

УДК 632.951.025.3:665.52

ФУМИГАНТНАЯ ТОКСИЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ПО ОТНОШЕНИЮ К ОБЫКНОВЕННОМУ ПАУТИННОМУ КЛЕЩУ (*Tetranychus urticae* Koch.) (Acari: Tetranychidae)

© 2021 г. Е. М. Мунтян^{1,*}, М. Г. Батко¹

¹ Институт генетики, физиологии и защиты растений
MD 2002 Кишинев, ул. Пэдурий, 20, Республика Молдова

*E-mail: moontyane@yahoo.com

Поступила в редакцию 28.10.2020 г.

После доработки 11.11.2020 г.

Принята к публикации 11.02.2021 г.

Изучено фумигантное действие 5-ти коммерческих эфирных масел на обыкновенного паутинного клеща *Tetranychus urticae* Koch. Эфирные масла *Eucalyptus* spp., *Mentha piperita*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia sclarea* при концентрации 27 мкг/см³ воздуха через 24 ч вызывали 100%-ную гибель взрослых особей и односуточных яиц вредителя. Смертность клещей от паров *Santalum* spp. не превышала 20%. Анализ показателей CB_{50} и $СК_{50}$ эфирных масел показал, что самым токсичным для вредителя было масло перечной мяты (CB_{50} 120 мин, $СК_{50}$ 5.1 мкг/см³ при 5-часовой экспозиции). Сделано заключение, что эфирное масло *M. piperita* является наиболее перспективным природных акарицидом для разработки экологически безопасных средств контроля *T. urticae* в закрытом грунте.

Ключевые слова: фумигантная токсичность, эфирные масла, *Tetranychus urticae* Koch.

DOI: 10.31857/S0002188121050082

ВВЕДЕНИЕ

Обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* (Koch.) является одним из основных экономически важных вредителей овощных и цветочно-декоративных культур закрытого грунта Республики Молдова. Для борьбы с паутинными клещами зарегистрированы препараты на основе 6-ти действующих веществ, относящиеся к 4-м химическим классам (фосфорорганических веществ, авермектинам, неоникотиноидам, производным тетраниковой и тетрамиктовой кислот) [1]. Акарифагов для борьбы с вредителями не применяют. В теплицах для защиты растений регулярно используют инсектоакарициды. Однако из-за быстрого развития у клещей резистентности к большинству применяемых препаратов контроль численности *T. urticae* по-прежнему остается актуальной проблемой [2, 3]. Кроме этого, с ростом устойчивости клещей к акарицидам неизбежно увеличиваются кратность и дозы их применения, что ухудшает санитарно-гигиенические показатели качества продукции тепличного овощеводства. Снижение пестицидной нагрузки в теплицах возможно путем уменьшения доли использования синтетических инсектоакарицидов

и замещения их альтернативными методами контроля вредных членистоногих, разработанными на основе экологически безопасных веществ и технологий. Недавно для контроля клещей был зарегистрирован препарат на основе этиловых эфиров жирных кислот рапсового масла, но он пока не нашел широкого применения [1].

Эфирные масла растений давно известны как источники природных биолого-активных экологически безопасных соединений. Из 3000 известных в настоящее время эфирных масел ≈ 300 нашли применение в фармацевтической, агрономической, пищевой, санитарной, косметической промышленности [4]. Показано, что некоторые эфирные масла токсичны для различных организмов, включая насекомых и клещей. К основным преимуществам применения эфирных масел в теплицах для борьбы с вредителями относят их низкую персистентность в окружающей среде, малую токсичность для нецелевых организмов, отсутствие срока ожидания перед сбором урожая.

Метод фумигации рассматривается как один из способов применения эфирных масел для контроля вредителей в теплицах. Фумигация превосходит другие методы борьбы с вредными члени-

стоногими, для которых характерен колюще-сосущий механизм питания. Клещи, белокрылки, трипсы питаются и размножаются на адаксиальной стороне листа, труднодоступной при опрыскивании ядохимикатами. В случае введения токсического вещества в виде летучих паров эфирных масел, легко проникающих к нижней стороне листа, становится возможным более эффективный контроль всей популяции сосущих вредителей. При изучении особенностей действия летучих компонентов некоторых эфирных масел на паутиных клещей установлено, что они эффективны против популяций вредителей, обладающих устойчивостью к синтетическим акарицидам [5]. Благодаря этим данным открывается возможность для применения эфирных масел в программах борьбы с резистентностью *T. urticae* к традиционным инсектоакарицидам. Кроме этого, показано, что сублетальные концентрации паров эфирных масел уменьшали продолжительность жизни, выживаемость и плодовитость *T. urticae* и вызывали снижение скорости роста популяции вредителя [6, 7]. В мире зарегистрировано несколько препаратов на основе эфирных масел. Их применяют для борьбы с некоторыми видами вредителей закрытого грунта и запасов [8, 9].

Цель работы – оценка фумигантной токсичности 5-ти коммерческих эфирных масел для яиц и взрослых особей обыкновенного паутинового клеща.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте использовали самок и однодневные яйца лабораторной чувствительной к инсектоакарицидам культуры *Tetranychus urticae* Koch. Испытывали эфирное масло эвкалипта (*Eucalyptus* spp.), перечной мяты (*Mentha piperita* L.), розмарина обыкновенного (*Rosmarinus officinalis* L.), мускатного шалфея (*Salvia sclarea* L.), сандалового дерева (*Santalum* spp.) (фирма “Düllberg Konzentra”, Германия).

Для изучения фумигантной токсичности эфирных масел листья фасоли с однодневными яйцами или подсаженными самками *T. urticae*, уложенные в чашки Петри на ватные матрасики, смоченные водой, помещали в эксикаторы, объемом 1.5 л, с парами эфирных масел. В качестве диспенсеров для эфирных масел использовали бумажные фильтры низкой плотности “белая лента” диаметром 12.5 см. Фильтры закрепляли в верхней части крышки эксикаторов на расстоянии 9 см от дна чашки Петри. На опытные диспенсеры наносили по 0.1 мл спиртовых растворов масел различной концентрации, на кон-

трольные – по 0.1 мл спирта. Фильтры перед помещением в эксикаторы в течение 30 с выдерживали на открытом воздухе. Опыты проводили при температуре 27°C. За отрождением яиц следили в течение 5–7 сут, смертность взрослых клещей регистрировали через 24 ч. Для каждой концентрации эфирных масел опыты выполняли в четырехкратной повторности на 25–30 экз. самок клещей. Данные о смертности вредителя обрабатывали статистическими методами с поправкой на гибель особей в контроле.

Токсикологические характеристики эфирных масел для самок клещей рассчитывали методом пробит-анализа Финни–Миллера–Тейнтера [10]. Полученные данные обрабатывали статистическими методами. Во всех случаях был принят 5%-ный уровень значимости [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Летучие компоненты эфирных масел эвкалипта, перечной мяты, розмарина обыкновенного, мускатного шалфея и сандалового дерева оказывали на взрослых особей *T. urticae* разное токсическое действие. Через 1 сут после обработки паутиных клещей парами эфирных масел эвкалипта, розмарина обыкновенного, мускатного шалфея при концентрации 27 мкг/см³ воздуха наблюдали 100%-ную гибель взрослых особей вредителя. В этих же условиях погибали все односуточные яйца паутиных клещей. В то же время для достижения 100%-ной смертности вредителя и односуточных яиц потребовалась существенно более низкая концентрация (13.5 мкг/см³ воздуха) паров эфирного масла *Mentha piperita*. Значительно менее токсичными для *T. urticae* оказались пары масла сандалового дерева. При концентрации паров 27 мкг/см³ воздуха смертность вредителей не превышала 20%.

Токсическое действие эфирных масел на *T. urticae* зависело от продолжительности контакта особей с парами этих масел (табл. 1). При концентрации масел 27 мкг/см³ воздуха среднелетальное время (CB_{50}), за которое погибало 50% самок клещей, составляло 185 мин для масла *Salvia sclarea* и 175 мин для масла *Eucalyptus* spp. Пары эфирного масла *Rosmarinus officinalis* достоверно быстрее вызывали токсический эффект, CB_{50} равнялось 125 мин. По скорости токсического действия на клещей пары *Mentha piperita* превосходили остальные тестируемые эфирные масла. При концентрации паров этого масла 7.0 мкг/см³ воздуха, CB_{50} составляло 120 мин. Пробит-кривая эфирного масла перечной мяты имела суще-

Таблица 1. Среднелетальное время (CB_{50}) действия эфирных масел на самок *T. urticae*

Эфирное масло	<i>n</i>	<i>b</i>	CB_{50} , мин
<i>Eucalyptus</i> spp. *	319	2.6 ± 0.33	175 (148–200)
<i>Mentha piperita</i> **	298	4.36 ± 0.37	120 (108–132)
<i>Rosmarinus officinalis</i> *	288	2.87 ± 0.34	125 (121–132)
<i>Salvia sclarea</i> spp. *	281	3.06 ± 0.39	185 (160–218)

Примечания. 1. Концентрация паров эфирных масел: *27 мкг/см³, **7.0 мкг/см³ воздуха. 2. *n* – общее число клещей, использованных в опытах, *b* – коэффициент регрессии и стандартное отклонение, в скобках указаны доверительные интервалы при $P = 0.05$. То же в табл. 2.

Таблица 2. Фумигантная токсичность эфирных масел для самок *T. urticae*

Эфирное масло	<i>n</i>	<i>b</i>	CK_{50} , мкг/см ³
<i>Eucalyptus</i> spp.	338	7.5 ± 0.9	17.2 (14.0–20.0)
<i>Mentha piperita</i> **	244	4.1 ± 0.7	5.1 (4.5–5.8)
<i>Rosmarinus officinalis</i> *	271	8.6 ± 1.2	16.4 (14.3–18.6)
<i>Salvia sclarea</i> spp. *	312	8.7 ± 0.9	16.7 (15–17)

Примечание. Время экспозиции: *24 ч, **5 ч.

ственно более высокую величину угла наклона *b* по сравнению с другими фумигантами. Это свидетельствовало об однородной реакции особей исследованной популяции на действие паров *Mentha piperita*. Такой быстрый летальный эффект на вредителей характерен для ядов, обладающих нейротоксическим механизмом действия.

Среднелетальные концентрации (CK_{50}) паров летучих веществ эфирных масел представлены в табл. 2. Величины CK_{50} эфирных масел *Eucalyptus*, *Rosmarinus officinalis* и *Salvia sclarea* не существенно отличались и находились в пределах от 16.4 до 17.2 мкг/см³ воздуха при экспозиции клещей в течение 24 ч. В работе [12] изучали токсичность для самок *T. urticae* эфирных масел, поставляемых на мировой рынок компанией “Berje” Inc. (Нью-Джерси, США). Полученная нами величина CK_{50} эвкалипта не существенно отличалась от величины этого показателя, ранее полученного для эфирного масла лимонного эвкалипта (*Eucalyptus citriodora*), выпускаемого американской компанией. В то же время выявлены различия в токсичности эфирных масел разных видов шалфея для самок *T. urticae*. Для взрослых особей обыкновенного паутиного клеща летучие компоненты эфирного масла *Salvia sclarea* ($CK_{50} = 16.7$ мкг/см³) были в 3 раза более токсичными, чем пары эфирного масла *Salvia officinalis* ($CK_{50} = 63.7$ мкг/см³) [12]. При фумигации в течение 5 ч эфирным маслом

Mentha piperita самок паутиных клещей получили величину CK_{50} , равную 5.1 мкг/см³. Величина CK_{50} перечной мяты оказалась в 4.5 раза меньше, чем величина CK_{50} , определенная корейскими исследователями при суточной экспозиции клещей в парах масла этого вида мяты. Согласно данным этих же авторов, менее токсичным для паутиных клещей было эфирное масло *Mentha spicata* ($CK_{50} = 38.8$ мкг/см³), главной составляющей которого в отличие от *Mentha piperita* является не ментол, а карвон. Обращает на себя внимание тот факт, что летучие компоненты эфирных масел *Mentha piperita* и *Mentha pulegium* проявляли большую токсичность по отношению к другим тепличным вредителям (белокрылкам и трипсам). Для *Thrips palmi*, например, CK_{50} для этих видов мяты не превышали величины 2.63 мкг/см³ воздуха [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изученные эфирные масла, за исключением масла *Santalum* spp., обладали фумигантными свойствами по отношению к обыкновенному паутиному клещу. Коммерческие эфирные масла, которые использовали в работе, характеризовались достаточно высокой фумигантной токсичностью. При 24-часовой экспозиции концентрация летучих паров эфирных масел 27 мкг/см³ обеспечивала 100%-ную гибель яиц и взрослых особей паутиных клещей. По токсичности для *T. urticae* эфирные масла *Eucalyptus* spp. и *Salvia sclarea* spp. не уступали эфирным маслам, которые выпускает фирма “Berje” (США) [12]. Более того, эфирное масло *Mentha piperita* по своему токсическому действию на вредителей существенно (в 4.5 раза) превосходило эфирное масло этого вида мяты, выпускаемого американской фирмой. Среди всех протестированных эфирных масел благодаря своей высокой биологической активности в отношении клещей эфирное масло *Mentha piperita* было наиболее перспективным акарицидом для разработки экологически безопасных средств контроля *T. urticae* в закрытом грунте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный реестр фитосанитарных продуктов и удобрений Республики Молдова. 2019. (Электр. документ). // <http://www.pesticide.md/reg-istrul-de-stat>
2. Мунтян Е.М., Язловецкий И.Г. Токсичность некоторых инсектоакарицидов и мониторинг резистентности к ним тепличных популяций обыкновенного паутиного клеща *Tetranychus urticae* Koch.

- (Acari: Tetranychidae) // Международ. научн. конф. “Фитосанитарная безопасность агроэкосистем”. 7–9 июля, г. Новосибирск. 2010. С. 177–180.
3. Мунтян Е.М., Батко М.Г., Язловецкий И.Г. Чувствительность к абамектину тепличных популяций обыкновенного паутинового клеща *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) // Агрехимия. 2011. № 7. С. 58–60.
 4. Bakkali F., Averbek S., Averbek D., Idamar M. Biological effect of essential oils – a review // Food Chem. Toxicol. 2008. V. 46. № 2. P. 446–475.
 5. Han J., Kim S.-I., Choi B.-R., Lee S.-G., Ahn Y.-J. Fumigant toxicity of lemon eucalyptus oil constituents to acaricide-susceptible and acaricide-resistant *Tetranychus urticae* // Pest Manag. Sci. 2011. V. 67. P. 1583–1588.
 6. Gholamzadeh-Chitgar M., Khosravi R., JalaliSendi J., Ghadamyari M. Sublethal effects of *Thymus vulgaris* essential oil on life-table parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) // Archiv. Phytopathol. Plant Protect. 2013. V. 46. P. 781–788.
 7. Esmaeily M., Bandani A., Zibae I., Sharifian I., Zare S. Sublethal effects of *Artemisia annua* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils on life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) // Persian J. Acarol. 2017. V. 6. № 1. P. 39–52.
 8. Isman M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. // Ann. Rev. Entomol. 2006. V. 51. P. 45–56.
 9. Regnault-Roger C., Vincent C., Arnasson J.T. Essential oils in insect control: low-risk products in a highstakes world // Ann. Rev. Entomol. 2012. V. 57. P. 405–424.
 10. Гап К.А. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. М., 1963. 288 с.
 11. Лакун Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 292 с.
 12. Han J., Choi B.-R., Lee S.-G., Kim S.I., Ahn Y.-J. Toxicity of plant essential oils to acaricide-susceptible and resistant *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) // J. Econ. Entomol. 2010. V. 103. № 4. P. 1293–1298.
 13. Yi C.-G., Choi B.-R., Park H.-M., Park C.-G., Ahn Y.-J. Fumigant toxicity of plant essential oils to *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) and *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) // J. Econ. Entomol. 2006. V. 99. № 5. P. 1733–1738.

Fumigant Toxicity of Plant Essential Oils against *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae)

E. M. Muntyan^{a, #} and M. G. Batko^a

^a Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection
Peduriy str. 20, Kishinev MD 2002, Republic of Moldova

[#]E-mail: moontyane@yahoo.com

The fumigant effect of 5 commercial essential oils on the common spider mite *Tetranychus urticae* Koch. was studied. Essential oils of *Eucalyptus* spp., *Mentha piperita*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia sclarea* at a concentration of 27 µg/cm³ of air after 24 hours caused 100% death of adult individuals and single-day eggs of the pest. Mortality of mites from *Santalum* spp. it did not exceed 20%. The analysis of the indicators of average lethal time (*ALT*₅₀) and average lethal concentrations (*ALK*₅₀) essential oils showed that the most toxic to the pest was peppermint oil (*ALT*₅₀ = 120 min, *ALK*₅₀ = 5.1 µg/cm³ at 5-hour exposure). It is concluded that the essential oil of *M. piperita* is the most promising natural acaricide for the development of environmentally safe means of controlling *T. urticae* in closed ground.

Key words: fumigant toxicity, essential oils, *Tetranychus urticae* Koch.