

УДК 632.936.2

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕАКЦИЙ ЗАПАДНОГО
ЦВЕТОЧНОГО ТРИПСА *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* PERG.
(THYSANOPTERA, THIRIPIDAE) И ХИЩНОГО КЛОПА
ORIUUS LAEVIGATUS FIEBER (HETEROPTERA, MIRIDAE)
НА МАСЛО *PONGAMIA PINNATA* (L.) PIERRE**

© 2020 г. Е. А. Степанычева, ^{1*} И. М. Пазюк, ^{1**} Т. Д. Черменская, ^{1***}
М. О. Петрова, ^{1****} Р. Павела ^{2*****}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
шоссе Подбельского, 3, С.-Петербург–Пушкин, 196608 Россия

*e-mail: stepanycheva@yandex.ru, **e-mail: ipazyuk@gmail.com, *** e-mail: tchermenskaya@
yandex.ru, ****e-mail: mar34915696@yandex.ru

² Crop Research Institute (CRI)

Drnovska 507, Praha 6 – Ruzyně, 161 06 Czech Republic

*****e-mail: pavela@vurv.cz

Поступила в редакцию 21.01.2020 г.

После доработки 3.04.2020 г.

Принята к публикации 3.04.2020 г.

В статье представлены результаты сравнительной оценки реакции западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* и хищного клопа *Orius laevigatus* на масло из семян *Pongamia pinnata* L. Применение масла *P. pinnata* оказывало репеллентное и токсическое действие на имаго и личинок трипса, а также снижало количество отложенных яиц. *Orius laevigatus* был высоко чувствителен к маслу *P. pinnata* (даже в минимальной эффективной для трипса концентрации 0.75 %) при разных способах воздействия. Выявленное нами побочное действие масла на ориуса показывает необходимость разработки тактики совместного применения масла и данного энтомофага или замены ориуса другим видом хищника, не восприимчивым к маслу.

Ключевые слова: *Pongamia pinnata*, масло, семена, *Frankliniella occidentalis*, *Orius laevigatus*, фитофаг, энтомофаг, поведение, размножение, токсичность.

DOI: 10.31857/S0367144520020057

Западный цветочный трипс, *Frankliniella occidentalis* Pergande, – широкий полифаг, наносящий как прямой (при питании), так и косвенный (в качестве переносчика вирусной инфекции) вред культивируемым растениям (Schneweis et al., 2017). Обладая высокой репродуктивной способностью и коротким периодом развития генерации, этот фитофаг в условиях закрытого грунта способен развиваться непрерывно, давая от 10 до 12 поколений в год. Стремление снизить численность вредителя дополнительными обработками инсектицидами оборачивается быстрым развитием у него резистентности (Gao et al., 2012). Это стимулирует поиск новых веществ, способных снижать численность фитофага и при этом сохранять благоприятную экологическую обстановку.

Одно из активно развивающихся направлений в защите растений связано с поиском биологически активных веществ растительного происхождения. За последнее десятилетие опубликовано несколько обзорных статей, посвященных обсуждению различных механизмов воздействия эфирных масел на вредных членистоногих, что подтверждает перспективность таких исследований (Regnault-Roger et al., 2012; Mossa, 2016; Pavela, 2016; Ikbal, Pavela, 2019). Есть достаточно свидетельств относительной безопасности масел для многих энтомофагов (Ribeiro et al., 2016; Born et al., 2018; Castilhos et al., 2018; Papadimitriou et al., 2019; Soares et al., 2019), что не исключает необходимость такой оценки для вновь создаваемых препаратов.

Высокая эффективность вторичных метаболитов широкого круга высших растений как средства контроля различных вредных членистоногих показана неоднократно (Pino et al., 2013). Значительный интерес представляет бобовое *Pongamia pinnata* L. (= *Millettia pinnata* L., *Derris indica* (Lamk.) Bennet из монотипического рода (Kumar, Kalindhar, 2003). *Pongamia pinnata* – богатый источник флавоноидов, характеризующихся высокой биологической активностью. Масло *P. pinnata* обладает антифидантной активностью, оказывает репеллентное действие на членистоногих и вызывает у них нарушение яйцекладки (Negi et al., 1997; Kumar, Kalindhar, 2003).

Цель нашей работы – изучить инсектицидные и модулирующие поведение свойства масла растения *Pongamia pinnata* L. в отношении западного цветочного трипса и его хищника – клопа *Orius laevigatus* Fieber.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Лабораторную популяцию клопа *O. laevigatus* (около 12 лет без обновления) разводили в пластиковых контейнерах (объем 500 мл) на яйцах зерновой моли *Sitotroga cerealella* Oliv. и обыкновенной злаковой тле *Schizaphis graminum* Rondani при температуре (23 ± 3) °C и продолжительности светового периода 16 ч. Субстратом для откладки яиц служили растения фасоли *Phaseolus vulgaris* L.

Культуру западного цветочного трипса *F. occidentalis* содержали на растениях фасоли в помещении с температурой 23 ± 2 °C и продолжительностью светового дня 16 ч.

Исследуемый образец – эмульгированное модифицированное масло из семян *P. pinnata* (содержание масла 86.8 %) было получено из Исследовательского института растениеводства в Чешской Республике (Stop Research Institute, Czech Republic). Для испытаний готовили 3.0, 1.5, 0.75 и 0.187%-ные концентрации.

Влияние масла на выбор имаго трипса и клопа растений для питания и откладки яиц

Растения фасоли, выращенные индивидуально в пластиковых стаканчиках (200 мл), обрабатывали растворами масла разной концентрации, контрольные – водой.

В опыте с трипсом обработанные и контрольные растения размещали в боксы с самками для свободного заселения. Через сутки учитывали количество имаго на каждом растении, после чего насекомых удаляли. В связи с тем, что самки откладывают яйца в паренхиму листа, потенциал размножения оценивали по количеству отродившихся личинок дочернего поколения. Опыт повторяли 10 раз.

В опыте с клопом по 2 контрольных и 2 опытных растения помещали в садки $40 \times 40 \times 60$ см, обтянутые мельничным газом. В качестве корма для энтомофага на листья в одинаковом количестве добавляли яйца зерновой моли *S. cerealella*, после чего в садки выпускали по 40 взрослых особей клопов без разделения по полу.

Через двое суток учитывали распределение имаго клопа на растениях и подсчитывали число отложенных яиц. Повторностью служило одно растение. Всего использовали 5 садков.

Для определения продолжительности действия масла на клопа использовали такую же методику, но ориусов выпускали на растения через 3, 5 и 7 дней после обработки.

Влияние масла на поведение обоих видов оценивали по индексу предпочтения (ИП), рассчитываемому по следующей формуле (Pascual-Villalobos, Robledo, 1998):

$$\text{ИП} = \frac{(\text{Число особей на обработанном растении} - \text{число особей на контрольном растении})}{(\text{число особей на контрольном растении} + \text{число особей на обработанном растении})} \times 100$$

При положительном значении показателя ИП регистрируется аттрактантное действие, при отрицательном – репеллентное.

Снижение численности потомства (личинок дочернего поколения) в опыте по сравнению с контролем (СЧП) рассчитывали по следующей формуле (Abbott, 1925):

$$\text{СЧП, \%} = \frac{(\text{число личинок в контроле} - \text{число личинок в опыте})}{\text{число личинок в контроле}} \times 100$$

В опыте с хищным клопом в этой формуле использовали количество отложенных яиц.

Влияние масла на самок трипса *Frankliniella occidentalis*, хищного клопа и их репродуктивную активность

Обработанные путем погружения на 2–3 сек в растворы препарата листья фасоли размещали в чашки Петри на фильтровальную бумагу. На каждый лист выпускали по 10 самок трипса. Чашки закрывали пленкой с отверстиями для вентиляции. Через 2 суток самок удаляли, подсчитывая количество живых и погибших особей. Через 5–7 дней проводили учет отродившихся личинок. В эксперименте было 10 повторностей.

На дно пластиковых контейнеров объемом 212 мл помещали фильтровальную бумагу, яйца зерновой моли *Sitotroga cerealella* (для питания) и стебли фасоли (для откладки яиц). Раствором масла опрыскивали внутреннюю поверхность садка и корм. Расход рабочей жидкости на 1 контейнер составлял 1 мл. После испарения излишней влаги в контейнеры выпускали по 5 взрослых особей клопов и закрывали контейнеры крышками с вентиляционным отверстием, затянутым мельничным газом. Через сутки учитывали живых и погибших особей, их пол, а также количество отложенных яиц. Оба варианта опыта (включая контроль) повторяли десять раз.

Снижение численности потомства (%) рассчитывали по следующей формуле (Abbott, 1925):

$$\frac{(k - o)}{k} \times 100,$$

$\frac{[(\text{численность потомства в контроле} - \text{численность потомства в опыте}) / \text{численность потомства в контроле}] \times 100$

где k – численность потомства в контроле, o – численность потомства в опыте.

Снижение плодовитости самок (%) определяли по количеству личинок дочернего поколения:

$$\frac{[(\text{число личинок на самку в контроле} - \text{число личинок на самку в опыте}) / \text{число личинок на самку в контроле}] \times 100$$

Ларвицидная активность масла

В опыте с трипсом для получения выравненных по возрасту личинок на растения фасоли выпускали самок вредителя, которых затем удаляли через сутки, а растения помещали в изолированный бокс для предотвращения повторного заселения. Через 5–7 суток отродившихся личинок использовали в экспериментах.

Листья фасоли погружали в растворы препарата на 2–3 сек. После испарения влаги листья помещали в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу и выпускали на них по 15–20 личинок. Чашки закрывали пленкой с отверстиями для вентиляции. Учет выживших и погибших особей проводили через 1 и 3 дня. Опыты проводили в 10 повторностях.

В опыте с клопом использовали личинок 5-го возраста. В пластиковые контейнеры ($V = 212$ мл) помещали на дно фильтровальную бумагу, яйца зерновой моли *S. cerealella* (для питания) и стебли фасоли (для поддержания влажности). Внутреннюю поверхность контейнера и корм обрабатывали 0.75%-ным раствором масла *P. pinnata*. Расход рабочей жидкости на 1 контейнер – 1 мл. После испарения излишней влаги в контейнеры выпускали по 5 личинок клопа и закрывали их крышками с вентиляционным отверстием, затянутым мельничным газом. Через сутки учитывали живых и погибших особей. В опыте и контроле было по 10 повторностей. Активность препарата с учетом контроля (смертность с учетом контроля, %) рассчитывали по следующей формуле (Abbott, 1925):

$$[(\text{гибель в опыте} - \text{гибель в контроле}) / (100 - \text{гибель в контроле})] \times 100$$

РЕЗУЛЬТАТЫ

Влияние масла на выбор имаго трипса и клопа растений для питания и откладки яиц

При превентивной (до заселения фитофагом) обработке растений в вариантах с применением 3.0 и 1.5%-ного растворов самки предпочитали контрольные растения (ИП составлял –85.8 и –47.1 соответственно). В дальнейшем этот выбор сказался на численности потомства. Снижение числа личинок дочернего поколения на растениях при обработке 3%-ным раствором составило 77.8 % по сравнению с контролем, а при использовании 1.5%-ного раствора препарата – 62.1 % (табл. 1).

В аналогичном эксперименте с использованием *O. laevigatus* обработка растений маслом *P. pinnata* резко снижала их привлекательность для клопа. На опытных растениях находились единичные взрослые особи и яйца. Все три концентрации масла показали практически одинаковый результат. Наблюдения за продолжительностью сохранения такого эффекта (изменение периода ожидания от обработки выпуска клопов) продемонстрировали негативное влияние масла даже через 7 суток (табл. 2).

Влияние масла на самок трипса *F. occidentalis*, хищного клопа и их репродуктивную активность

Принудительное содержание самок трипса на листьях фасоли, обработанных растворами 3.0 и 1.5%-ной концентрациями, привело к гибели более 90 % взрослых особей фитофага и к снижению числа отродившихся личинок также более чем на 90 %. Следует отметить, что в варианте с 3.0%-ной концентрацией все отродившиеся личинки почти сразу погибли (табл. 3). Из испытанных концентраций 0.75%-ная оказалась минимальной, обеспечивающей эффективность более 50 %.

Таблица 1. Влияние масла *Pongamia pinnata* на выбор растений для питания и откладки яиц самками *Frankliniella occidentalis* Perg.

Концентрация масла, %	Число имаго на 1 растение		ИП	P	Число отродившихся личинок на 1 растение		P	Снижение численности потомства, %
	опыт	контроль			опыт	контроль		
3.0	1.5 ± 0.66	20.3 ± 4.25	-85.8	0.0003	11.7 ± 1.09	52.7 ± 4.21	0.000002	77.8
1.5	7.1 ± 1.64	19.8 ± 4.73	-47.1	0.0223	10.2 ± 2.41	26.9 ± 3.30	0.0007	62.1
0.75	10.2 ± 2.85	22.7 ± 4.58	-38.0	0.0325	17.9 ± 4.22	33.2 ± 4.38	0.0216	46.1

Таблица 2. Влияние масла *Pongamia pinnata* на выбор растений для поиска жертв и откладки яиц самками *Orius laevigatus* Fieber

Концентрация масла, %	Число имаго на 1 растение		ИП	P	Количество яиц на 1 растение		P	Снижение численности потомства, %
	опыт	контроль			опыт	контроль		
3.0	0.1 ± 0.1	2.7 ± 0.45	-92.9	0.00002	0.1 ± 0.1	23.1 ± 7.79	0.0085	99.6
1.5	0.1 ± 0.1	4.6 ± 1.52	-95.7	0.0085	0.2 ± 0.2	25.5 ± 8.17	0.0068	98.0
0.75	0.1 ± 0.1	3.2 ± 0.70	-93.9	0.0003	0.2 ± 0.2	16.1 ± 2.23	0.000001	98.8

Таблица 3. Влияние масла *Pongamia pinnata* на численность самок *Frankliniella occidentalis* Perg. и их потомства

Концентрация масла, %	Исходное число самок	Число погибших самок через 2 суток, %	Смертность самок с учетом контроля, %	Число отродившихся личинок на 1 самку	Снижение численности потомства на 1 самку, %
3.0	98	96.1 ± 2.19	95.8	0.03 ± 0.02	98.5
1.5	97	97.1 ± 0.02	96.9	0.07 ± 0.03	96.5
0.75	100	62.2 ± 3.81	59.6	0.30 ± 0.04	85.0
0.375	102	25.3 ± 3.16	20.1	1.40 ± 0.12	30.0
Контроль	197	6.5 ± 1.82	–	2.00 ± 0.11	–

Таблица 4. Ларвицидная активность масла *Pongamia pinnata* для трипса *Frankliniella occidentalis* Perg.

Концентрация масла, %	Время до гибели личинок, сут		Суммарная гибель, %	Смертность по отношению к контролю, %
	1	3		
3.0	96.3 ± 1.35	3.7 ± 1.35	100 ± 0.0	100.0
1.5	89.1 ± 2.69	5.0 ± 1.80	94.1 ± 1.89	92.3
0.75	74.1 ± 1.26	7.0 ± 1.99	81.1 ± 2.81	75.3
0.375	33.5 ± 2.10	13.7 ± 1.30	47.2 ± 2.35	31.1
0.187	29.8 ± 2.75	9.0 ± 1.56	38.8 ± 2.49	20.1
Контроль	14.3 ± 1.26	9.1 ± 1.14	23.4 ± 1.53	–

В опыте с хищным клопом полученные результаты продемонстрировали высокую токсичность 0.75%-ного раствора масла для имаго энтомофага в условиях закрытого пространства (пластиковый садок-контейнер). Через сутки в опыте погибли все протестированные особи. Количество отложенных яиц составило 0.05 ± 0.03 из расчета на 1 самку. В контроле гибель взрослых особей составила 7.3 %, а количество яиц – 2.4 на самку.

Ларвицидная активность масла

На стадии личиночного развития трипс оказался достаточно чувствительным к маслу *P. pinnata*. Образец 0.75%-ной концентрации вызывал гибель 75.4 % тестируемых особей. Разведение рабочего раствора в 2 раза привело к резкому снижению ларвицидной активности до 31.5 % (табл. 4).

Содержание личинок 5-го возраста *O. laevigatus* на обработанных 0.75%-ным раствором масла корме и поверхности вызвало их 100%-ную гибель через сутки. За этот же период в контроле погибло всего 4 % особей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами результаты показывают перспективность применения масла *Pongamia pinnata* для снижения численности западного цветочного трипса за счет ре-

пеллентного и токсического действия на имаго и личинок, а также уменьшения количества откладываемых трипсом яиц. Наши результаты о различных формах воздействия *P. pinnata* на *F. occidentalis* согласуются с данными, полученными ранее для этого и некоторых других вредителей. Например, содержание личинок *F. occidentalis* на листьях, обработанных 0.2%-ным раствором масла понгамии, привело к гибели более 50 % особей через 5 суток (Uçak et al., 2014). Токсическое действие *P. pinnata* установлено также на совку *Spodoptera litura* (Tran et al., 2017), тлей *Melanaphis sacchari* (Balikai, Lingappa, 2005) и *Lipaphis pseudobrassicae* (Tran et al., 2016), вредителей запасов жуков *Trogoderma granarium* и *Tribolium castaneum* (Kumar et al., 2006; Mondal, Khalequzzaman, 2006; Tayoub et al., 2012). Снижение плодовитости на 97.6 % при действии экстракта *P. pinnata* показано на примере комара *Aedes aegypti* (Swathi et al., 2010) и тли *Lipaphis pseudobrassicae* (Tran et al., 2016). Выявлено репеллентное действие масла на белокрылку *Trialeurodes vaporariorum* (Pavela, Herda, 2007), комаров (Lale, Kulkarni, 2010) и жука *Oryzaephilus surinamensis* (Shah et al., 2008). Проявление антифидантной активности *P. pinnata* установлено на гусеницах хлопковой совки *Helicoverpa armigera* (Packiam et al., 2015).

Общемировая тенденция при выращивании культур в закрытом грунте – расширение применения против вредителей их естественных врагов с использованием как монофагов, так и полифагов. К последним относится хищный клоп *Orius laevigatus*, способный питаться на целом комплексе фитофагов, поэтому чрезвычайно важна оценка возможного побочного действия любого пестицида независимо от его происхождения (результат химического синтеза или природные источники). Эфирные масла растений нельзя считать полностью безопасными для полезных членистоногих. Масла из *Foeniculum vulgare* и *Citrus limon* с высокой биологической активностью для паутиного клеща *Tetranychus turkestanii* были токсичны и для хищного клопа *Orius albidipennis*, хотя и в меньшей степени, чем для жертвы (Faraji et al., 2016). *Orius strigicollis* был менее восприимчив к 13 образцам эфирных масел по сравнению с фитофагом *Thrips palmi* (Yi et al., 2006). Масла из *Artemisia sieberi*, *Pelargonium roseum* и *Ferula gummosa* при фумигационном воздействии вызывали гибель как хищника *Orius albidipennis*, так и его жертвы *Bemisia tabaci* (Zandi-Sohani et al., 2018). Показано, что на участках, где использовались растительные вещества, включая 1%-ный раствор масла понгамии, было значительно больше энтомофагов (насекомых из семейств Coccinelidae и Syrphidae и отряда Hymenoptera), чем на участках, где применялись традиционные инсектициды (Onkara Naik et al., 2019).

По нашим данным, представленным в этой статье, хищный клоп *O. laevigatus* обладает высокой чувствительностью к маслу *P. pinnata* при различных способах воздействия (даже в минимальной эффективной для трипса концентрации 0.75 %). Увеличение периода ожидания (до 7 дней от обработки до выпуска клопов) не позволило избежать негативного действия масла на энтомофага.

Полученные нами данные позволяют считать масло *P. pinnata*, обладающее различными механизмами действия, эффективным средством снижения численности западного цветочного трипса. Существенным аргументом в пользу применения данного масла в защищенном грунте могут быть сведения об его активности для *Trialeurodes vaporariorum* и *Myzus persicae*, которые часто присутствуют в теплицах на растениях вместе с трипсом (Kumar, Kalindhar, 2003; Pavela, Herda, 2007; Stepanycheva et al., 2014).

Выявленное нами негативное действие масла *P. pinnata* на *O. laevigatus* обуславливает необходимость поиска особой тактики выпуска хищного клопа, сопряженного с применением этого масла, или использования другого, менее восприимчивого к нему, биологического объекта.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Доктор Р. Павела выражает благодарность Министерству сельского хозяйства Чешской Республики за финансовую поддержку исследований по пестицидам растительного происхождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Abbott W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* **18**: 265–267.
- Balikai R. A., Lingappa S. 2005. Management of aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) on rabi sorghum through botanicals. In: S. Ignacimuthu, S. Jayaraj (eds). *Sustainable Insect Pest Management*. New Delhi: Narosa Publishing House, p. 204–209.
- Born F. S., da Camara C. A. G., de Melo J. P. R., de Moraes M. M. 2018. Acaricidal property of the essential oil from *Lippia gracilis* against *Tetranychus urticae* and a natural enemy, *Neoseiulus californicus*, under greenhouse conditions. *Experimental and Applied Acarology* **75** (4): 491–502.
- Castilhos R. V., Grutzmacher A. D., Coats J. R. 2018. Acute toxicity and sublethal effects of terpenoids and essential oils on the predator *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology* **47**: 311–317.
- Faraji N., Seraj A. A., Yarahmadi F., Rajabpour A. 2016. Contact and fumigant toxicity of *Foeniculum vulgare* and *Citrus limon* essential oils against *Tetranychus turkestanii* and its predator *Orius albidipennis*. *Journal of Crop Protection* **5** (2): 283–292.
- Gao Y., Lei Z., Reitz S. R. 2012. Western flower thrips resistance to insecticides: detection mechanisms and management strategies. *Pest Management Science* **68** (8): 1111–1121.
- Ikbal C., Pavela R. 2019. Essential oils as active ingredients of botanical insecticides against aphids. *Journal of Pest Science* **92** (3): 971–986.
- Kumar S. M. B., Kalidhar S. B. 2003. A review of the chemistry and biological activity of *Pongamia pinnata*. *Journal of Medicinal and Aromatical Plant Sciences* **25**: 441–465.
- Kumar V., Chandrashekar K., Sidhu O. P. 2006. Efficacy of karanjin and different extracts of *Pongamia pinnata* against selected insect pests. *Journal of Entomological Research* **30**: 103–108.
- Lale A., Kulkarni D. K. 2010. Mosquito repellent Karanj Kunapa from *Pongamia pinnata*. *Asian Agri-History* **14** (2): 207–211.
- Mondal M., Khalequzzaman M. 2006. Toxicity of essential oils against Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Bio-Science* **14**: 43–48.
- Mossa A.-T. H. 2016. Green Pesticides: Essential oils as biopesticides in insect-pest management. *Journal of Environmental Science and Technology* **9**: 354–378.
- Negi R. S., Srivastava M., Saxena M. M. 1997. Egg laying and adult emergence of *Callosobruchus chinensis* on green gram (*Vigna radiata*) treated with pongam oil. *Indian Journal of Entomology* **59** (2): 170–172.
- Onkara Naik S., Kannan G. S., Chakravarthy A. K. 2019. Impact of integrated pest management modules on natural enemies of whiteflies, *Bemisia tabaci* (Genn.) in bitter melon ecosystem. *Journal of Biological Control* **33** (1): 63–69.
- Packiam S. M., Emmanuel C., Baskar K., Ignacimuthu S. 2015. Feeding deterrent and genotoxicity analysis of a novel phytopesticides by using comet assay against *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* **58** (4): 487–493.
- Papadimitriou D. M., Petrakis E. A., Arvaniti K. A., Kimbaris A. C., Polissiou M. G., Perdakis D. Ch. 2019. Comparative bioactivity of essential oils from two *Mentha pulegium* (Lamiaceae) chemotypes against *Aphis gossypii*, *Aphis spiraeicola*, *Tetranychus urticae* and the generalist predator *Nesidiocoris tenuis*. *Phytoparasitica* **47** (5): 683–692.
- Pascual-Villalobos M. J., Robledo A. 1998. Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. *Industrial Crop and Products* **8** (3): 183–194.
- Pavela R. 2016. History, presence and perspective of using plant extracts as commercial botanical insecticides and farm products for protection against insects – a review. *Plant Protection Science* **52**: 229–241.
- Pavela R., Herda G. 2007. Repellent effects of pongam oil on settlement and oviposition of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on chrysanthemum. *Insect Science* **14**: 219–224.

- Pino O., Sánchez Y., Rojas M. M. 2013. Plant secondary metabolites as an alternative in pest management. I: Background, research approaches and trends. *Revista de Protección Vegetal* **28** (2): 81–94.
- Regnault-Roger C., Vincent C., Arnason J. T. 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology* **57**: 405–424.
- Ribeiro N., Camara C., Ramos C. 2016. Toxicity of essential oils of *Piper marginatum* Jacq. against *Tetranychus urticae* Koch and *Neoseiulus californicus* (McGregor). *Chilean Journal of Agricultural Research* **76**: 71–76.
- Schneweis D. J., Whitfield A. E., Rotenberg D. 2017. Thrips developmental stage-specific transcriptome response to tomato spotted wilt virus during the virus infection cycle in *Frankliniella occidentalis*, the primary vector. *Virology* **500**: 226–237.
- Shah M. M. R., Prodhan M. D. H., Siddique M. N. A., Mamun M. A. A., Shahjahan M. 2008. Repellent effect of some indigenous plant extracts against saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.). *International Journal of Sustainable Crop Production* **3** (5): 51–54.
- Soares M. A., Campos M. R., Passos L. C., Carvalho G. A., Haro M. M., Lavoit A.-V., Biondi A., Zappalà L., Desneux N. 2019. Botanical insecticide and natural enemies: a potential combination for pest management against *Tuta absoluta*. *Journal of Pest Science* **92** (4): 1433–1443.
- Stepanycheva E. A., Petrova M. O., Chermenskaya T. D., Roman P. 2014. Prospects for the use of *Pongamia pinnata* oil-based products against the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Psyche* **2014**: 5.
- Swathi S., Murugananthan G., Ghosh S. K. 2010. Oviposition deterrent activity from the ethanolic extract of *Pongamia pinnata*, *Coleus forskohlii*, and *Datura stramonium* leaves against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Pharmacognosy Magazine* **6** (24): 320–322.
- Tayoub G., Abu Alnaser A., Ghanem I. 2012. Fumigant activity of leaf essential oil from *Myrtus communis* L. against the khapra beetle. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants* **2** (1): 207–213.
- Tran D. H., Le K. P., Tran H. D. T., Ueno T. 2016. Control efficacy of pongam (*Pongamia pinnata* L.) leaf extract against the turnip aphid *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* **61** (1): 141–145.
- Tran D. H., Takagi M., Ueno T. 2017. Efficacy of the extract from pongam leaves (*Pongamia pinnata* L.) against *Spodoptera exigua* (Hübner) and *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* **62** (2): 439–443.
- Uçak H., Karaca İ., Güven Ö. 2014. The effects of some biopesticides on *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thripidae: Thysanoptera). *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* **5** (2): 137–148.
- Yi C. G., Choi B. R., Park H. M., Park C. G., Ahn Y. J. 2006. Fumigant toxicity of plant essential oils to *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae). *Journal of Economic Entomology* **99** (5): 1733–1738.
- Zandi-Sohani N., Rajabpour A., Yarahmadi F., Ramezani L. 2018. Sensitivity of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) and the generalist predator *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to vapors of essential oils. *Journal of Entomological Science* **53** (4): 493–502.

COMPARATIVE EVALUATION OF REACTIONS OF THE WESTERN FLOWER THIRPS *FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS* PERG. (THYSANOPTERA, THIRPIDAE) AND PREDATORY BUG *ORIOUS LAEVIGATUS* FIEBER (HETEROPTERA, MIRIDAE) TO *PONGAMIA PINNATA* (L.) PIERRE OIL

E. A. Stepanycheva, I. M. Pazyuk, T. D. Chermenskaya, M. O. Petrova, R. Pavela

Keywords: *Pongamia pinnata*, oil, seeds, *Frankliniella occidentalis*, *Orius laevigatus*, pest, predator, behaviour, reproduction, toxicity.

SUMMARY

The results of a comparative assessment of the reaction of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and the predatory bug *Orius laevigatus* to oil from seeds of *Pongamia pinnata* (L.) Pierre are presented. The use of *P. pinnata* oil had a repellent and toxic effect on the thrips adults and larvae, and also reduced the number of laid eggs. *Orius laevigatus* was highly sensitive to *P. pinnata* oil (even at the minimum effective concentration for thrips 0.75%) under various methods of exposure. The side effect of the oil on *O. laevigatus* revealed by us necessitates the development of tactics for the combined use of the oil and this entomophage or replacing *Orius* with another predator that is not susceptible to oil.