

УДК 638.15

06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

ЭКОЛОГИЯ *APIS MELLIFERA CAUCASISICA* В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Свистунов Сергей Владимирович^{1,2}
канд. с.-х. н.
SPIN-код: 5986-7457, AuthorID: 716791, Web of Science ResearcherID I-5812-2014
Тел.: +7(918)4201912
E-mail: svistunov@list.ru

Дикарев Александр Геннадьевич¹
канд. с.-х. н.
SPIN-код: 7622-0600, AuthorID: 690909
Тел.: +7(961)5293155
E-mail: zoo-teh@yandex.ru

Белый Александр Александрович¹
бакалавр 4 курса факультета зоотехнии
Тел.: +7(918)4970932
E-mail: sasha23122001@yandex.ru
¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация
²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», г. Краснодар, Российская Федерация

Ветеринарное благополучие пчелиных семей - залог продуктивности отрасли пчеловодства и устойчивого сельского хозяйства. Паразиты и патогены негативно влияют на здоровье пчёл и нередко являются причиной гибели колоний медоносных пчёл, что в свою очередь влияет на качество опыления и экологию агрофитоценозов. Варроатоз оказывает негативное влияние на экономику пчеловодства, т.к. паразитируя на медоносной пчеле, клещи варроа являются источником различных заболеваний в т.ч. вызываемые и РНК-вирусами. РНК-вирусы влияют на здоровье медоносных пчел и способствуют увеличению потерь пчелиных семей во всём мире. Вирус деформированного крыла (DWV) и близкородственный вирус-деструктор Варроа-1 (VDV1), являются наиболее распространёнными вирусами медоносной пчелы и обуславливают гибель пчелиных семей в Европе. Сам по себе VDV1 был определён как главный прогностический параметр повышенных зимних потерь семей пчёл. Были обнаружены

UDC 638.15

06.02.10 – Private animal husbandry, technology of animal products production (agricultural sciences)

ECOLOGY OF *APIS MELLIFERA CAUCASICA* IN THE CONDITIONS OF THE KRASNODAR REGION

Svistunov Sergey Vladimirovich^{1,2}
Candidate of Agricultural Sciences
RSCI SPIN-code: 5986-7457, AuthorID: 716791, Web of Science ResearcherID I-5812-2014
Tel.: +7(918)420912
E-mail: svistunov@list.ru

Dikarev Alexander Gennadievich¹
Candidate of Agricultural Sciences
RSCI SPIN-code: 7622-0600, AuthorID: 690909
Tel.: +7(961)5293155
E-mail: zoo-teh@yandex.ru

Bely Alexander Alexandrovich¹
bachelor of the 4th year of the Faculty of Animal Science
Phone: +7(918)4970932
E-mail: sasha23122001@yandex.ru
¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", Krasnodar, Russian Federation
²Federal State Budgetary Scientific Institution "Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine", Krasnodar, Russian Federation

The veterinary well-being of bee colonies is the key to the productivity of the beekeeping industry and sustainable of the agricultural sector. Parasites and pathogens negatively affect the health of bees and often cause the death of honey bee colonies, which in turn affects the quality of pollination and the ecology of agrophytocoenoses. Varroaosis has a negative impact on the economy of beekeeping, since parasitizing the honey bee, Varroa d. mites are the source of various diseases, including those caused by RNA viruses. RNA viruses affect the health of honey bees and contribute to an increase in the loss of bee colonies around the world. The Deformed Wing Virus (DWV) and the closely related Varroa Destructor Virus-1 (VDV1) are the most common honeybee viruses and cause the death of bee colonies in Europe. By itself, VDV1 was identified as the main prognostic parameter of increased winter losses of bee colonies. Re-emerging recombinants have been found between the VDV1 and DWV strains in the United States. The presence of these recombinants poses an

вновь появившиеся рекомбинанты между штаммами VDV1 и DWV в США. Присутствие этих рекомбинантов представляет дополнительный риск, поскольку подобные VDV1-DWV рекомбинанты составляют наиболее вирулентные вирусы медоносной пчелы в Великобритании. В результате проведенных исследований получены новые данные о продуктивности *Apis mellifera caucasica* при использовании различных противоварроатозных средств в условиях Краснодарского края. Исследования проведены в 2019-2020 гг. Определяли устойчивость *Varroa d.* к различным акарицидам и влияние варроатозной инвазии на продуктивность пчелиных семей. Опытные группы формировались по принципу пар-аналогов. Количество клеща в пчелиных семьях определяли методом экспресс диагностики в условиях пасеки. Варроатоз отрицательно влияет на плодовитость маток и пчелиных колоний. Наилучший результат в 2020 г. получен в первой группе – пчёл выращено на 0,36-7,8 % больше, чем в других группах. В этой группе применяли муравьиную кислоту в дозировке 30 мл.

Ключевые слова: ПЧЕЛОВОДСТВО, УСТОЙЧИВОСТЬ АГРАРНОГО СЕКТОРА, ЭКОЛОГИЯ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ, ВЕТЕРИНАРНОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ, ВАРРОАТОЗ, ПРОДУКТИВНОСТЬ, АКАРИЦИДНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

additional risk as VDV1-DWV-like recombinants constitute the most virulent honeybee viruses in Great Britain. We have obtained data on the productivity of *Apis mellifera caucasica* under conditions of the Krasnodar Territory when applying various acaricides with varroatosis invasion. The studies were carried out in 2019-2020. We determined the stability of *Varroa d.* to various acaricides and the effect of varroatosis invasion on the productivity of bee colonies. Experienced groups were formed according to the principle of analogous pairs. The number of mites in bee colonies was determined by express diagnostics in terms of the apiary. Varroatosis negatively affects the fertility of queen bees and bee colonies. The best result in 2020 was obtained in the first group - bees were grown by 0.36-7.8% more than in other groups. In this group, formic acid was used at a dosage of 30 ml.

Keywords: BEEKEEPING, SUSTAINABILITY OF THE AGRICULTURAL SECTOR, ECOLOGY OF AGROPHYTOCENOSSES, VETERINARY WELL-BEING, VARROATOSIS, PRODUCTIVITY, ACARICIDAL EFFICIENCY

Введение. *Apis mellifera* является наиболее распространённой пчелой в мире и одним из ключевых опылителей сельскохозяйственных энтомофильных культур и дикорастущих растений. Ветеринарное благополучие пчелиных семей залог продуктивности отрасли пчеловодства и устойчивого сельского хозяйства. Паразиты и патогены негативно влияют на здоровье пчёл, что в свою очередь влияет на качество опылительной деятельности пчёл [6, 13] и экологию агрофитоценозов. Опыление гарантированно увеличивает урожайность выращиваемых сельскохозяйственных культур до 40 %. За последние десятилетия во многих странах мира зависимость аграрного сектора от опылителей, подвозимых к цветущим медоносам, увеличилась на 50% [7].

Варроатоз – наиболее распространённое инвазионное заболевание *Apis mellifera*, оказывает негативное влияние на экономику пчеловодства,

т.к. паразитируя на медоносной пчеле, клещи варроа являются источником различных заболеваний в т.ч. гнильцов и других инфекций [5] а также вирусы острого паралича и деформации крыла [1, 9]. РНК-вирусы влияют на здоровье медоносных пчел и способствуют увеличению потерь пчелиных семей во всём мире. Вирус деформированного крыла (DWV) и близкородственный вирус-деструктор Варроа-1 (VDV1), являются наиболее распространёнными вирусами медоносной пчелы. Известно, что VDV1 вызывает значительную гибель семей пчёл в Европе. Были обнаружены вновь появившиеся рекомбинанты между штаммами VDV1 и DWV в США. Присутствие этих рекомбинантов представляет дополнительный риск, поскольку подобные VDV1-DWV рекомбинанты составляют наиболее вирулентные вирусы *Apis mellifera* в Великобритании [11]. Сам по себе VDV1 был определён как главный прогностический параметр повышенных зимних потерь в Германии [8]. Патогенные микроорганизмы, медоносной пчелы, могут воздействовать на диких насекомых-опылителей [10], тем самым создавая дополнительные риски по сохранности этих опылителей.

Пока не найдено эффективное средство, которое позволило бы сдерживать варроатозную инвазию. По данным ряда авторов появляются популяции клеща варроа невосприимчивые к нескольким акарицидам, применяемым при варроатозе [12].

Экономическая эффективность при организации опыления во всем мире оценивается в более чем 200 млрд. долл. США в год, причем основную часть опыления обеспечивают медоносные пчелы. По расчётным данным Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края сельскохозяйственные производители края ежегодно могут дополнительно получать более 5 млрд. руб. при правильной организации опыления медоносной пчелой выращиваемого подсолнечника [3]. «При

обследовании пасек в Краснодарском крае выявлены популяции клеща варроа устойчивые к отдельным акарицидам» [2]. «При высокой степени инвазии снижается резистентность пчёл к различным возбудителям болезней, снижается их продуктивность, и пчёлы не могут в должной степени обеспечивать стабильность агрофитоценозов» [4].

Материалы и методы. Исследования проводились в течение двух лет в Краснодарском крае на *Apis mellifera caucasica* руководствуясь «Методическими указаниями к постановке экспериментов в пчеловодстве», разработанными НИИ пчеловодства.

Опытные группы формировали по принципу пар-аналогов учитывая: силу колоний, количество печатного расплода в гнезде пчёл, возраст маток, поражение варроатозом. В течение исследования определяли количество печатного расплода в гнёздах пчёл. Полученные данные подвергли обработке математическими методами для определения динамики среднесуточной продуктивности пчелиных маток.

Схемы опытов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Схема опыта, 2019 г.

Группы	Акарицид
1	Амитраз
2	Флувалинат
3	Муравьиная кислота с гелеобразователем
4	Муравьиная кислота (50 мл)

Таблица 2 – Схема опыта, 2020 г.

Группы	Акарицид
Контрольная	Муравьиная кислота (50 мл)
1	Муравьиная кислота (30 мл)
2	Муравьиная кислота с гелеобразователем
3	Флуметрин

Амитраз (ампулы емкостью 1 мл.) – пчёл обрабатывали рабочей эмульсией препарата, дважды через семь дней. Расход – 10 мл. на одну улочку пчёл.

Деревянные пластины пропитанные флувалинатов размещали на 21 день между сотами в центре гнезда пчёл из расчёта – одна пластина на три-пять улочек пчёл.

Муравьиной кислотой пропитывали картон и в полиэтиленовых пакетах с тремя отверстиями для испарения диаметром 1,5 см размещали над гнездом дважды через неделю. Расход – 50 мл и 30 мл. на одну семью пчёл.

Количество в гнезде пчёл клеща варроа, определяли методом экспресс-анализа.

Результаты и их обсуждение. В мае 2019 г. сформировали четыре группы по десять семей пчёл в каждой (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Показатели семей пчёл в 2019 г. (n=10)

Группы	Количество пчёл в гнезде, кг		Количество печатного	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
1	1,61±0.05	9,90	122,7±2,92	7,53
2	1,56±0.04	8,11	121,2±2,86	7,46
3	1,56±0.03	6,72	124,0±2,92	7,44
4	1,56±0.05	9,29	125,9±2,88	7,24

В 2019 году для контроля оздоровительного действия акарицидов, в нижней части гнезда разместили листы, покрытые средством, обеспечивающим фиксацию осыпавшихся клещей, но не препятствующего передвижению пчёл. Подсчёт количества осыпавшихся клещей продемонстрировал что все препараты оказывают негативное действие на клещей варроа: в первой группе насчитали – 132,3±4,91 шт.; во

второй – $133,5 \pm 7,14$ шт.; в третьей – $146,8 \pm 7,96$ шт.; в четвертой – $153,9 \pm 8,80$ шт.

Таблица 4 – Поражение пчёл варроатозом в 2019 г., % (n=10)

Группы	До лечения		По окончании лечения	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
1	$10,0 \pm 0,47$	14,91	$8,3 \pm 0,40$	15,08
2	$10,3 \pm 0,42$	12,99	$9,1 \pm 0,84$	29,05
3	$10,5 \pm 0,45$	13,65	$6,0 \pm 0,42$	22,22
4	$10,2 \pm 0,42$	12,91	$1,40 \pm 0,43$	96,42

Интенсивность варроатозной инвазии определяли в начале и конце опытного периода (табл. 4). Применённые акарициды показали различную терапевтическую эффективность. Наилучший результат отмечен в четвертой группе, ($P \geq 0,999$), в третьей группе терапевтический эффект был достоверно лучше, чем в первой и второй группах ($P \geq 0,99$).

В течение опытного периода осуществляли учёт количества печатного расплода в гнёздах пчёл, что позволило определить динамику продуктивности пчелиных маток (рис. 1) и какое количество пчёл, было выращено в период проведения исследований (табл. 5).

Данные, представленные на рисунке 1, демонстрируют влияние варроатоза на продуктивные качества пчелиных семей. Плодовитость маток в 3-м учёте в четвертой группе была на 6,08% и 10,51% достоверно больше ($P \geq 0,99$), чем во второй и третьей группах и на 13,27% больше, чем в первой группе ($P \geq 0,999$). У маток третьей группы плодовитость была на 4,2-6,8% больше, чем в первой и второй группах, но разница достоверна ($P \geq 0,95$) только с первой группой.

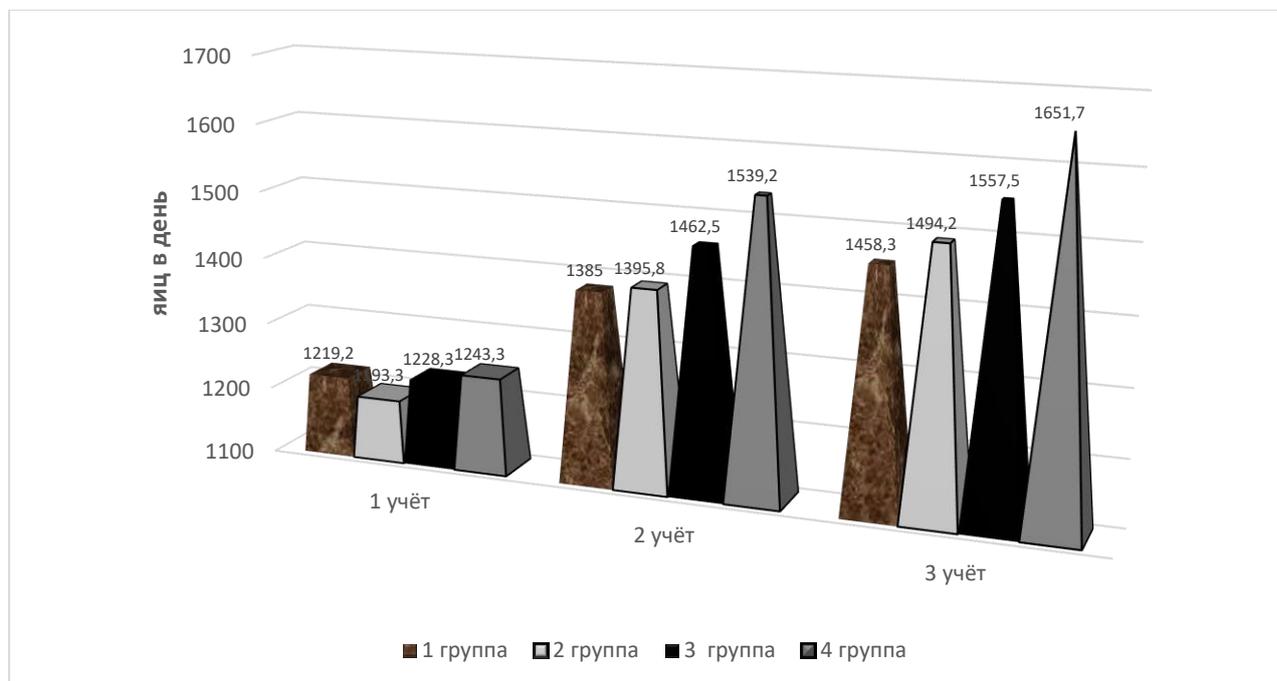


Рисунок 1 – Динамика продуктивности маток в 2019 г., яиц/сут. (n=10)

В таблице 5, представлены данные по количеству пчёл выращенных семьями пчёл весной. В четвертой группе, выращено пчёл на 4,4-9,2% больше, чем в других группах, но разница достоверна только с первой ($P \geq 0,999$) и второй ($P \geq 0,99$) группами. В третьей группе вырастили пчёл на 4,6-8,6% больше, чем в первой и второй группах, но разница достоверна ($P \geq 0,95$) только с первой группой.

Таблица 5 – Выращено пчёл в 2019 г., кг

Группы	$M \pm m$	$C_v, \%$
1	4,875±0,05	3,32
2	4,900±0,10	6,15
3	5,098±0,08	4,72
4	5,321±0,07	4,45

Весной 2020 г. мы сформировали четыре группы по десять семей пчёл в каждой (таблица 6, 7). Используя данные, полученные в 2019 г. составили схему опыта: в контрольной группе использовали муравьиную кислоту (50 мл) т.к. при применении данного акарицида в опыте в 2019 г.

был получен наилучший терапевтически эффект при лечении варроатоза [4].

Таблица 6 – Показатели семей пчёл в 2020 г. (n=10)

Группы	Количество пчёл в гнезде, кг.		Количество печатного расплода, кв.	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
контроль	1,79±0,05	8,36	138,9±3,21	7,31
1	1,75±0,05	7,36	140,1±3,43	7,74
2	1,80±0,04	6,80	135,7±3,14	7,33
3	1,79±0,04	7,36	143,2±3,70	8,17

Интенсивность варроатозной инвазии определяли в начале и конце опытного периода. Все акарициды показали хороший терапевтический эффект. Количество клеща в контрольной группе уменьшилось в 4,9 раз, в первой в 4,3 группе, во второй и третьей группах – в 2,4 раза и 2,8 соответственно (табл. 7).

Таблица 7 – Поражение пчёл варроатозом в 2020 г., % (n=10)

Группы	До начала лечения		По окончании лечения	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
контроль	7,90±0,28	11,80	1,60±0,27	52,70
1	7,80±0,25	10,11	1,80±0,20	35,14
2	7,80±0,33	13,24	3,20±0,25	24,65
3	7,80±0,25	10,11	2,8±0,20	22,59

В контрольной группе количество клеща по окончании опыта на 0,2% меньше, чем в первой, во второй группе – было больше: на 1,6% чем в контрольной ($P \geq 0,99$), на 1,4% чем в первой ($P \geq 0,99$) и на 0,4% в третьей. В третьей группе количество клеща было на 1,2% и 1,4% больше, чем в первой и второй группах ($P \geq 0,99$).

В течение опытного периода осуществляли трёхкратно учёт количества печатного расплода в гнёздах пчёл, что позволило определить

динамику среднесуточной продуктивности пчелиных маток (рис. 2).

Данные динамики продуктивности пчелиных маток демонстрируют негативное влияние варроатозной инвазии на продуктивность пчелиных семей. Наивысшая продуктивность маток выявлена: в первой группе – 1756 (табл. 8). Со второго учёта, продуктивность маток в контрольной и первой группах превышает этот показатель во второй и в третьей группах ($P \geq 0,95$).

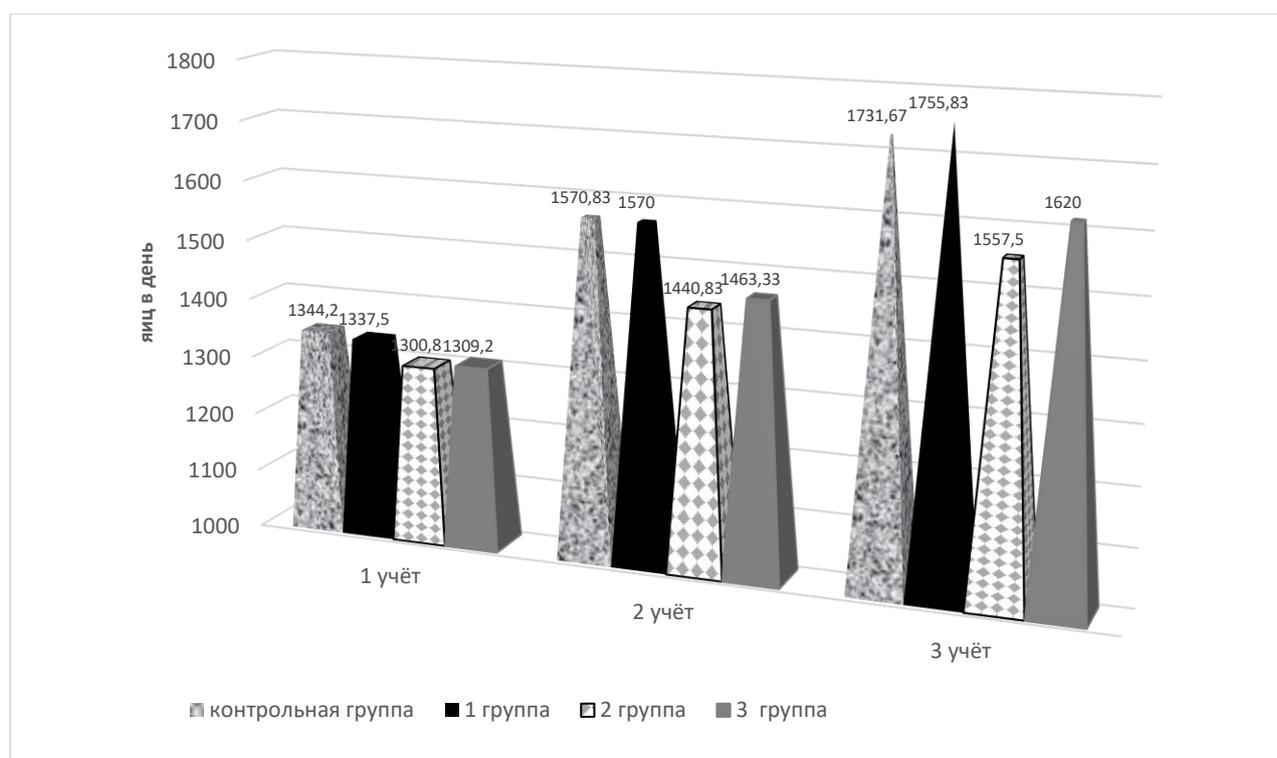


Рисунок 2 – Динамика продуктивности маток в 2020 г., яиц/сут. (n=10)

В третьем учёте плодовитость маток в контрольной и первой группах превышает этот показатель в других группах на 6,9-12,7% ($P \geq 0,999$). Плодовитость маток третьей группы в третьем учёте превосходила на 4,0% ($P \geq 0,95$) данный показатель второй группы.

В таблице 8, представлены данные продуктивности семей пчёл в весенний период. Наибольшее количество пчёл выращено во второй группе – 5,58 кг., наименьшее в третьей группе – 5,16 кг. В первой группе

продуктивность семей пчёл на 0,36% меньше, чем во второй группе. В третьей и четвёртой группах продуктивность семей пчёл на 7,8% ($P \geq 0,99$) и 5,8% ($P \geq 0,95$) меньше, чем во второй группе. В четвёртой группе вырастили пчёл на 2,2 % больше, чем в третьей группе, но эта разница не достоверна.

Таблица 8 – Выращено пчёл в 2020 г., кг

Группы	$M \pm m$	$C_v, \%$
контроль	5,576±0,06	3,34
1	5,596±0,09	5,12
2	5,159±0,07	4,07
3	5,271±0,08	4,90

Выводы. Степень поражение семей пчёл варроатозом оказывает влияние на продуктивность пчелиных семей и как следствие на стабильность агрофитоценозов. В 2020 г. в первой группе выращено пчёл на 0,36-7,8 % достоверно больше, чем в других группах.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что для лечения варроатоза в условиях Краснодарского края можно рекомендовать использование муравьиной кислоты в дозировке 30 мл.

Список литературы:

1. Белоногов А.П. Причины эпизоотии аскосфероза А.П. Белоногов, Н.К. Исакова, С.В. Новичкин // Пчеловодство. – 2003.– № 5. – С. 15-16.
2. Свистунов, С.В. Эффективность применения акарицидов при варроатозной инвазии на Кубани / С.В. Свистунов, И.А. Романенко // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4(11). – С. 101-104. – DOI 10.17022/qafz-4310. – EDN OOPGGT.
3. Свистунов, С.В. Пчеловодство в Краснодарском крае / С.В. Свистунов, С.А. Плотников // Пчеловодство. – 2020. – № 10. – С. 4-5. – EDN VMOMSU.
4. Свистунов, С.В. Продуктивность *Apis mellifera caucasica* в условиях варроатозной инвазии / С.В. Свистунов, И.А. Романенко // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2021. – Т. 10. – № 1. – С. 102-105. – DOI 10.48612/1kp3-x1hz-2hpv. – EDN EPJPTL.

5. Удина И. Г. Обнаружение вируса деформации крыла у медоносной пчелы *Apis mellifera* L. в Московской области методом ОТ-ПЦР / И. Г. Удина, С. С. Кунижева, А. Е. Гришечкин [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2010. – Т. 55. – № 5. – С. 37-40. – EDN MVODAT.
6. D.van Engelsdorp, et al. A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010, *Journal of Apicultural Research*, 50, 1-10 (2011) DOI: 10.3896/IBRA.1.50.1.01
7. M.A. Aizen et al. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production, *ANNALS OF BOTANY*, 103 (9), 1579-1588 (2019) <https://doi.org/10.1093/aob/mcp076>
8. M.E. Natsopoulou et al. The virulent, emerging genotype B of Deformed wing virus is closely linked to overwinter honeybee worker loss, *Scientific Reports*, 7 (5242), 1-9 (2017) DOI:10.1038/s41598-017-05596-3
9. F. Nazzi, S. Brown, and D. Annoscia Synergistic Parasite-Pathogen Interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies, *PLOS PATHOGENS*, 8(6): e1002735. (2012) DOI: 10.1371/journal.ppat.1002735
10. Eugene V. Ryabov et al., Recent spread of *Varroa destructor* virus-1, a honey bee pathogen, in the United States, *Scientific Reports*, 7(1), (2017) DOI: 10.1038/s41598-017-17802-3
11. Eugene V. Ryabov et al. Dynamic evolution in the key honey bee pathogen deformed wing virus: Novel insights into virulence and competition using reverse genetics, *PLoS Biology*, 17(10):e3000502 (2019) DOI: 10.1371/journal.pbio.3000502
12. S.V. Svistunov, N.N. Bondarenko, A.G. Koshchayev, et al. Productive qualities of gray mountain caucasian bees of type Krasnopolyansky, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8 (7), 631-635 (2019) <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85067855841&partnerID=MN8TOARS>
13. A.J Vanbergen, et al. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1, 251-259 (2013) <https://doi.org/10.1890/120126>

Spisok literatury`:

1. Belonogov A.P. Prichiny` e`pizootii askosferoza A.P. Belonogov, N.K. Isakova, S.V. Novichkin // *Pchelovodstvo*. – 2003. – № 5. – С. 15-16.
2. Svistunov, S.V. E`ffektivnost` primeneniya akaricidov pri varroatoznoj invazii na Kubani / S.V. Svistunov, I.A. Romanenko // *Vestnik Chuvashskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii*. – 2019. – № 4(11). – С. 101-104. – DOI 10.17022/qafz-4310. – EDN OOPGGT.
3. Svistunov, S.V. *Pchelovodstvo v Krasnodarskom krae* / S.V. Svistunov, S.A. Plotnikov // *Pchelovodstvo*. – 2020. – № 10. – С. 4-5. – EDN BMOMSU.
4. Svistunov, S.V. Produktivnost` *Apis mellifera caucasica* v usloviyax varroatoznoj invazii / S.V. Svistunov, I.A. Romanenko // *Sbornik nauchny`x trudov Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootexnii i veterinarii*. – 2021. – Т. 10. – № 1. – С. 102-105. – DOI 10.48612/1kp3-x1hz-2hqv. – EDN EPJPTL.
5. Uдина I. G. Obnaruzhenie virusa deformacii kry`la u medonosnoj pchely` *Apis mellifera* L. v Moskovskoj oblasti metodom OT-PCzR / I. G. Uдина, S. S. Kunizheva, A. E. Grishchkin [i dr.] // *Voprosy` virusologii*. – 2010. – Т. 55. – № 5. – С. 37-40. – EDN MVODAT.
6. D.van Engelsdorp, et al. A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010, *Journal of Apicultural Research*, 50, 1-10 (2011) DOI: 10.3896/IBRA.1.50.1.01

7. M.A. Aizen et al. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production, ANNALS OF BOTANY, 103 (9), 1579-1588 (2019) <https://doi.org/10.1093/aob/mcp076>

8. M.E. Natsopoulou et al. The virulent, emerging genotype B of Deformed wing virus is closely linked to overwinter honeybee worker loss, Scientific Reports, 7 (5242), 1-9 (2017) DOI:10.1038/s41598-017-05596-3

9. F. Nazzi, S. Brown, and D. Annoscia Synergistic Parasite-Pathogen Interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies, PLOS PATHOGENS, 8(6): e1002735. (2012) DOI: 10.1371/journal.ppat.1002735

10. Eugene V. Ryabov et al., Recent spread of Varroa destructor virus-1, a honey bee pathogen, in the United States, Scientific Reports, 7(1), (2017) DOI: 10.1038/s41598-017-17802-3

11. Eugene V. Ryabov et al. Dynamic evolution in the key honey bee pathogen deformed wing virus: Novel insights into virulence and competition using reverse genetics, PLoS Biology, 17(10):e3000502 (2019) DOI: 10.1371/journal.pbio.3000502

12. S.V. Svistunov, N.N. Bondarenko, A.G. Koshchaev, et al. Productive qualities of gray mountain caucasian bees of type Krasnopolyansky, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8 (7), 631-635 (2019) <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85067855841&partnerID=MN8TOARS>

13. A.J Vanbergen, et al. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. Frontiers in Ecology and the Environment, 1, 251-259 (2013) <https://doi.org/10.1890/120126>