

Смеси жирных и эфирных масел растений для контроля западного цветочного трипса в защищенном грунте

A mixture of fatty and essential plant oils to protect plants from flower thrips in greenhouses

Ткаченко К.Г., Варфоломеева Е.А.

Аннотация

Последние несколько десятилетий ведется поиск способов использования вторичных метаболитов растений, компоненты которых обладают не только инсектицидным действием, но и проявляют репеллентный эффект. Настоящее исследование посвящено разработке метода использования смеси жирного масла Ним, получаемого из листьев *Azadirachta indica* L. (семейство Meliaceae), и различных эфирных масел – *Litsea cubeba* Pers. и *Cinnamomum verum* J.Presl. (Lauraceae), *Cymbopogon flexuosus* Stapf. (Poaceae), *Juniperus oxycedrus* L. (Cupressaceae), *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry или *Eugenia caryophyllata* Spreng. (Myrtaceae), *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), *Achillea millefolium* L. (Asteraceae), *Acorus calamus* L. (Acoraceae), для применения в оранжереях Ботанического сада Петра Великого БИН РАН против западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 (Thysanoptera, Thripidae). Экспериментальные рабочие растворы смеси жирного масла Ним с эфирными маслами приготавливали из расчета 80 мл масла на 10 л воды. В качестве эмульгатора использовали Полисорбат 80 (Твин 80) из расчета 10–15 мл на 10 л воды. Эфирные масла использовали в концентрации 5 мл на 10 л воды. Обработку растений проводили ручным опрыскивателем. В опыт брали по десять цветков для каждого из трех экземпляров одного вида растения. Обработки проводили при температуре воздуха 12–16 °C при влажности 85%. Расход рабочей жидкости 600 л/га. В результате проведенных обработок показано, что продолжительность защитного эффекта от применения комплекса масел колеблется от 14 до 21 дня. Наиболее эффективными оказались смеси жирного масла Ним с эфирными маслами растений *Litsea cubeba*, *Cinnamomum verum* и *Cymbopogon flexuosus*. Снижение численности потомства западного цветочного трипса составляло в среднем от 12 до 25% по сравнению с контролем.

Ключевые слова: *Frankliniella occidentalis*, *Azadirachta indica*, *Litsea cubeba*, *Cymbopogon flexuosus*, *Juniperus oxycedrus*, *Cinnamomum verum*, *Eugenia caryophyllata*, *Rosmarinus officinalis*, *Achillea millefolium*, *Acorus calamus*.

Для цитирования: Ткаченко К.Г., Варфоломеева Е.А. Смеси жирных и эфирных масел растений для контроля западного цветочного трипса в защищенном грунте // Картофель и овощи. 2025. №2. С. 26–29. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.99.14.001>

Tkachenko K.G., Varfolomeeva E.A.

Abstract

The last few decades have seen a search for ways to use secondary plant metabolites, the components of which have not only insecticidal but also repellent effects. The present work is devoted to the development of a method for using a mixture of Neem fatty oil obtained from the leaves of *Azadirachta indica* L. (family Meliaceae) and various essential oils – *Litsea cubeba* Pers. and *Cinnamomum verum* J.Presl. (Lauraceae), *Cymbopogon flexuosus* Stapf. (Poaceae), *Juniperus oxycedrus* L. (Cupressaceae), *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry or *Eugenia caryophyllata* Spreng. (Myrtaceae), *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), *Achillea millefolium* L. (Asteraceae), *Acorus calamus* L. (Acoraceae), for use in the greenhouses of the Peter the Great Botanical Garden BIN RAS against the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 (Thysanoptera, Thripidae). Experimental working solutions of a mixture of neem fatty oil with essential oils were prepared at the rate of 80 ml of oil per 10 l of water. Polysorbate 80 (Tween 80) was used as an emulsifier at the rate of 10–15 ml per 10 l of water. Essential oils were used at a concentration of 5 ml per 10 l of water. Plants were treated with a hand sprayer. Ten flowers for each of three specimens of one plant species were taken for the experiment. The treatments were carried out at an air temperature of 12–16 °C with a humidity of 85%. The consumption of the working fluid was 600 l/ha. As a result of the treatments, it was shown that the duration of the protective effect from the use of a complex of oils ranged from 14 to 21 days. The most effective were mixtures of Neem fatty oil with essential oils of *Litsea cubeba*, *Cinnamomum verum* and *Cymbopogon flexuosus* plants. The decrease in the number of offspring of the western flower thrips averaged from 12 to 25% compared to the control.

Keywords: *Azadirachta indica*, *Frankliniella occidentalis*, *Litsea cubeba*, *Cymbopogon flexuosus*, *Juniperus oxycedrus*, *Cinnamomum verum*, *Eugenia caryophyllata*, *Rosmarinus officinalis*, *Achillea millefolium*, *Acorus calamus*.

For citing: Tkachenko K.G., Varfolomeeva E.A. A mixture of fatty and essential plant oils to control flower thrips in greenhouses. Potato and vegetables. 2025. No2. Pp. 26–29. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.99.14.001> (In Russ.).

Вопрос экологизации разрабатываемых защитных мероприятий особенно остро стоит в условиях защищенного грунта, где практически каждая культура имеет целый комплекс фитофагов, характеризующихся высокой репродукцией. Коллекция оранжерейных растений

Ботанического сада Петра Великого БИН РАН в настоящее время насчитывает порядка 13500 видов и форм тропических и субтропических растений, относящихся к 1653 родам и 266 семействам. В результате многолетних энтомологических исследований оранжерейных коллекционных расте-



Западный цветочный трипс и характерные повреждения на листовой пластинке (*Brugmansia*)

ний Ботанического сада установлено, что одним из наиболее опасных вредителей является западный цветочный трипс *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 (Thysanoptera, Thripidae) (рис.).

Западный цветочный или калифорнийский цветочный трипс – опасный вредитель культурных растений, переносчик возбудителей их вирусных заболеваний [1, 2, 3]. Этот вид трипса чрезвычайно опасен. Он повреждает огурец, перец, томат, баклажан, капусту, салат; плодовые, декоративные и цветочные растения (шиповники, хризантемы, гвоздики, герберы, цикламены, пеларгония и многие другие). В России впервые был обнаружен в конце восьмидесятых годов XX века в тепличных хозяйствах, выявлен на растениях, завезенных из Голландии [4]. Карантинный объект, полифаг, отмечен более чем на 240 видах растений из 62 семейств. В течение последних 20 лет в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН исследуют болезни и вредителей, выявляемых на коллекционных растениях как в открытом, так и в защищенном грунте, и разрабатывают методы их контроля [1, 5, 6, 7].

Перспективный способ защиты растений от западного цветочного трипса – использование смеси растительных жирных и эфирных масел. В отличие от синтетических пестицидов, эти масла не токсичны для теплокровных организмов. В состав эфирных масел входят соединения, проявляющие биологическую активность в отношении большого числа патогенных микроорганизмов – бактерий, грибов, вирусов.

Жирное масло растения *Azadirachta indica* L. из семейства Meliaceae, известное как «масло Ним», используется в традиционной народной медицине Китая и Индии, а также в практике защиты растений от различных вредителей и бактериальных болезней [8, 9]. Смесь масла Ним с эфирным маслом растения *Cinnamomum verum* оказывает репеллентное и токсическое действие на *F. occidentalis*, а также снижает его плодовитость. Современные исследования показывают, что эфирные масла различных видов растений и их отдельные компо-

ненты обладают овицидным действием и антибактериальной активностью [10, 11, 12].

Эфирные масла – смеси органических летучих веществ, которые принадлежат к разным классам соединений, преимущественно к терпеноидам, реже соединения алифатического и ароматического ряда. Интенсивно ведется поиск эфирных масел, воздействующих на членистоногих [7, 13, 14, 15]. Повысить антибиотическую эффективность жирного масла Ним, получаемого из листьев из *A. indica* можно добавлением к нему эфирных масел из таких растений, как *Litsea cubeba* Pers., *Cymbopogon flexuosus* Stapf., *Juniperus oxycedrus* L. и *Cinnamomum verum* J. Presl., *Eugenia caryophyllata*, *Rosmarinus officinalis* L., *Achillea millefolium* L., *Acorus calamus* L. [5, 6, 7].

Достоинство использования смеси жирных и эфирных масел заключается в том, что они не токсичны для теплокровных и безвредны для окружающей среды. Большинство этих растительных масел не фитотоксичны, и устойчивость (резистентность) популяций насекомых к этим маслам развивается не так быстро, как к синтетическим препаратам [4, 5, 6, 7]. Это явилось основанием для разработки новой методики защиты растений в условиях защищенного грунта на коллекционных растениях Ботанического сада Петра Великого БИН РАН.

Цель работы – оценка влияния смесей на основе жирного масла Ним и эфирных масел разных видов растений на поведение и потенциал размножения *F. occidentalis*.

Условия, материалы и методы исследований

Работы проводили в экспозиционных оранжереях субтропического климата Ботанического сада Петра Великого БИН РАН в зимне-весенний период в 2020–2024 годы. Учеты проводили на коллекционных декоративных растениях *Saintpaulia hybrida* (Gesneriaceae), *Gerbera jamesonii* Bolus (Asteraceae), *Brugmansia versicolor* Lagerh. (Solanaceae), *Lantana camara* L. (Verbenaceae), *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng. [синоним *Calla aethiopica* L.] (Araceae), *Euryops chrysanthemoides* (DC.) B. Nord. (Asteraceae), контроль численности насекомых проводили по имаго и личинкам калифорнийского трипса.

Использовали эфирные масла таких видов как: *Litsea cubeba*, *Cymbopogon flexuosus*, *Juniperus oxycedrus*, *Cinnamomum verum*, *Eugenia caryophyllata*, *Rosmarinus officinalis*, *Achillea millefolium*, *Acorus calamus*.

Учитывали биологическую эффективность обработки. Эффективность определяли по формуле: $C = 100 (Ba - Ab) / Aa$, где C – процент смертности вредителей с поправкой на контроль; A и a – общее число особей в опытном варианте и контроле соответственно; B и b – количество погибших особей в опытном варианте и контроле соответственно.

Экспериментальные рабочие растворы жирного масла Ним приготавливали из расчета 80 мл масла на 10 л воды. В качестве эмульгатора использовали Полисорбат 80 (Твин 80) из расчета 10–15 мл на 10 л воды. Эфирные масла использовали в концентрации 5 мл на 10 л воды. Обработку растений проводили ручным опрыскивателем. В опыт брали по десять цветков для каждого из трех экземпляров одного вида растения. Обработки проводили

при температуре воздуха 12–16 °С при влажности 85%. Расход рабочей жидкости 600 л/га. Средняя численность вредителя колебалась от 3,1 до 9,3 на один цветок. Результаты приведены в таблице. Статистическая обработка результатов по Б.А. Доспехову [16].

Результаты исследований

В результате применения для обработки кол-лекционных оранжерейных растений различными комбинациями эфирных масел с жирным маслом Ним было выявлено их разное инсектицидное и репеллентное действие на западного цветочного трипса.

Наиболее эффективна смесь жирного масла Ним с эфирными маслами *Litsea cubeba*, *Juniperus oxycedrus*, *Cinnamomum verum*, *Cymbopogon flexuosus* и *Eugenia caryophyllata*. Варианты оценки эфирных масел *Achillea millefolium* и *Rosmarinus officinalis* показали почти одинаковые, не очень высокие результаты. Меньше всего проявили инсектицидную и репеллентную активность эфирные масла *Acorus calamus*.

В опытах показано, что при обработке смеси жирного масла Ним с эфирными маслами *Litsea cubeba*, *Juniperus oxycedrus*, *Cymbopogon flexuosus*

плодовитость численности потомства (по личинкам дочернего поколения) снижалась (табл.).

Выводы

Результаты оценки совместного влияния жирного масла Ним и разных эфирных масел на поведение и размножение западного цветочного трипса различаются по биологической эффективности.

Продолжительность защитного эффекта от применения комплекса масел колеблется от 14 до 21 дня. Возможно, это свидетельство частичной стерилизации вредителя в результате ингибирования яйцекладки.

Наиболее эффективными оказались смеси жирного масла Ним с эфирными маслами *Litsea cubeba*, *Cinnamomum verum* и *Cymbopogon flexuosus*. Снижение численности западного цветочного трипса составляло от 12 до 25% по сравнению с контролем.

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановой теме «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений Ботанического сада Петра Великого БИН РАН», номер 124020100075–2.

Динамика численности *Frankliniella occidentalis* после обработки смесями жирного масла Ним и эфирными маслами разных видов, 2020-2024 годы

Вариант опыта	Вид	Численность, шт	Биологическая эффективность (в %), по дням			
			3	7	14	21
Масло Ним + <i>Cymbopogon flexuosus</i>	<i>Gerbera jamesonii</i>	5,1±0,6	20,5±3,4	69,1±5,5	94,5±1,6	88,6±2,8
	<i>Lantana camara</i>	2,5±0,6	25,8±3,6	72,9±5,5	92,1±3,6	85,6±2,8
	<i>Brugmansia versicolor</i>	5,7±2,5	27,8±2,3	74,5±4,7	90,7±1,1	83,5±1,4
	<i>Saintpaulia hybrida</i>	3,4±1,8	26,1±12,3	70,2±7,5	96,5±1,8	91,9±3,5
	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	6,5±0,5	22,4±2,1	69,4±2,9	88,8±3,1	81,3±3,1
	<i>Euryops chrysanthemoides</i>	7,1±2,4	24,1±2,5	58,6±2,4	93,9±1,6	85,8±2,7
Масло Ним + <i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Gerbera jamesonii</i>	4,5±0,2	21,3±3,8	73,8±4,1	96,3±1,9	92,3±2,4
	<i>Lantana camara</i>	5,3±0,5	27,1±3,4	65,2±4,8	93,3±2,2	92,9±2,7
	<i>Brugmansia versicolor</i>	4,8±0,4	30,1±2,1	77,5±4,4	91,5±1,8	94,9±2,1
	<i>Saintpaulia hybrida</i>	4,2±0,4	24,3±3,5	65,2±3,8	92,4±3,1	85,1±4,4
	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	4,8±0,7	25,8±4,2	72,3±5,4	94,7±2,1	92,7±2,4
	<i>Euryops chrysanthemoides</i>	5,3±0,5	19,6±2,8	55,5±3,1	89,1±2,4	86,1±3,4
Масло Ним + <i>Litsea cubeba</i>	<i>Gerbera jamesonii</i>	4,2±0,4	38,9±3,3	70,1±4,1	98±1,5	96,7±1,7
	<i>Lantana camara</i>	4,2±0,3	31,1±7,9	70,1±3,7	93,3±4,1	86,3±5,1
	<i>Brugmansia versicolor</i>	4,3±0,3	31,1±4,3	78,2±5,1	92,1±3,2	84,3±5,2
	<i>Saintpaulia hybrida</i>	5,1±0,3	19,4±3,5	69,1±2,5	96,9±1,6	91,4±2,2
	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	3,8±0,5	25,3±3,8	68,9±4,8	93,3±2,7	88,3±4,3
	<i>Euryops chrysanthemoides</i>	1,9±0,4	20,7±2,1	65,2±4,1	95,4±1,9	89,2±3,8
Масло Ним + <i>Cinnamomum verum</i>	<i>Gerbera jamesonii</i>	4,6±0,6	21,9±3,4	72,8±5,4	93,9±2,4	90,1±3,3
	<i>Lantana camara</i>	7,2±0,5	27,1±2,4	67,1±3,4	91,3±2,2	84,8±2,3
	<i>Brugmansia versicolor</i>	3,9±0,2	25,9±4,9	72,9±4,5	89,5±2,3	80,6±3,4
	<i>Saintpaulia hybrida</i>	3±1,1	28,6±5,5	70,5±4,6	96,6±2,6	90,8±3,7
	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	8,2±0,6	22,9±3,1	59,8±3,6	94,9±1,3	92,1±1,5
	<i>Euryops chrysanthemoides</i>	5,6±0,6	22,3±4,1	22,1±5,1	94,1±3,1	87,6±2,9
Масло Ним + <i>Acorus calamus</i>	<i>Gerbera jamesonii</i>	4,5±0,3	26,1±4,6	65,3±2,8	91,3±1,9	86,3±3,3
	<i>Lantana camara</i>	9,5±0,6	22,6±2,8	58,7±2,2	81,1±1,6	78,9±0,8
	<i>Brugmansia versicolor</i>	8,2±0,6	17,6±2,6	61,5±6,1	82,3±2,2	78,7±1,8
	<i>Saintpaulia hybrida</i>	3,2±0,2	23,5±4,5	56,1±5,3	83,6±2,6	79,1±6,1
	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	3,4±0,3	19,6±3,8	52,2±5,3	84,4±2,6	82,1±4,9
	<i>Euryops chrysanthemoides</i>	4,3±0,4	17,6±3,3	50,1±12,9	89,5±1,8	80,9±3,8

Библиографический список

1. Варфоломеева Е.А., Ткаченко К.Г. Насекомые-фитофаги в коллекции растений открытого грунта Ботанического сада Петра Великого // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2019. Вып. 22. С. 44–55. doi: 10.17581/bbgi2205
2. Nakahara S. Annotated list of the *Frankliniella* species of the world (Thysanoptera: Thripidae) // Contributions on Entomology, International. 1997. Vol. 2. No4. Pp. 355–389.
3. William D.J. K., Terry L.I. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) // Agricultural and Forest Entomology. 2003. Vol. 5. No4. Pp. 301–310. doi:10.1046/j.1461-9563.2003.00192.x.
4. Ижевский С.С. Западный цветочный трипс // Защита и карантин растений. 1996. №2. С. 34–35.
5. Varfolomeeva E.A., Tkachenko K.G. Phytophagous insects in the open-ground plant collection of the Peter the Great Botanical Garden. Bulletin of the Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. 2019. Issue 22. Pp. 44–55. doi: 10.17581/bbgi2205
6. Tkachenko K. and Varfolomeeva E. Prospects for the Use of Essential Oils as Repellants and/or Insecticides. Trop. J. Nat. Prod. Res. 2022; 6(6): Pp. 831–835 <http://www.doi.org/10.26538/tjnpr/v6i6.1>
7. Experience with Combinations of Fatty Oil and Essential Oil Mixtures against *Trialeurodes vaporariorum* Westw. in the Peter the Great Botanical Garden. K.G. Tkachenko, E.A. Varfolomeeva, W.M. Hikal, A.A. Mahmoud, S. Smaoui, M. Kačániová, H.A.H. Said-Al Ahl. Int. J. Adv. Multidisc. Res. Stud. (International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies). 2023. Vol. 3. No6. Pp. 527–535.
8. Wylie M.R., Merrell D.S. The Antimicrobial Potential of the Neem Tree *Azadirachta indica*. Front Pharmacol. 2022 May 30; 13:891535. doi: 10.3389/fphar.2022.891535. PMID: 35712721; PMCID: PMC9195866.
9. Studying the Antioxidant and the Antimicrobial Activities of Leaf Successive Extracts Compared to the Green-Chemically Synthesized Silver Nanoparticles and the Crude Aqueous Extract from *Azadirachta indica*. M. Ahmed, D.A. Marrez, N. Mohamed Abdelmoeen, E. Abdelmoneem Mahmoud, MA-S Ali, K. Decsi, Z. Tóth. Processes. 2023. 11(6). Pp. 1644. <https://doi.org/10.3390/pr11061644>
10. Степанычева Е.А., Петрова М.О., Черменская Т.Д. Эфирные масла растений для снижения численности белокрылки *Trialeurodes vaporariorum* West // Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий. Санкт-Петербург – Пушкин, 2019. С. 79–81.
11. Влияние летучих веществ эфирных масел на поведение западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera, Thripidae) / Е.А. Степанычева, М.О. Петрова, Т.Д. Черменская, Р. Павела // Энтомологическое обозрение. 2018. Т.97. № 4. С. 640–648.
12. Isman M.B. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection. 2000. 19 (8): Pp. 603–608.
13. Essential oils as green pesticides for sustainable agriculture. M. Mohan, S.Z. Haider, H.C. Andola, V.K. Purohit Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2011. 2 (4). Pp. 100–106.
14. Abdel-Tawab H.M. Green pesticides: essential oils as biopesticides in insect-pest management. Journal of Environmental Science and Technology. 2016. 9. Pp. 354–378.
15. Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. R. Pavela, E. Stepanycheva, A. Shchenikova, T. Chermenskaya, M. Petrova. Industrial Crops and Products. 2016. 94. Pp. 755–761.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Об авторах

Ткаченко Кирилл Гаврилович, доктор биол. наук, с.н.с. с возложением обязанностей руководителя лаборатории семеноведения Ботанического сада Петра Великого Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН. Тел.: +7 (911) 961-21-91. E-mail: Ktkachenko@binran.ru

Варфоломеева Елизавета Андреевна, канд. биол. наук, с.н.с., заведующая группой защиты растений Ботанического сада Петра Великого Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН. E-mail: varfolomeeva.elizaveta@list.ru

References

1. Varfolomeeva E.A., Tkachenko K.G. Phytophagous insects in the collection of open-ground plants of the Peter the Great Botanical Garden. Bulletin of the Botanical Garden Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2019. Issue 22. Pp. 44–55. doi: 10.17581/bbgi2205 (In Russ.).
2. Nakahara S. Annotated list of the *Frankliniella* species of the world (Thysanoptera: Thripidae). Contributions on Entomology, International. 1997. Vol. 2. No4. Pp. 355–389.
3. William D. J. K., Terry L. I. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Agricultural and Forest Entomology. 2003. Vol. 5. No4. Pp. 301–310. doi:10.1046/j.1461-9563.2003.00192.x.
4. Izhevsky S.S. Western flower thrips. Plant protection and quarantine. 1996. No2. Pp. 34–35 (In Russ.).
5. Varfolomeeva E.A., Tkachenko K.G. Phytophagous insects in the open-ground plant collection of the Peter the Great Botanical Garden. Bulletin of the Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2019. Issue 22. Pp. 44–55. doi: 10.17581/bbgi2205
6. Tkachenko K. and Varfolomeeva E. Prospects for the Use of Essential Oils as Repellants and/or Insecticides. Trop. J. Nat. Prod. Res. 2022; 6(6): Pp. 831–835 <http://www.doi.org/10.26538/tjnpr/v6i6.1>
7. Experience with Combinations of Fatty Oil and Essential Oil Mixtures against *Trialeurodes vaporariorum* Westw. in the Peter the Great Botanical Garden. K.G. Tkachenko, E.A. Varfolomeeva, W.M. Hikal, A.A. Mahmoud, S. Smaoui, M. Kačániová, H.A.H. Said-Al Ahl. Int. J. Adv. Multidisc. Res. Stud. (International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies) 2023. Vol. 3. No6. Pp. 527–535.
8. Wylie MR, Merrell DS. The Antimicrobial Potential of the Neem Tree *Azadirachta indica*. Front Pharmacol. 2022 May 30; 13:891535. doi: 10.3389/fphar.2022.891535. PMID: 35712721; PMCID: PMC9195866.
9. Studying the Antioxidant and the Antimicrobial Activities of Leaf Successive Extracts Compared to the Green-Chemically Synthesized Silver Nanoparticles and the Crude Aqueous Extract from *Azadirachta indica*. M. Ahmed, D.A. Marrez, N. Mohamed Abdelmoeen, E. Abdelmoneem Mahmoud, MA-S Ali, K. Decsi, Z. Tóth. Processes. 2023. 11(6). Pp. 1644. <https://doi.org/10.3390/pr11061644>
10. Stepanycheva E.A., Petrova M.O., Chermenskaya T.D. Essential oils of the plant for reducing the number of whitefly *Trialeurodes vaporariorum* West // Development of the agro-industrial complex based on modern scientific achievements and digital technologies. Saint Petersburg – Pushkin. 2019. Pp. 79–81 (In Russ.).
11. The effect of volatile substances of essential oils on the behavior of the Western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera, Thripidae) / E.A. Stepanycheva, M.O. Petrova, T.D. Chermenskaya, R. Pavela // Entomological review. 2018. Vol. 97. No4. Pp. 640–648 (In Russ.).
12. Isman M.B. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection. 2000. 19 (8): Pp. 603–608.
13. Essential oils as green pesticides for sustainable agriculture. M. Mohan, S.Z. Haider, H.C. Andola, V.K. Purohit Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2011. 2 (4). Pp. 100–106.
14. Abdel-Tawab H.M. Green pesticides: essential oils as biopesticides in insect-pest management. Journal of Environmental Science and Technology. 2016. 9. Pp. 354–378.
15. Essential oils as prospective fumigants against *Tetranychus urticae* Koch. R. Pavela, E. Stepanycheva, A. Shchenikova, T. Chermenskaya, M. Petrova. Industrial Crops and Products. 2016. 94. Pp. 755–761.
16. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. Moscow, 1985. 351 p. (In Russ.).

Author details

Tkachenko K.G., D.Sci (Biol.), senior research fellow with the assignment of duties of the head of the seed science laboratory of the Peter the Great Botanical Garden of the V.L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences. Tel.: +7 (911) 961-21-91. E-mail: Ktkachenko@binran.ru

Varfolomeeva E.A., senior research fellow, head of the Plant Protection Group of the Peter the Great Botanical Garden of the V.L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences. E-mail: varfolomeeva.elizaveta@list.ru