списку растений-хозяев паутиных клещей, опубликованному на сайте [5] и насчитывающему 3938 видов, 140 видов семейства Marantaceae принадлежат к растениям-хозяевам паутиных клещей, но *Calathea zebrine* и *Calathea bella* в этом списке нет. Там же из семейства Moraceae указаны 56 видов, включая *Ficus religiosa*, однако *Ficus aspera* и *Ficus ramentacea* отсутствуют. Из семейства Euphorbiaceae указаны 95 видов, включая *Euphorbia cyathophora*. Из семейства Acanthaceae приведено 25 видов, но среди них отсутствуют *Justicia aurea* и *Sanchezia nobilis*. Из семейства Malvaceae в списке имеются сведения по 82 видам растений-хозяев, включая *Hibiscus calyphyllus*. Из семейства Verbenaceae там же указан 51 вид, однако *Clerodentum splendens* L. в списке отсутствует. Таким образом, из 11 исследуемых нами видов тропических и субтропических растений *Ficus religiosa* (семейство Moraceae), *Hibiscus calyphyllus* (семейство Malvaceae) и *Euphorbia cyathophora* (семейство

Euphorbiaceae) благоприятны для развития паутиных клещей, а 8 видов отсутствуют в указанном списке.

Первым шагом в тестировании растительных культур явился их анализ на пригодность для развития преимагинальных особей паутиных клещей, поскольку обычно по этому параметру судят о растениях-хозяевах. Анализ осуществляли как по научным публикациям по этому вопросу, так и по результатам специально заложенного опыта на выживаемость личинок и нимф *T. citlicincticus* на тестируемых растительных культурах. Подробная методика этого опыта изложена в нашей публикации по интегрированной оценке предпочтительности (отвергания) нестандартного пищевого источника атлантическим паутиным клещом [4].

По результатам анализа было принято решение, что *Euforbia cyathophora*, *Ficus religiose,i*, *Ficus aspera* и *Hibiscus calyphyllus* можно считать растениями, пригодными для обитания паутиных клещей рода *Tetranychus*.

Наоборот, *Calathea bella*, *Calathea zeb-rine*, *Clerodentum splendens* и *Thunbergia grandiflora* показали себя как растения, на которых клещи не могли развиваться.

Что касается *Ficus ramentacea*, то в отношении его требуются дополнительные исследования. Желательно также повторить опыт по оценке уровня выживаемости преимагинальных особей на *Hibiscus calyphyllus*.

Результаты по оценке поведенческих реакций самок *T. atlcmticus* на тестируемых растительных культурах и их пригодности для развивающихся особей представлены в таблице.

В опыте по альтернативному выбору выделились *Euforbia cyscithophorci*, *Ficus religiose,i*, *Ficus aspera* и *Hibiscus calyphyllus* как растения, благоприятные для питания самок *T. citlicincticus*. В этой группе культур соотношение между выбором эталонного пищевого источника (фасоли) и нового тестируемого составило: фасоль : *Euforbia cyscithophorci* — 4:3, фасоль : *Ficus religiosa* — 3:3, фасоль : *Hibiscus calyphyllus* — 3:2, фасоль : *Ficus aspera* — 3:1.

В группе непреподобляемых растений аналогичный выбор составил: фасоль : *Calathea bella* — 4:0, фасоль : *Thunbergia grandiflora* — 4:0, фасоль : *Calathea zeb-rine* — 3:1, фасоль : *Clerodentum splendens* — 3:1.

Что касается соотношения эталонной культуры с *Ficus ramentacea*, то оно оказалось равным 3:1.

Как видно из приведенных данных по эксперименту с достаточно длительной «разгонкой» самки по альтернативным пищевым источникам (5-8 ч) в 3-кратной повторности, критерий альтернативного выбора использовать нецелесообразно. Это подтверждает тот факт, что выбор пищевого источника в соотношении 3:1 (эталон : новое растение) характерен и для группы предпочтительных растений, и для группы непреподобляемых растений.

Из этого эксперимента объективно важно выяснить, сколько максимально за одно посещение может находиться самка на отвергаемом пищевом источнике. Из таблицы видно, что на непреподобляемом пищевом источнике *Sanchezia nobilis* самка находилась максимально 3,12 ч. Из этого следует, что в подобных опытах можно допускать время непрерывного нахождения самки паутинового клеща на отвергаемом пищевом источнике до 3,1 ч. Таким образом, опыты по разгонке самки следует планировать не менее 3 ч, оптимально с запасом времени — 3,5-4 часа.

В тех случаях, когда эта длительность времени будет превышена, целесообразно проанализировать компьютерную запись поведенческих реакций самок; возможно, что для передвижения самок с источника на источник существовали искусственные препятствия.

Оценка поведенческих реакций (выбор и длительность пребывания) самки *Tetrapylus atlanticus* на растительной культуре (высевах) тропических и субтропических растений и их пригодности для развития особей в сравнении с эталонным предпочитаемым растением (фасолью — *Phaseolus vulgaris* L.)

Пищевой источник	Число выборов самкой пищевого источника за 5–8 ч		Длительность нахождения самки на пищевых источниках			Первоначальное число яиц	Смертность преиматальных особей, %	Пригодность культуры для развития (+) — пригодно, (–) — не пригодно
	эталон (фасоль)	новый кормовой источник	общая, ч	на новом кормовом источнике, час				
				в сумме	за 1 посещение			
Семейство Acanthaceae								
<i>Justicia aurea</i> Schlttd.	3	1	31,2	2,62	2,62	157	100b*	(–)
<i>Sanchezia nobilis</i> Hook.	3	2	30,4	6,23	3,12 ± 0,565	155	100b	(–)
<i>Thunbergia grandiflora</i> L.	4	0	29,7	0	–	142	100b	(–)
Семейство Euphorbiaceae								
<i>Euphorbia cyathophora</i> L.	4	3	32,4	13,22	4,41 ± 1,52	169	68,1a	(+)
Семейство Malvaceae								
<i>Hibiscus calyphyllus</i> Forssk.	3	2	31,2	9,39	4,7 ± 1,625	107	?	(+)
Семейство Marantaceae								
<i>Calathea zebrina</i> Lindl.	3	1	29,5	1,92	1,92	185	100b	(–)
<i>Calathea bella</i> L.	4	0	31,4	0	–	90	100b	(–)
Семейство Moraceae								
<i>Ficus aspera</i> Forst.	3	1	32,1	8,8	8,8	105	61,3a	(+)
<i>Ficus ramentacea</i> L.	3	1	32,0	5,82	5,82	95	100b	?
<i>Ficus religiosa</i> L.	3	3	31,0	15,41	5,13 ± 1,26	198	80,9a	(+)
Семейство Verbelaceae								
<i>Clerodentum splendens</i> L.	3	1	28,5	1,04	1,04	89	100b	(–)

* Статистическая обработка по критерию Тьюки.

Учитывая, что на новом (относительно эталона), пригодном для питания растении самки паутиного клеща проводили максимально за одно посещение от 6,3 до 8,8 ч, вполне целесообразно пользоваться данным критерием.

Заключение

Неприемлемыми для развития и обитания самок паутиного клеща *Tetranychus atlanticus* являются растения: *Justicia aurea*, *Sanchezia nobilis*, *Thunbergia grandiflora*, *Calathea zebrine*, *Calathea bella* и *Clerodentum splendens*. К растениям-хозяевам паутиного клеща можно отнести *Euphorbia cvathophora*, *Hibiscus calyphyllus*. *Ficus aspera* и *Ficus religiosa*.

Продолжительность опыта по альтернативному выбору самкой паутиного клеща пищевых культур, фиксируемого видеокамерой, целесообразно планировать не менее 3 ч, оптимально — 3,5-4 ч.

Выражаем благодарность сотрудникам Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина РАН Колобову Евгению Султановичу и научному сотруднику Шаховой Галине Ивановне за предоставление культур ряда тропических и субтропических растений.

Библиографический список

1. Митрофанов В.П., Стрункова З.П., Лившиц И.З. Определитель тетраниховых клещей фауны СССР и сопредельных стран. Душанбе: Дониш, 1987. 224 с.
2. Попов С.Я. Таксономический статус ряда видов паутиных клещей рода *Tetranychus* (Acari, Tetranychidae) и репродуктивные барьеры при скрещивании морфологически близких и отдаленных видов // Экологические аспекты ограничения вредоносности популяций насекомых и клещей (сб. статей). М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013-а. С. 224-259.
3. Попов С.Я. Факторы терминации диапаузы атлантического паутиного клеща (*Tetranychus atlanticus* McGregor) // Экологические аспекты ограничения вредоносности популяций насекомых и клещей (сб. статей). М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013-6. С 135-160.
4. Попов С.Я., Карачевцев З.Ю. Интегрированная оценка предпочтительности (отвержения) нестандартного пищевого источника атлантическим паутиным клещом *Tetranychus atlanticus* McGregor // Защита и карантин растений. 2013. № 9. С. 27-29.
5. Сайт <http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/docs/HostPlants.pdf>

METHODOLOGICAL BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF RAPID EVALUATION TEST ON ACCEPTANCE (NON-ACCEPTANCE) OF ANEW FOOD SOURCE BY THE SPIDER MITES

S.YA. POPOV, Z.YU. KARACHEVTSEV

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

The objective of the given research is to determinate the behavioral traits of the spider mites (using Tetranychus atlanticus as a model species), that are able to give methodological basis for the realization of the express-method evaluation of acceptance (or non-acceptance) of a new plant food source according to the spider mite female behavioral responses that are registered using a video camera. We compared Phaseolus vulgaris as a standard plant with some subtropical and tropical plants from various families in their degrees of acceptance by the spider mites. Such plants as Calathea zebrine Lindl. and Calathea bella L. (Jam. Marantaceae), Ficus aspera

Forst., *Ficus ramentaceae* L. and *Ficus religiosa* L. (fam. Moraceae), *Euphorbia cyathophora* L. (fam. Euphorbiaceae), *Justicia aurea* Schltld., *Sanchezia nobilis* Hook, and *Thunbergia grandiflora* L. (fam. Acanthaceae), *Hibiscus calyphyllus* Forssk. (fam. Malvaceae), *Clerodentum splendens* L. (fam. Verbenaceae) were evaluated. It was found that the spider mite females could spend up to 3.1 h on a non-acceptance plant species, which means that the experiment duration in plant acceptance by spider mites should not be less than 3 h. In case if a female stays on a non-acceptance plant during longer period of time it is necessary to analyze computer recordings of the female's behavioral traits in order to find out possible obstacles on the way to the acceptance plant. It was revealed that such plants as *Euphorbia cyathophora*, *Ficus religiosa*, *Ficus aspera* and *Hibiscus calyphyllus* are accepted by the spider mites, while *Justicia aurea*, *Sanchezia nobilis*, *Thunbergia grandiflora*, *Calathea zebrine*, *Calathea bella* and *Clerodentum splendens* are not accepted. As to *Ficus ramentacea* and *Hibiscus calyphyllus*, it is necessary to conduct additional experiments in order to discover the degree of mortality of spider mite individuals.

Key words: spider mites, *Tetranychus*, host-plants, plant acceptance, behavioral responses, ecological traits.

Попов Сергей Яковлевич — д. б. н., проф., зав. кафедрой защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-02-20; e-mail: sergei_ya_popov@timacad.ru).

Карачевцев Захар Юрьевич — асп. кафедры защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-02-20; e-mail: ziren77@gmail.com).

Popov Sergey Yakovlevich — Doctor of Biological Sciences, professor, head of the department of plant protection, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-02-20; e-mail: sergei_ya_popov@timacad.ru).

Karachevtsev Zakhar Yurievich — **PhD.** student, department of plant protection RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-02-20; e-mail: ziren77@gmail.com).