

Татьяна Юрьевна Дольникова^{1✉}, Анатолий Николаевич Домацкий²

^{1,2}Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра СО РАН, Тюмень, Россия

¹varroa@mail.ru

²varroa54@mail.ru

ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ЩАВЕЛЕВОЙ КИСЛОТЫ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ВАРРОАТОЗЕ

Цель исследования – провести обзор методов борьбы с клещом *Varroa destructor*, основанных на применении в качестве действующего вещества щавелевой кислоты, в России и за рубежом. В статье представлены методы, включающие использование разных препаративных форм щавелевой кислоты, и приведено сравнение их эффективности. Показано влияние разных факторов – периодов развития пчел, климатических условий – на их эффективность. В России испытания эффективности щавелевой кислоты проводились при отсутствии расплода в семьях в осенний период в таких регионах, как Московская область, Краснодарский край, Тюменская область. Обработку проводили методами опрыскивания сотов водно-сахарным раствором (1:1) концентрацией кислоты 3.2 % в дозе 5 мл на рамку и поливанием пчел в межрамочные пространства в такой же концентрации. Помимо этого применяли скармливание щавелевой кислоты с сахарным сиропом, фумигацию при естественном испарении и использовании аэрозолей. Терапевтическая эффективность в опытных семьях достигла 90 % при однократной обработке. Такая же по величине эффективность была достигнута в результате двукратной обработки опрыскиванием пчел на рамках 2 % водным раствором щавелевой кислоты в дозе 10–12 мл в весенний (безрасплодный) период при температуре воздуха 27–29 °С и позднеосенний период при температуре воздуха 3–11 °С. Зарубежные исследователи изучили и предложили для борьбы с варроатозом щавелевую кислоту в связи с тем, что при ее использовании не происходит накопления этого вещества в продуктах пчеловодства и отсутствует вред пчелосемьям.

Ключевые слова: пчелы, варроатоз, щавелевая кислота, эффективность, безопасность

Для цитирования: Дольникова Т.Ю., Домацкий А.Н. Ветеринарные препараты на основе щавелевой кислоты и их эффективность при варроатозе // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12. С. 111–117. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-111-117.

Благодарности: статья подготовлена при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках проекта 121042000076-5 «Разработка методов научно-обоснованного применения средств дезинсекции, химической и биологической регуляции численности паразитов с целью сохранения эпизоотического благополучия и качества здоровья сельскохозяйственных и непродуктивных животных, пчел и птиц».

Tatyana Yurievna Dolnikova^{1✉}, Anatoly Nikolaevich Domatsky²

^{1,2}All-Russian Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – branch of the Federal Research Center of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

¹varroa@mail.ru

²varroa54@mail.ru

VETERINARY PREPARATIONS BASED ON OXALIC ACID AND THEIR EFFICIENCY IN VARROATOSIS

The purpose of the study is to review the methods of combating the *Varroa destructor* mite, based on the use of oxalic acid as an active substance, in Russia and abroad. The paper presents methods that include the use of different formulations of oxalic acid and compares their effectiveness. The influence of various factors – periods of development of bees, climatic conditions – on their effectiveness is shown. In Russia, tests of the effectiveness of oxalic acid were carried out in the absence of brood in families in the autumn in regions such as the Moscow Region, Krasnodar Region, and the Tyumen Region. The treatment was carried out by spraying the combs with a water-sugar solution (1:1) with an acid concentration of 3.2 % at a dose of 5 ml per frame and watering the bees into the spaces between the frames at the same concentration. In addition, feeding of oxalic acid with sugar syrup, fumigation with natural evaporation and the use of aerosols were used. Therapeutic efficacy in experimental families reached 90 % with a single treatment. The same efficiency was achieved as a result of double treatment by spraying the bees on the frames with a 2 % aqueous solution of oxalic acid at a dose of 10–12 ml in the spring (non-fertile) period at an air temperature of 27–29 °C and in the late autumn period at an air temperature of 3–11 °C. Foreign researchers have studied and proposed oxalic acid to combat varroatosis due to the fact that when it is used, this substance does not accumulate in bee products and there is no harm to bee colonies.

Keywords: bees, varroatosis, oxalic acid, efficacy, safety

For citation: Dolnikova T.Y., Domatsky A.N. Veterinary preparations based on oxalic acid and their efficiency in varroatosis // Bulliten KrasSAU. 2022;(12): 111–117. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-111-117.

Acknowledgments: the paper has been prepared with the financial support of the Ministry of Education and Science within the framework of project 121042000076-5 “Development of methods for the scientifically based use of pest control agents, chemical and biological regulation of the number of parasites in order to preserve the epizootic well-being and quality of health of agricultural and unproductive animals, bees and birds.”

Введение. Паразитирование клеща *Varroa destructor* на медоносной пчеле *Apis mellifera* L. создает серьезные проблемы в пчеловодстве в России и за рубежом. Высокая степень устойчивости ко всем применяемым в настоящее время мерам борьбы с клещом, а также плодовитость и скорость распространения паразита приводят к резкому ослаблению пчелосемей и скорой их гибели [1–4]. Безусловным успехом в деле борьбы с клещом считают открытие и активное использование фторсодержащих пиретроидов (химический класс – сложные эфиры), которые начали использовать в 90-е гг. прошлого века. Они демонстрировали высокую акарицидную эффективность наряду с высокой скоростью воздействия и одновременно с низкой токсичностью для пчел.

Регулярное использование пиретроидов для борьбы с клещом *V. destructor* привело к возникновению резистентности у популяций клеща. Снижение эффективности отмечено исследователями даже при применении самых активных препаратов флувалината, флуметрина и амитраза [5–8].

Продолжительные периоды использования этих препаратов, их химическая устойчивость привели к присутствию и накоплению их в пыльце, воске и меде [9–14]. Исследования последних лет показали, что пчелиный воск, содержащий остатки пестицидов, способствует развитию устойчивости к ним клещей [15].

Цель исследования – провести обзор методов борьбы с клещом *V. destructor*, основанных на применении щавелевой кислоты, в России и за рубежом.

Объект и методы. Объект исследований – варроатоз пчел. Методы исследований – сравнительно-аналитический и системный.

Результаты и их обсуждение. Для изменения сложившегося неблагоприятного положения в России и за рубежом ведутся поиски и испытания природных перспективных органических соединений, известных своей акарицидной активностью. В Советском Союзе испытания одного из таких соединений – щавелевой кислоты – при варроатозе проведены в 80-х гг. прошлого века в Закарпатье (ныне Западная Украина) [16]. Позже была найдена подходящая форма использова-

ния щавелевой кислоты в виде 2 % водного раствора методом опрыскивания пчел на рамках. Он показал в определенных условиях высокую эффективность против клеща с терапевтическим эффектом $98,4 \pm 0,6$ % при двукратной обработке [17]. В настоящее время вызывает большой интерес во всех странах мира использование природных органических соединений для борьбы с клещом *V. destructor*. Эти соединения в зарубежной исследовательской литературе называют «мягко» действующими по сравнению с синтетическими химическими веществами, которые обозначают как «твердые» действующие [18, 19].

Самыми распространенными и доказавшими свою эффективность в борьбе с *V. destructor* являются щавелевая кислота, эфирные масла растений, относящихся к семейству *Lamiaceae*. К ним относятся растения, известные пчеловодам: лаванда, майоран, розмарин лекарственный, зеленая мята и тимьян. Масла этих растений имеют в составе тимол и его изомер карвакрол. Пчеловоды проявляют интерес и используют бета-кислоты хмеля (*Hop Juard*) для борьбы с клещом [20, 21]. Но эффективность природных акарицидов зависит не только от химического строения действующего вещества, но и от многих сопутствующих факторов. В их числе концентрация действующего вещества, состав и соотношение компонентов препаративной формы, метод внесения и срок нахождения препарата в улье. Также влияют на эффективность температура и влажность воздуха и биологическая стадия развития пчелы-хозяина и клеща-паразита. Наибольшей эффективности удастся достичь в безрасплодный период либо до начала сбора нектара рабочими пчелами, либо в конце сезона после откачивания меда.

Определенный интерес у пчеловодов-практиков последние годы вызывают муравьиная и щавелевая органические кислоты. Исследования иностранных специалистов [22] предположительно указывают на ингибирование транспорта электронов в митохондриях клеща путем связывания цитохрома оксидазы.

Щавелевая кислота эффективно использовалась в течение нескольких десятилетий [23–26] и не вызывала устойчивости клеща [27]. Российские исследователи в условиях Тюменской области установили, что безрасплодные семьи при однократной обработке водно-сахарным раствором (1:1), содержащим 3,2 % дигидрата щавелевой кислоты, методом поливания пчел в межра-

мочных пространствах в объеме 5 мл на рамку показали снижение численности клещей в опытных семьях на $89,1 \pm 1,9$; $87,1 \pm 2,2$ %. Максимальная гибель паразитов в опытных семьях на обеих пасеках наблюдалась в течение первых двух суток после лечения. В контрольных группах смертность клещей в период наблюдения составила $10,1 \pm 0,9$; $11,7 \pm 1,1$ % [17].

Поскольку щавелевая кислота показывала высокую эффективность, то пчеловоды и исследователи опробовали разные способы введения щавелевой кислоты в ульи. В пчеловодческих регионах Италии клещи наносили вред медоносным пчелам еще в 80-е гг. XX в. [28]. Для борьбы с клещевой инвазией в 6 разных регионах и в Тоскане выбраны 20 пчелосемей и разделены на 2 группы. Контрольная группа обрабатывалась целлюлозными полосками, не содержащими щавелевую кислоту. Остальные семьи в течение весеннего сезона 2004 г. и зимнего 2005 г. подвергались воздействию целлюлозных полос размером 3×25 см, содержащими 9 г дигидрата щавелевой кислоты (20 г кислоты в 100 мл дистиллированной воды), растворенной при температуре 40 °С. Конечная величина содержания щавелевой кислоты в одной полоске составляла 1,3 г по результатам химического анализа. Эффективность зимних и весенних обработок различалась. Весенние обработки показали очень низкую эффективность – 22,7 %. Зимние обработки в Тоскане показали эффективность 18,7 %. Но формы, связанные с испарением кристаллической щавелевой кислоты, показали обнадеживающие результаты – 80,6–86,3 % [28].

Новый этап развития использования щавелевой кислоты для контроля *V. destructor* начался после публикации материалов группы исследователей Аргентины во главе с М. Maggi в 2015–2016 г. Добиваясь расширения применения препарата на основе щавелевой кислоты, они использовали в качестве растворителя глицерин, а раствором пропитывали картонные полосы, которые размещали в ульях между рамками. Новая препаративная форма позволяла достичь несколько преимуществ одновременно. Она могла быть использована в весенне-летний период в присутствии расплода, размещалась на период более 42 дней, не давала вредных испарений для пчел, не требовала добавления препарата в корм пчел [29]. Эффективность применения щавелевой кислоты зави-

села от метода внесения ее в улей. Исследователи проверили 3 метода обработок: разбрызгивание раствора, внесение в виде струй и метод внесения с помощью решеток верхнего перекрытия. Провели сравнение растворов 3 % водного и водно-сахарного (4,2 %) раствора щавелевой кислоты. Результат, заявленный исследователями, составил 90 % эффективность [30]. Контроль количества осыпавшихся клещей, обнаруженных на клейкой бумажной подложке, осуществляли через 7; 14; 21 день.

При повторении этих экспериментов индийскими учеными в условиях высокотемпературного климата Индии были получены результаты с более низкой эффективностью. Метод разбрызгивания раствора показал 75,9 % эффективность, струйный метод показал 75 % эффективность, а метод внесения через решетку верхнего перекрытия – 88,2 %.

На протяжении нескольких лет (2017–2019 гг.) проводил исследования действия щавелевой кислоты на клещей и на пчел биолог Р. Оливер (США) [31–33]. Он применял составы щавелевой кислоты, растворенной в глицерине, нанесенные на различные носители. Ему удалось разрешить целый ряд вопросов по подбору наиболее эффективных соотношений компонентов, осуществить выбор носителей и растворителей и ответить на многие вопросы пчеловодов-практиков. Он также подготовил материалы для утверждения Европейским Пестицидным Агентством (EPA) и обосновал возможность, а также определил эффективность применения для борьбы с клещом *V. destructor* щавелевой кислоты с ее расширенным высвобождением в течение сезона [33]. Целью исследований было тестирование методов применения щавелевой кислоты в течение двух циклов развития медоносных пчел (48 дней) и приблизительно двух с половиной циклов размножения клещей *Varroa*.

Результатами исследований явилось определение эффективности 94 % в конце периода. При визуальном осмотре рамок с расплодом не отмечено никаких неблагоприятных воздействий ни на матку, ни на расплод от подкисления среды в улье. Испытания проводили в климатических условиях жаркого засушливого лета; несмотря на наличие расплода, подтверждена эффективность 94 %. Установили, что щавелевая кислота, нанесенная на целлюлозную пластину, контролирует количество клещей в течение нескольких недель. Тестировались девять

рецептур с разным соотношением кислоты и растворителя. В качестве носителей использовали целлюлозные бумажные полотенца и адсорбирующие матрицы. Выявлено, что самым подходящим и безопасным для пчел явилось весовое соотношение кислоты к глицерину 1:1. Для достижения эффекта при использовании целлюлозных полотенец в качестве носителей требуется не менее 6 недель присутствия их в ульях. Основными преимуществами этой формы явились высокая эффективность при наличии расплода, возможность использования во время медосбора и при высоких температурах воздуха, отсутствие загрязнений воска, меда, пчелопродуктов и возможность повторения обработки через 6 недель при необходимости. Единственным недостатком этой формы является отсутствие быстрого заметного эффекта. Он проявляется через 47–56 дней после внесения носителя с кислотой в улей [32].

Собственные исследования состояния формы с соотношением щавелевой кислоты и глицерина 1:1 показали, что в однородном виде она сохраняется при температурах воздуха не ниже 20 °С. При понижении температуры до 17–18 °С и, соответственно, увеличении относительной влажности воздуха до 70–80 % происходит активное поглощение влаги раствором и разрушение однородного состояния, кристаллизация кислоты. Высокая эффективность (90–94 %) подтверждается при однородном растворенном состоянии кислоты в глицерине и снижается при изменении однородности состояния.

В условиях теплого и жаркого климата зарубежных стран (США, страны Средиземноморья, страны Африканского континента) в периоды испытаний исследователям не приходилось сталкиваться с изменением погодных условий в течение всего сезона. Но в России, на Урале и в Западной Сибири быстрое и резкое снижение температуры на 10–12 °С в течение нескольких часов в весеннее и летнее время происходит часто. Высокотемпературные (стабильно выше 20 °С) и сухие периоды (относительная влажность воздуха 40–60 %) кратковременны и неустойчивы. Поэтому для получения высокого акарицидного эффекта необходимо выбирать периоды высокой температуры и низкой влажности воздуха либо использовать иные способы борьбы с клещом *V. destructor*.

Заключение. Как показывает анализ литературных данных, использование для борьбы с

клещом *V. destructor* щавелевой кислоты позволяет успешно подавить его развитие, не причинив вреда пчелосемьям в определенных условиях. Максимальная акарицидная эффективность достигнута в безрасплодный период развития пчелосемей. Препаративная форма в виде целлюлозных полос, пропитанных раствором щавелевой кислоты в глицерине, позволяет удалить клещей и во время присутствия расплода в семьях, и на протяжении всего сезона. Использование щавелевой кислоты для борьбы с клещом не имеет экологических ограничений и дает возможность успешно и безопасно применять формы с расширенным высвобождением кислоты в течение 6 недель их присутствия в ульях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Winter honey bee colony losses, *Varroa destructor* control strategies, and the role of weather conditions: results from a survey among beekeepers / M. Beyer [et al.] // Res. Vet. Sci. 2018. 118: 52–60.
2. Winter 2016 honey bee colony losses in New Zealand / P. Brown [et al.] // J. Apicult. Res. 2018. 57(2): 278–291.
3. Broad Schneider R., Brus J., Danihlik J. Compassion of apiculture and winter mortality of honey bee colonies (*Apis mellifera*) in Austria and Czechia // Agri. Ecosyst. Environ. 2019. 274: 24–32.
4. An observational study of honey bee colony winter losses and their association with *Varroa destructor*, neonicotinoids and other risk factors / R. Zee [et al.] // Plos One. 2015. 10: e0131611.
5. Resistance phenomena to amitraz from populations of ectoparasitic mite *Varroa destructor* of Argentina / M. Maggi [et al.] // Parasitol. Res. 2010. 107(5), 1189–1192.
6. Carrek N.L., Ball B.V., Martin S.J. Honey bee colony collapse and changes in viral prevalence associated with *Varroa destructor* // S. Apicult. Res. 2010. 49: 93–34.
7. Resistance to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* population from Veracruz, Mexico / S.R. Rodriguez-Dehaibes [et al.] // S. Apicult. Res. 2005. 443: 124–125.
8. Susceptibility of *Varroa destructor* (*Jamasida*: *Varroidae*) to four pesticides used in three Mexican apicultural regions under two different management systems / S.R. Rodriguez-Dehaibes [et al.] // Int. S. Acarol. 2011. 37: 441–447.
9. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health / C.A. Mullin [et al.] // Plos. One. 2010. 5: e9754.
10. Wu J.Y., Anelli C.M., Sheppard W.S. 2011. Sud-lethal effects of pesticide residues in broad comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. Plos. One. 6: e14720.
11. Sanchez-Bayo F., Joka K. 2014 Pesticide residues and bees – a risk assessment. Plos One. 9: e94482.
12. Honey bee exposure to pesticides: a four-year nationwide study / N. Ostiguy [et al.] // Insects. 2019. 10(1): 13.
13. Colony collapse disorder: a descriptive study / D. Vanengelsdorp [et al.] // Plos. One. 2009. 4: e6481.
14. Pesticides and honey bee toxicity – USA / R.M. Johnson [et al.] // Apidologic. 2010. 41(3): 312–331.
15. The presence of synthetic acaricides in bees wax and its influence on the development of resistance *Varroa destructor* / S.K. Medici [et al.] // S. Apicult. Res. 2016. 54(3): 267-274.
16. Domatskaya T.F., Domatsky A.N. Effectiveness of oxalic acid in varroaosis in apiaries of Tyumen Region, Russia // Ukrainian Journal of Ecology, 2018. Vol. 8, № 4. P. 143–147.
17. Ivonov Yu.A., Sotnikov A.N. Oxalic acid and methods of its use // Beekiping, 1988. 1. 8–9 (in Russian).
18. Budavari S. (ed) 1989 The Merck Index – encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. Merck and Co., Inc., Rahway, NJ.
19. Rosenkranz, P., Aumeier P., Ziegelmann B. Biology and control of *Varroa destructor* // J. Invertebr Pathol. 2010. 103 (Suppl 1): P. 96–119.
20. Rademacher E., Harz M. Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies – a review // Apidologic. 2006. 37 (1): 98–120.
21. Gregore A., Sampson B. Diagnosis of varroa mite (*Varroa destructor*) and sustainable control in honey bee (*Apis mellifera*) colonies – a review // Diversity. 2019. 11(12):243.
22. Pesticides and honey bee toxicity – USA // R.M. Johnson [et al.] // Apidologie. 2010. 41(3): 312–331.

23. Eguaras M., Palacio M.A., Faverin C., Basualdo M., Del Hoyo M.L., Velis G., Bedascarrasbure E. 2003. Efficacy of formic acid in gel for Varroa control
24. Vandervalk L.P., Nasr M.E., Dossall L.M. New miticides for integrated pest management of Varroa destructor (Acari: Varroidae) in Honey Bee Colonies on the Canadian Prairies // J. Econ. Entomol. 2014. 107: 2030–2036.
25. Impact of sublethal exposure to synthetic and natural acaricides of honey bee (*Apis mellifera*) memory and expression of genes related to memory / H.A. Gashout [et al.] // J. Insect. Physiol. 2020. 121: 104014.
26. Popov E.T., Melnik V.N., Matchinev V.N. Application of oxalic acid in varroasis. Proceeding of XXXII International Congress Apimondia, Rio de Janeiro, Apimondia Publitioning House, Bucharest. 1989. P. 149.
27. The susceptibility of Varroa destructor against oxalic acid: a study case / M.D. Maggi [et al.] // Bull. Insectol. 2017. 70(1): 39–44.
28. Varroa control using cellulose strips soaked in oxalic acid water solution / E. Marinelli [et al.] // Apiacta 41(2006). P. 54–59.
29. Maggi M., Tourn E. et al. 2016 A new formulation of oxalic acid for Varroa destructor control applied in *Apis mellifera* colonies in presence of broad. Apidologic. 47: 596–605.
30. Mutinelli F., Baggio A., Capolongo F.P., Prandin R.L., Biasion L. A scientific note on oxalic acid by topical applications for control of Varroasis. Apidologic 1997; 28(6): 461–462.
31. URL: <https://scientificbeekeeping.com/extended-releas-oxalic-acid-progress-report-2>.
32. URL: <https://scientificbeekeeping.com/extended-releas-oxalic-acid-progress-report-4>.
33. URL: <https://scientificbeekeeping.com/extended-releas-oxalic-acid-progress-report-5>.
4. An observational study of honey bee colony winter losses and their association with Varroa destructor, neonicotinoids and other risk factors / R. Zee [et al.] // Plos One. 2015. 10: e0131611.
5. Resistance phenomena to amitraz from populations of ectoparasitic mite Varroa destructor of Argentina / M. Maggi [et al.] // Parasitol. Res. 2010. 107(5), 1189–1192.
6. Carrek N.L., Ball B.V., Martin S.J. Honey bee colony collapse and changes in viral prevalence associated with Varroa destructor // S. Apicult. Res. 2010. 49: 93–34.
7. Resistance to amitraz and flumethrin in Varroa destructor population from Veracruz, Mexico / S.R. Rodriguez-Dehaibes [et al.] // S. Apicult. Res. 2005. 443: 124–125.
8. Susceptibility of Varroa destructor (Jamaisida: Varroidae) to four pesticides used in three Mexican paicultural regions under two different management systems / S.R. Rodriguez-Dehaibes [et al.] // Int. S. Acarol. 2011. 37: 441–447.
9. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health / C.A. Mullin [et al.] // Plos. One. 2010. 5: e9754.
10. Wu J.Y., Anelli C.M., Sheppard W.S. 2011. Sub-lethal effects of pesticide residues in broad comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. Plos. One. 6: e14720.
11. Sanchez-Bayo F., Joka K. 2014 Pesticide residues and bees – a risk assessment. Plos One. 9: e94482.
12. Honey bee exposure to pesticides: a four-year nationwide study / N. Ostiguy [et al.] // Insects. 2019. 10(1): 13.
13. Colony collapse disorder: a descriptive study / D. Vanengelsdorp [et al.] // Plos. One. 2009. 4: e6481.
14. Pesticides and honey bee toxicity – USA / R.M. Johnson [et al.] // Apidologic. 2010. 41(3): 312–331.
15. The presence of synthetic acaricides in bees wax and its influence on the development of resistance Varroa destructor / S.K. Medici [et al.] // S. Apicult. Res. 2016. 54(3): 267-274.
16. Domatskaya T.F., Domatsky A.N. Effectiveness of oxalic acid in varroasis in apiaries of

References

1. Winter honey bee colony losses, Varroa destructor control strategies, and the role of weather conditions: results from a survey among beekeepers / M. Beyer [et al.] // Res. Vet. Sci. 2018.118: 52–60.
2. Winter 2016 honey bee colony losses in New Zealand / P. Brown [et al.] // J. Apicult. Res. 2018. 57(2): 278–291.
3. Broadschneider R., Brus J., Danihlik J. Compassion of apiculture and winter mortality

- Tyumen Region, Russia // Ukrainian Journal of Ecology, 2018. Vol. 8, № 4. P. 143–147.
17. *Ivonov Yu.A., Sotnikov A.N.* Oxalic acid and methods of its use // *Beekiping*, 1988. 1. 8–9 (in Russian).
 18. *Budavari S.* (ed) 1989 The Merck Index – encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. Merck and Co., Inc., Rahway, NJ.
 19. *Rosenkranz P., Aumeier P., Ziegelmann B.* Biology and control of *Varroa destructor* // *J. Invertebr. Pathol.* 2010. 103 (Suppl. 1): P. 96–119.
 20. *Rademacher E., Harz M.* Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies – a review // *Apidologic.* 2006. 37 (1): 98–120.
 21. *Gregore A., Sampson B.* Diagnosis of varroa mite (*Varroa destructor*) and sustainable control in honey bee (*Apis mellifera*) colonies – a review // *Diversity.* 2019. 11(12):243.
 22. Pesticides and honey bee toxicity – USA // *R.M. Johnson* [et al.] // *Apidologie.* 2010. 41(3): 312–331.
 23. *Eguaras M., Palacio M.A., Faverin C., Basualdo M., Del Hoyo M.L., Velis G., Bedascarrasbure E.* 2003. Efficacy of formic acid in gel for *Varroa* control
 24. *Vandervalk L.P., Nasr M.E., Dosedall L.M.* New miticides for integrated pest management of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Honey Bee Colonies on the Canadian Prairies // *J. Econ. Entomol.* 2014. 107: 2030–2036.
 25. Impact of sublethal exposure to synthetic and natural acaricides of honey bee (*Apis mellifera*) memory and expression of genes related to memory / *H.A. Gashout* [et al.] // *J. Insect. Physiol.* 2020. 121: 104014.
 26. *Popov E.T., Melnik V.N., Matchinev V.N.* Application of oxalic acid in varroosis. Proceeding of XXXII International Congress Apimondia, Rio de Janeiro, Apimondia Publitioning House, Bucharest. 1989. P. 149.
 27. The susceptibility of *Varroa destructor* against oxalic acid: a study case / *M.D. Maggi* [et al.] // *Bull. Insectol.* 2017. 70(1): 39–44.
 28. *Varroa* control using cellulose strips soaked in oxalic acid water solution / *E. Marinelli* [et al.] // *Apiacta* 41(2006). P. 54–59.
 29. *Maggi M., Tourn E.* et al. 2016 A new formulation of oxalic acid for *Varroa destructor* control applied in *Apis mellifera* colonies in presence of broad. *Apidologic.* 47: 596–605.
 30. *Mutinelli F., Baggio A., Capolongo F.P., Prandin R.L., Biasion L.* A scientific note on oxalic acid by topical applications for control of Varroosis. *Apidologic* 1997; 28(6): 461–462.
 31. URL: <https://scientificbeekeeping.com/extended-releas-oxalic-acid-progress-report-2>.
 32. URL: <https://scientificbeekeeping.com/extended-releas-oxalic-acid-progress-report-4>.
 33. URL: <https://scientificbeekeeping.com/extended-releas-oxalic-acid-progress-report-5>.

Статья принята к публикации 26.09.2022 / The article accepted for publication 26.09.2022.

Информация об авторах:

Татьяна Юрьевна Дольникова¹, научный сотрудник лаборатории болезней пчел, кандидат химических наук

Анатолий Николаевич Домацкий², научный сотрудник лаборатории болезней пчел, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Tatyana Yurievna Dolnikova¹, Researcher, Laboratory of Bee Diseases, Candidate of Chemical Sciences

Anatoly Nikolaevich Domatsky², Researcher, Laboratory of Bee Diseases, Candidate of Biological Sciences

