

УДК 632.936

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА *LITSEA CUBEBA* И ЦИТРАЛЯ В ОТНОШЕНИИ ПАУТИННОГО КЛЕЩА *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

© 2023 г. Е. А. Степанычева,* М. О. Петрова,**
Т. Д. Черменская***

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
шоссе Подбельского, 3, С.-Петербург–Пушкин, 196608 Россия
*e-mail: stepanycheva@yandex.ru (автор, ответственный за переписку),
** e-mail mar34915696@yandex.ru, *** e-mail tchermenskaya@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.03.2023 г.
После доработки 22.03.2023 г.
Принята к публикации 19.05.2023

Статья посвящена изучению биологической активности эфирного масла *Litsea cubeba* и его основного компонента цитраля для оценки возможности их использования в биологизированной защите культур закрытого грунта. Работа проводилась на лабораторной популяции паутино-го клеща и растениях фасоли. Оценивали токсическое действие препаратов при контактно-кишечном и фумигационном применении, а также репеллентное действие на самок и на особей дочернего поколения. При использовании масла *L. cubeba* и цитраля в концентрации 0.25 % коэффициент размножения достоверно снижается соответственно в 2.8 и 2.5 раза. При фумигации эффективность эфирного масла в дозировках 7.5 и 6.0 мкл/л воздуха была близка к 100 %. После снижения дозировки до 4.5 мкл/л смертность в опыте превысила 50 %, а число яиц снизилось на 84.5% по сравнению с контролем. В варианте с дозировкой 3.75 мкл/л показатель смертности снизился до 12.9 %, но при этом потенциал размножения (по числу отложенных одной самкой яиц) сократился более чем на 60 %. Использование цитраля в дозировке 3.0 мкл/л приводило к повышению смертности клеща до более чем 80 % и уменьшению числа откладываемых самкой яиц более чем на 90 %. При изучении репеллентного действия самки почти полностью игнорировали листья, обработанные 0.125%-ными растворами обоих препаратов, а число яиц снижалось в этих опытах более чем на 90 %. Применение концентрации цитраля 0.06 % также предотвращало заселение листьев клещом, а использование 0.045%-ного раствора приводило к уменьшению числа яиц в 3.1 раза. Таким образом, масло *L. cubeba* и цитраль могут быть перспективны в качестве природных акарицидных средств при различных способах применения.

Ключевые слова: эфиромасличные растения, цитраль, акарицидная активность, фумигация, репеллентный эффект.

DOI: 10.31857/S0367144523020065, EDN: DTJVDW

Паутиновый клещ *Tetranychus urticae* Koch относится к числу важнейших вредителей среди фитофагов. Этот широкий полифаг, наносящий ущерб тепличным культурам (овощным, декоративным и др.), способен влиять на физиологические процессы растений, уменьшая площадь фотосинтетической активности и при тяжелых инвазиях

вызывая опадение листьев (Kumari et al., 2017). Кроме того, накопление фекалий, паутины и дефолиация могут влиять на внешний вид растений и снижать их коммерческую ценность. В ассортименте защитных мероприятий против паутинного клеща, так же как и против других фитофагов, значительно преобладает применение химически синтезированных пестицидов (Rincón et al., 2019; Долженко и др., 2021).

Широкомасштабное и продолжительное применение инсектоакарицидов неизбежно приводит к появлению устойчивых популяций вредителей, накоплению экологически опасных остатков на собранных продуктах и другим негативным последствиям. К настоящему времени у *T. urticae* выявлена устойчивость к значительной части применяемых синтетических акарицидов (Mota-Sanchez, Wise, 2022). Кроме того, при воздействии сублетальных доз пестицидов этот клещ способен повышать скорость своего размножения, что приводит к увеличению численности его популяции за меньший период времени. Многие традиционные акарициды оказывают негативное влияние на естественных хищников клещей *T. urticae*, подавляя их биологический потенциал и, таким образом, снижая эффективность биологического метода (Ной, 2011). Особенно актуальна эта проблема в закрытом грунте, где происходит круглогодичное выращивание различных культур.

Из-за перечисленных отрицательных последствий применения синтетических акарицидов, а также проблем, связанных с загрязнением окружающей среды, риском для здоровья человека и животных, фитотоксичностью, остро встает вопрос о необходимости пополнения ассортимента средств защиты растений от *T. urticae* новыми биологически активными и экологически безопасными соединениями, а также разработки тактики их применения. Одним из возможных альтернативных вариантов являются ботанические пестициды (растительные экстракты, эфирные масла или их отдельные составляющие вещества), которые оказывают минимальное вредное воздействие на окружающую среду, характеризуются низким остаточным содержанием и медленными темпами развития резистентности, хотя и у них не исключена возможность проявления фитотоксичности (Rincón et al., 2019; Степанывева и др., 2022). Использование биопестицидов может быть одним из многообещающих инструментов, включенных в комплексную программу по снижению вредоносности членистоногих в условиях сокращения объемов применения традиционных пестицидов. Под термином «биопестициды» подразумеваются препараты, массово производимые из живых микроорганизмов или натуральных продуктов и характеризующиеся низкой токсичностью для теплокровных, быстрой деградацией и селективностью действия (Монастырский, 2019). Их употребление снижает темпы развития резистентности за счет многообразия состава компонентов с разными механизмами действия.

Цель данного исследования – изучить различные типы биологической активности эфирного масла *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. (Lauraceae) и его основного компонента – цитраля, а также оценить возможность их использования как элемента биологизированной защиты культур закрытого грунта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Лабораторную культуру паутинного клеща в течение длительного времени разводили на растениях фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) при температуре 24 ± 1 °C и продолжительности светового периода 16 ч.

Масло и цитраль получены из Института исследования сельскохозяйственных культур в Праге (Crop Research Institute (CRI), Prague, Czech Republic).

Для испытаний готовили 1%-ные растворы путем растворения 100 мкл эфирного масла *L. cubeba* или цитраля в 900 мкл этилового спирта с последующим добавлением 9 мл воды при перемешивании. Необходимые концентрации готовили методом последовательного разбавления водой.

Влияние эфирного масла *Litsea cubeba* и цитраля на смертность самок клеща, численность и жизнеспособность их потомства при контактно-кишечном действии

Растения фасоли выращивали индивидуально в стаканчиках объемом 250 мл и в фазе развернувшихся семядольных листьев опрыскивали тестируемыми растворами или водой (контроль) до смыкания капель. На каждое растение помещали по 10 самок клеща. Стаканчики с растениями содержали в поддонах с водой для снижения вероятности ухода клещей с растений. Через сутки самок удаляли, учитывая живых и погибших, и подсчитывали число отложенных яиц. Растения переносили в чистые боксы, и учет проводили при появлении молодых имаго.

Снижение численности потомства (яиц) в опыте по сравнению с контролем рассчитывали по формуле (1):

Снижение числа яиц (%) = [(число яиц на 1 самку в контроле – число яиц на 1 самку в опыте) / число яиц на 1 самку в контроле] × 100 %

Коэффициент размножения (КР) вычисляли по формуле:

КР = число имаго дочернего поколения / число самок родительского поколения.

Фумигационное действие эфирного масла *Litsea cubeba* и цитраля на паутинного клеща

Растворы масла и цитраля определенной концентрации в этаноле наносили на фильтровальную бумагу (диспенсер) в количестве 10 мкл. После испарения растворителя (через 2 мин) диспенсер прикрепляли на внутреннюю сторону крышки пластикового контейнера (объем 265 мл), на дне которого находился лист фасоли. Для поддержания тургора черешок листа опускали в пробирку Эппендорфа с водой. В подготовленные таким образом контейнеры помещали по 20 самок клеща и плотно закрывали крышкой. Через сутки подсчитывали число живых и погибших самок и отложенных яиц. В каждом опыте было по 5 повторностей.

Смертность имаго рассчитывали по формуле:

Смертность, % = (погибших в опыте, % – погибших в контроле, %) / (100 – погибших в контроле, %) × 100

Уменьшение числа яиц рассчитывали по формуле (1).

Влияние масла *Litsea cubeba* и цитраля на поведение самок паутинного клеща

Высечки листьев фасоли (диаметром 2 см) окунали на 3 сек в тестируемые растворы или в воду (контроль). Листья попарно (опыт – контроль) размещали на влажной вате

на расстоянии 5 см и соединяли пластиковым «мостиком», на середину которого выпускали по 20 самок паутинного клеща. Через сутки учитывали распределение самок на листьях и количество отложенных яиц.

Реакцию на летучие вещества препарата оценивали по индексу репеллентности (ИР):

ИР = (число особей на контрольном растении – число особей на опытном растении) / общее число привлеченных особей.

Детеррентный эффект оценивали по снижению числа яиц.

Статистическая обработка данных

Данные экспериментов были проанализированы с помощью однофакторного анализа ANOVA (MicroCal Origin, version 3.01), средние значения сравнивали, используя тест Tukey's HSD. Достоверность различий оценивали при 5%-ном уровне значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Влияние эфирного масла *Litsea cubeba* и цитраля на смертность самок клеща, численность и жизнеспособность их потомства при контактно-кишечном действии

Проведенная нами ранее оценка фитотоксичности для листьев фасоли растворов растительного масла *L. cubeba* и цитраля показала, что максимальной концентрацией, не оказывающей негативного влияния на растения, является 0.25 % (Степанычева и др., 2022). При использовании масла *L. cubeba* и его основного компонента в концентрации 0.25 % число отложенных яиц заметно снижается по сравнению с контролем (табл. 1), и именно за счет этого в опытах регистрируется достоверное снижение коэффициента размножения соответственно в 2.8 и 2.5 раза ($p = 0.00006$ и 0.00012); опытные варианты между собой не различались ($p = 0.31806$). После разведения рабочих растворов в 2 раза влияние на плодовитость клеща уменьшилось и снижение численности яиц по сравнению с контролем составило 25.5 % ($p = 0.01476$) для масла и 15.7 % для цитраля ($p = 0.11$). Показатели дальнейшего развития особей дочернего поколения, вплоть до появления имаго, в опыте существенно не отличались от контрольных. Однако ни масло, ни цитраль в используемых концентрациях (0.25 и 0.125 %) не обладали прямой токсичностью для имаго паутинного клеща.

Фумигационное действие эфирного масла *Litsea cubeba* и цитраля на паутинного клеща

Изучение фумигационного действия масла *L. cubeba* на паутинного клеща показало, что его летучие компоненты токсичны для самок и уменьшают число отложенных яиц. При дозировках 7.5 и 6.0 мкл/л воздуха оба эти показателя были близки к 100 %. После уменьшения концентрации масла до 4.5 мкл/л смертность в опыте превысила 50 %, а показатель подавления репродуктивной способности составил 84.5 %. В варианте с 3.75 мкл/л смертность самок значительно снижалась, но плодовитость оставалась на низком уровне (табл. 2). После применения цитраля в дозировке 3.0 мкл/л

Таблица 1. Влияние масла *Litsea cubeba* и цитраля на самок паутиного клеща *Tetranychus urticae* Koch и их потомство при контакте с обработанной поверхностью

Вариант	Гибель самок через 1 сутки, %	Среднее число яиц на 1 самку	Уменьшение числа яиц, %	Гибель на преимагинальных стадиях, %	Коэффициент размножения
Контроль	0.0 ± 0.00	4.9 ± 0.41	–	13.8 ± 3.06	4.2 ± 0.40
<i>L. cubeba</i> 0.25 %	1.7 ± 1.67	1.9 ± 0.16**	61.2	21.4 ± 1.79	1.5 ± 0.13**
Цитраль 0.25 %	2.8 ± 1.77	2.1 ± 0.18**	57.1	19.5 ± 3.45	1.7 ± 0.13**
Контроль	0.0 ± 0.00	5.1 ± 0.35	–	16.8 ± 2.96	4.3 ± 0.27
<i>L. cubeba</i> 0.125 %	1.5 ± 1.25	3.8 ± 0.30*	25.5	19.6 ± 0.70	3.0 ± 0.26**
Цитраль 0.125 %	1.4 ± 1.38	4.3 ± 0.32	15.7	20.3 ± 3.03	3.4 ± 0.24*

Примечание. * – различия с контролем достоверны при $P \leq 0.05$, ** – различия с контролем достоверны при $P \leq 0.01$.

Таблица 2. Влияние летучих компонентов масла *Litsea cubeba* и цитраля на самок паутиного клеща *Tetranychus urticae* Koch при фумигации

Дозировка, мкл/л воздуха	Смертность в сравнении с контролем, %	Среднее число яиц на 1 самку	Уменьшение числа яиц в сравнении с контролем, %
<i>L. cubeba</i>			
7.5	100	0.03 ± 0.03	99.3
6.0	97.7	0.08 ± 0.05**	98.6
4.5	57.6	0.88 ± 0.23**	84.5
3.75	12.9	1.72 ± 0.33**	61.4
3.0	11.4	3.14 ± 0.16**	52.3
2.0	6.7	3.41 ± 0.53	22.7
1.5	1.4	3.60 ± 0.20	18.2
Цитраль			
6.0	100	0.02 ± 0.01**	99.6
4.5	100	0.06 ± 0.02**	98.7
3.0	84.5	0.24 ± 0.04**	94.6
1.5	36.6	1.83 ± 0.22**	67.5
0.75	13.7	2.40 ± 0.22**	42.9

Примечание. * – различия с контролем достоверны при $P \leq 0.01$.

в аналогичных экспериментах показатель смертности имаго клеща в опыте превышал 80 %, а снижение плодовитости составляло более 90 %. Уменьшение дозировки в 2 раза привело к резкому снижению смертности при сохранении негативного влияния на плодовитость самок.

Влияние масла *Litsea cubeba* и цитраля на поведение самок паутиного клеща

Результаты изучения влияния масла *L. cubeba* на поведение самок паутиного клеща (табл. 3) показывают способность летучих компонентов масла изменять поведение фитофага при выборе субстрата для питания и откладки яиц. Проведенный через сутки учет показал, что на листьях, обработанных 0.25%-ным раствором масла, присутствовали лишь единичные особи. Число отложенных яиц на листьях, обработанных 0.125%-ным раствором масла, было на 90 % меньше, чем в контроле. После разведения раствора масла до 0.03%-ной концентрации соотношение числа самок на опытных и контрольных растениях составляло 1 : 4, а яиц – 1 : 2.3.

Выраженный репеллентный эффект характерен и для цитраля. Применение концентраций 0.125 и 0.06 % почти полностью предотвращало заселение листьев клещом. Использование цитраля в концентрации 0.045 % приводило к снижению заселения листьев самками (ИР около 50 %) и достоверно уменьшало число отложенных яиц (в 3.1 раза).

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время активно изучаются механизмы действия эфирных масел и веществ, входящих в их состав, на широком спектре фитофагов из разных систематиче-

Таблица 3. Влияние масла *Litsea cubeba* и цитраля на поведение самок паутиного клеща *Tetranychus urticae* Koch при выборе субстрата для питания и откладки яиц

Концентрация, %	Число имаго, $X_{ср} \pm SE$		ИР	Число яиц, $X_{ср} \pm SE$		Уменьшение числа яиц, %
	опыт	контроль		опыт	контроль	
<i>L. cubeba</i>						
0.25	0.8 ± 0.36**	19.3 ± 0.63	92.0	3.7 ± 2.06**	114.4 ± 16.33	96.8
0.125	1.3 ± 0.68**	17.7 ± 1.02	86.3	4.1 ± 1.93**	68.9 ± 4.48	94.1
0.06	4.4 ± 1.17**	16.5 ± 1.20	57.9	17.0 ± 6.53**	59.2 ± 3.85	71.3
0.03	3.9 ± 0.71**	16.0 ± 1.07	60.8	34.0 ± 7.33**	79.0 ± 8.36	56.9
0.015	7.6 ± 1.54*	11.6 ± 1.58	20.8	37.8 ± 9.53	51.2 ± 7.04	24.2
Цитраль						
0.125	0.7 ± 0.26**	18.5 ± 0.40	92.7	0.6 ± 0.22**	81.9 ± 4.08	99.3
0.06	1.0 ± 0.36**	19.3 ± 0.67	90.1	2.1 ± 1.49**	71.0 ± 6.42	97.0
0.045	4.7 ± 0.72**	14.8 ± 0.59	51.8	24.2 ± 4.34**	75.0 ± 5.73	67.7
0.03	7.9 ± 1.00	10.2 ± 0.92	12.7	25.2 ± 3.32	31.5 ± 4.06	20.0

Примечание. * – различия с контролем достоверны при $P \leq 0.05$, ** – различия с контролем достоверны при $P \leq 0.01$.

ских групп, в том числе клещей. Наиболее распространенным методом изучения инсектоакарицидов является оценка их способности негативно влиять на объекты при контактно-кишечном действии.

Полученные нами результаты показали, что в концентрации 0.25 % масло *Litsea cubeba* и цитраль уменьшали число отложенных яиц более чем на 50 %, что, как показано выше, значительно меньше необходимой дозировки для такого эффекта (LC_{50}) других масел.

Ранее установлено, что эффективные токсические концентрации (LC_{95} через 24 часа) масел базилика душистого *Ocimum basilicum* L., тимьяна обыкновенного *Thymus vulgaris* L., кориандра посевного *Coriandrum sativum* L. для взрослых особей паутинового клеща, контактировавших с обработанной поверхностью, составляли 1.60, 1.60 и 3.12 % (Escobar Mata et al., 2014). Сравнение влияния эфирных масел из лимонного сорго *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, мяты *Mentha viridis* L., розмарина *Rosmarinus officinalis* L., травы майорана *Origanum majorana* L., семян фенхеля обыкновенного *Foeniculum vulgare* Mill. и *Coriandrum sativum*, цветков ромашки *Matricaria recutita* L. на жизнеспособность самок *Tetranychus urticae* продемонстрировало токсичность (LC_{50} через 24 часа) для взрослых особей при концентрациях 0.63, 0.62, 0.96, 1.30, 2.04, 2.88 и 5.75 %, а рабочие концентрации 1.54, 6.44, 0.96, 1.72, 1.30, 14.67 и 0.95 % снижали плодовитость на 50 % (Elhalawany, Dewidar, 2017).

Тестируемые нами эфирное масло *L. cubeba* и цитраль были способны вызывать гибель более 50 % самок паутинового клеща в течение 24 часов при дозировке масла 4.5 мкл/л масла *L. cubeba* и цитраля 3.0 мкл/л, а снижение плодовитости на 50 % и более обеспечивали соответственно дозировки 3.0 мкл/л и 1.5 мкл/л, что свидетельствует об их эффективности в подавлении развития и воспроизводства паутинового клеща.

Анализ литературных данных наглядно демонстрирует токсичность для клещей летучих эфирных масел. Так, масла из *Cymbopogon citratus*, цитронеллы *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle и черного перца *Piper nigrum* L. при фумигации против клеща *Dolichocybe indica* Mahunka вызывали гибель 50 % имаго в результате применения дозровок 0.179, 0.842 и 1.163 мкг/л воздуха (Punnuan, Insung, 2016). У эфирных масел из мяты длиннолистной *Mentha longifolia* (L.) Huds., мяты перечной *Mentha piperita* L., лимонного сорго *Cymbopogon flexuosus* (Nees ex Steud.) W. Watson и ветивера *Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty при таком же способе действия, исключаящем прямой контакт особей *T. urticae* с обработанной поверхностью, показатели LC_{50} составляли соответственно 11.08, 15.86, 17.23, 18.82 мг/л воздуха (Reddy, Dolma, 2018). Для взрослых самок клеща *T. urticae* установлены значения токсичности (LC_{50}) летучих эфирных масел из листьев и плодов эвкалипта *Eucalyptus microtheca* F. Muell., листьев *Satureja sahendica* Bornm., плодов борщевика персидского *Heracleum persicum* Desf. ex Fisch. и семян *Foeniculum vulgare* – соответственно 1.52, 5.70, 0.98, 3.15 и 5.75 мкл/л (Amizadeh et al., 2013); для масла из стеблей, цветков и листьев перца *Piper marginatum* Jacq. эти показатели составляли 0.37, 0.56 и 3.77 мкл/л (Ribeiro et al., 2016). Сходное действие на клеща оказывают масла из зиры *Cuminum cyminum* L., гвоздичного дерева *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et Perry и мяты *Mentha spicata* L., характеризующиеся токсичностью для имаго на уровне 3.74, 6.13 и 7.53 мкл/л воздуха соответственно, и способностью снижать число отложенных яиц на 50 % при дозировках (LC_{50}) 7.65, 8.73 и 9.01 мкл/л (Kheradmand et al., 2015), а масло *Ocimum basilicum*

вызывало такой же эффект при дозировке 0.6 мкл/л ($LC_{50} = 0.6$ мкл/л) (Pavela et al., 2016).

Способность эфирных масел растений влиять на поведение различных членистоногих, в том числе клещей, активно изучается. Продемонстрировано, что масла из аира обыкновенного *Acorus calamus* L., мяты перечной *Mentha piperita* и *Cymbopogon flexuosus* на 100 % защищают от заселения *T. urticae*, а из кедра гималайского *Cedrus deodara* (Roxb. ex D. Don) G. Don f. и баиля (баэля) *Aegle marmelos* L. – на 76.67 % (Reddy, Dolma, 2018). Для этого же тест-объекта через 24 часа после применения 1%-ных растворов из масел лавандина *Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel., шалфея лекарственного *Salvia officinalis* L., *Rosmarinus officinalis*, иссопа лекарственного *Hyssopus officinalis* L. показатели репеллентности составили соответственно 61.19, 44.76, 30.89 и 34.6 % (Salman et al., 2015). Дозировка в 0.2 % масла лавра обыкновенного *Laurus nobilis*, мирта обыкновенного *Myrtus communis* L. и фимбры колосистой *Thymbra spicata* L. оказывала репеллентное действие на уровне 79.16, 91.66 и 83.33 % (Yeşilayer, 2018). У эфирных масел эвкалипта шаровидного *Eucalyptus globulus* Labill. и гвоздичного дерева *Eugenia caryophyllata* Thunb. индекс репеллентности 89.9 % и 52.1 %, а также угнетение репродуктивной функции 81.8 и 35.2 % обеспечивали концентрации 4 % и выше (Hussein et al., 2013). Можно сказать, что на фоне приведенных выше результатов при данном способе воздействия масло *L. cubeba* показывает высокую активность: на обработанных 0.03%-ным раствором листьях оно было способно уменьшить число самок и число отложенных яиц более чем на 50 %.

ВЫВОДЫ

Полученные нами результаты использования масла *Litsea cubeba* против паутиного клеща *Tetranychus urticae* показали, что масло более эффективно при фумигационном действии, чем при контактно-кишечном. Аналогичная зависимость на этом же объекте показана в экспериментах с эфирным маслом кирказона трехлопастного *Aristolochia trilobata* L., когда эффективность фумигационного действия масла была в 28 раз выше, чем при контактно-кишечном действии (de Melo et al., 2018).

Представленные результаты свидетельствуют о том, что летучие компоненты масла *L. cubeba* и его основной компонент – цитраль почти в одинаковой степени токсичны для имаго *T. urticae* и способны угнетать репродуктивные функции при фумигации, а также влиять на поведение самок, выбирающих субстрат для питания и развития потомства. Контактно-кишечное применение масла и цитраля не оказывает существенного негативного влияния на жизнеспособность самок клеща, но снижает их плодовитость, приводя к снижению коэффициента размножения. Эти данные показывают, что масло *L. cubeba* и цитраль могут быть перспективны в качестве природных акарицидных средств с более чем одним способом воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Долженко В. И., Сухорученко Г. И., Буркова Л. А., Иванова Г. П., Васильева Т. И., Долженко О. В., Лаптиев А. Б. 2021. Совершенствование ассортимента средств борьбы с вредителями растений в XXI веке. *Агрохимия* **1**: 31–40.
<https://doi.org/10.31857/S000218812101004X>
- Монастырский О. А. 2019. Биопрепараты: типы, рынки в России и в других странах. *Агрохимия* **11**: 86–90.
<https://doi.org/10.1134/S0002188119110085>

- Степанычева Е. А., Петрова М. О., Черменская Т. Д. 2022. О влиянии эфирного масла *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. и его основного компонента на развитие оранжерейной белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* Westw. Сельскохозяйственная биология **57** (1): 193–201.
<http://www.agrobiology.ru/1-2022stepanycheva.html>
- Amizadeh M., Hejazi M. J., Saryazdi G. A. 2013. Fumigant toxicity of some essential oils on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). International Journal of Acarology **39** (4): 285–289.
<https://doi.org/10.1080/01647954.2013.777782>
- de Melo J. P. R., da Camara C. A. G., da Silva Gesiane Lima, de Moraes M. M., Alves P. B. 2018. Acaricidal properties of the essential oil from *Aristolochia trilobata* and its major constituents against the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). Canadian Journal of Plant Science **98** (6): 1342–1348.
<https://doi.org/10.1139/cjps-2018-0163>
- Elhalawany A. S., Dewidar A. A. 2017. Efficiency of some plant essential oils against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch and the two predatory mites *Phytoseiulus persimilis* (A.-H.), and *Neoseiulus californicus* (McGregor). Egyptian Academic Journal of Biological Sciences (A. Entomology) **10** (7): 135–147.
<http://dx.doi.org/10.21608/eajb.2017.12101>
- Hoy M. A. 2011. Agricultural Acarology: Introduction to Integrated Mite Management. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 430 p.
- Hussein H., Reda A. S., Momen F. M. 2013. Repellent, antifeedent and toxic effects of three essential oils on the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica **48** (1): 177–186.
<https://doi.org/10.1556/aphyt.48.2013.1.17>
- Kheradmand K., Beynaghi S., Asgari S., Sheykhi Garjan A. 2015. Toxicity and repellency effects of three plant essential oils against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Agricultural Science and Technology **17** (5): 1223–1232.
- Kumari S., Chauhan U., Kumari A., Nadda G. 2017. Comparative toxicities of novel and conventional acaricides against different stages of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences **16** (2): 191–196.
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.06.003>
- Mota-Sanchez D., Wise J. C. [Интернет документ] 2022. The arthropod pesticide resistance database. Michigan State University. URL: <http://www.pesticideresistance.org> (дата обращения 25.04.2022).
- Pavela R., Stepanycheva E., Shchenikova A., Chermenskaya T., Petrova M. 2016. Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. Industrial Crops and Products **94**: 755–761.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.050>
- Pumnuan J., Insung A. 2016. Fumigant toxicity of lemon grass, citronella grass and black pepper essential oils against mushroom mite (*Dolichocybe indica* Mahunka). International Journal of Agricultural Technology **12** (5): 893–898.
- Reddy S. G. E., Dolma S. K. 2018. Acaricidal activities of essential oils against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. Toxin Reviews **37** (1): 62–66.
<https://doi.org/10.1080/15569543.2017.1320805>
- Ribeiro N., da Câmara C. A. G., 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** (1): 71–76.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392016000100010>
- Rincón R. A., Rodríguez D., Coy-Barrera E. 2019. Botanicals against *Tetranychus urticae* Koch under laboratory conditions: a survey of alternatives for controlling pest mites. Plants **8** (8): 272.
<https://doi.org/10.3390/plants8080272>
- Salman S. Y., Saritas S., Kara N., Aydinli F., Ay R. 2015. Contact, repellency and ovicidal effects of four Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Journal of Essential Oil-Bearing Plants **18** (4): 857–872.
<https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.914856>
- Escobar Mata A. N., Molina Moncayo C. E., Zapata Jaramillo G. A., Yanez Moretta A. P. 2014. Comparación de la actividad acaricida de los aceites esenciales de *Ocimum basilicum*, *Coriandrum sativum* y *Thymus vulgaris* contra *Tetranychus urticae*. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida **19** (1): 21–33.
<https://doi.org/10.17163/lgr.n19.2014.01>
- Yeşilayer A. 2018. The repellency effects of three plant essential oils against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Applied Ecology and Environmental Research **16** (5): 6001–6006.
http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1605_60016006

BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE *LITSEA CUBEBA* ESSENTIAL OIL
AND CITRAL AGAINST THE TWO-SPOTTED SPIDER MITE
TETRANYCHUS URTICAE KOCH (ACARINA, TETRANYCHIDAE)

E. A. Stepanycheva, M. O. Petrova, T. D. Chermenskaya

Key words: essential oil plants, citral, acaricidal activity, fumigation, repellent effect.

S U M M A R Y

Investigation of the biological activity of *Litsea cubeba* essential oil and its main component citral to assess the possibility of their use in biologized protection of greenhouse crops was the aim of this research. The study was carried out on a laboratory population of the two-spotted spider mite on bean plants. The toxic action under the contact-intestinal application and fumigation, and repellent action against the spider mite females and their offspring were evaluated. When using *L. cubeba* oil and citral at a concentration of 0.25%, a significant decrease in the reproduction index by 2.8 and 2.5 times, respectively, was recorded. The activity of the essential oil under fumigation at doses of 7.5 and 6.0 $\mu\text{l/l}$ of air was close to 100%. After reducing the dosage to 4.5 $\mu\text{l/l}$, the mortality in the experiment exceeded 50%, and the suppression rate of reproduction was 84.5%. The negative effect on fertility remained above 60% at 3.75 $\mu\text{l/l}$. The citral application at a dosage of 3.0 $\mu\text{l/l}$ resulted in the mite mortality above 80% and a decrease in the number of eggs laid by female by more than 90%. Females ignored leaves treated with 0.25% solutions of the studied substances, and the decrease in the number of eggs was more than 90% (repellent effect). The use of citral at 0.125 and 0.06 % concentrations prevented the colonization of leaves by mites also, and at a concentration of 0.045 %, it reduced the number of eggs laid by 3.1 times. Thus, *L. cubeba* oil and citral may be perspective as natural acaricidal agents with different modes of action.