

УДК 638.145

DOI: 10.31040/2222-8349-2020-0-2-49-53

## МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ПОПУЛЯЦИИ КЛЕЩЕЙ *VARROA DESTRUCTOR* К ХИМИОТЕРАПИИ И ТЕРМООБРАБОТКЕ

© В.И. Масленникова, А.В. Королев, В.Е. Кулабухов, Э.Р. Нуриева, Н.М. Ишмуратова

В последнее время стала поступать информация от пчеловодов-профессионалов, что большинство современных химических и физических методов борьбы с клещом варроа *Varroa destructor* не обладают желаемой эффективностью: если через неделю после обработки в пробах пчел выявляют лишь единичные экземпляры клещей, то спустя три недели средняя заклещеванность в семьях в среднем возрастает до 18–25%, при том что пчелиного расплода в этот период практически нет. Известно, что термообработки пчелиных семей, проводимые в прошлом столетии, характеризовались резким уменьшением заклещеванности, которая обычно возвращалась к прежним значениям на протяжении года. Сегодняшние термообработки, по мнению пчеловодов-практиков, высокой эффективностью не обладают, хотя, как и раньше, отмечают высокую степень гибели клещей варроа при термическом воздействии на пчел. Известные к настоящему времени сведения о механизмах адаптации популяции клещей варроа, обеспечивающих их высокую жизнеспособность при изменении условий среды, явно недостаточны для создания оптимальной концепции борьбы с ним. В данной работе расширены известные к настоящему времени сведения о механизмах адаптации популяции клещей варроа к термо- и химио-противоварроатозным обработкам пчелиных семей с целью создания оптимальной концепции борьбы с этим вредителем. Для этого, во-первых, разработаны эффективные методики выявления поведенческих адаптивных механизмов популяции клещей варроа при термообработке и химиотерапии акарицидами, например, амитразом. Показано, что наиболее вероятным механизмом адаптации клещей варроа к термообработке является быстрый переход с тела особей на сотовые рамки в процессе стряхивания их в кассеты для термической обработки. При химиотерапии наиболее очевидным механизмом адаптации клещей варроа к инсектицидным препаратам является укрытие их в расплодных ячейках, менее подверженных действию акарицида. Даны рекомендации по предупреждению выявленных адаптаций.

Ключевые слова: популяция клещей варроа, термообработка, химиотерапия, амитраз, механизмы адаптации.

В последние два десятилетия стала поступать информация от пчеловодов-профессионалов, что большинство современных физических и химических методов борьбы с клещом варроа не обладают ожидаемой эффективностью. Так, если через неделю после обработки в пробах пчел выявляют единичные экземпляры клещей, то спустя 3 недели заклещеванность в семьях в среднем составляет 18–25%, при том что расплода в этот период в пчелиных семьях практически нет. Известно, что термообработки пчелиных семей, проводимые в 80–90-х гг.

прошлого столетия, характеризовались резким снижением заклещеванности, которая обычно восстанавливалась на протяжении года. Сегодняшние термообработки высокой эффективности, по мнению пчеловодов-практиков, не показывают, хотя как и прежде отмечают высокую осыпь клещей варроа при термическом воздействии на пчел.

Известные на сегодня единичные сведения о механизмах адаптации популяции клещей варроа *Varroa destructor*, обеспечивающих высокую жизнеспособность вида при изменении

МАСЛЕННИКОВА Валерия Ивановна – д.б.н., Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, e-mail: 52748321@mail.ru  
КОРОЛЕВ Александр Викторович – к.с.-х.н., Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, e-mail: 52748321@mail.ru  
КУЛАБУХОВ Вадим Евгеньевич, КФХ «Донник», e-mail: insect@anrb.ru  
НУРИЕВА Эвелина Рашитовна, Уфимский Институт химии УФИЦ РАН, e-mail: ern\_lbrn@bk.ru  
ИШМУРАТОВА Наиля Мавлетзяновна – д.с.-х.н., к.х.н., Уфимский Институт химии УФИЦ РАН, e-mail: insect@anrb.ru

условий среды [1–3], недостаточны для создания оптимальной концепции борьбы с этим клещом. Поэтому целью данного исследования являлось изучение механизмов адаптации популяции клещей варроа при воздействии некоторых абиотических факторов в гнезде медоносных пчел. Для достижения поставленной цели были определены задачи, включающие изучение адаптивных поведенческих механизмов популяции клещей варроа при термо- и химио-противоварроатозных обработках пчелиных семей.

Исследования выполнялись в течение 2016–2018 гг. на производственной пасеке и в лаборатории кафедры мелкого животноводства МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина и КФХ «Донник» (г. Сухиничи).

Первоначально были разработаны методики выявления поведенческих адаптивных механизмов популяции клещей варроа к термообработке и химиотерапии. Методика изучения механизма адаптации клещей варроа при термообработке пчелиных семей состояла в следующем. Во-первых, перед термообработкой стандартным образом определяли исходную степень заклещеванности пчелиных семей клещами варроа. Затем, после стряхивания всех пчел семьи с сотов в кассету для термообработки, освободившиеся от пчел соты переносили в термостат с температурой +8°C. На каждом соте с одной и другой сторон создавали небольшие участки (Ø8 см), на которых поддерживали температуру 20–25°C. Разность температур на соте создавалась для того, чтобы собрать всех оставшихся клещей в одном месте, если они на них имелись. Через полчаса на теплом участке сота подсчитывали количество оставшихся на соте клещей, а затем удаляли их с соторамок. После обработки пчел при температуре 46°C в термостате в течение 15 мин и последующем 10-минутном остывании в кассете их высыпали в тот же улей, из которого они были взяты. Перед этим все соты из этого улья, которые были поставлены в термостат, возвращали. На 5-й день отбирали пробу пчел для определения остаточной заклещеванности после термообработки, а весь расплод в пчелосемьях вскрывали, подсчитывая степень заклещеванности.

Разработанная нами методика изучения механизма адаптации клещей варроа при химиотерапии пчелиных семей акарицидными препаратами представляла следующее. В опыте применяли бипин (действующее вещество амитраз – *N,N*-ди(2,4-ксилилиминометил)мети-

ламин) путем прокапывания препарата по межрамочным пространствам, согласно «Наставлению по его применению». Перед обработкой проводили отбор проб пчел (приблизительно 100 особей) и печатного расплода (5×5 см<sup>2</sup>) для определения степени их заклещеванности. Через 5 суток после последней обработки отбирали пробы пчел так же, как и перед обработкой, а весь печатный расплод вскрывали, если он в это время присутствовал в семьях, подсчитывая и уничтожая имеющихся клещей.

Для проведения работ было сформировано 5 групп по 3 пчелосемьи-аналога в каждой приблизительно одной степени заклещеванности и силы семей с матками-сеголетками. Исследования проводили во второй декаде сентября, в семьях на одной-двух рамках присутствовал расплод в общей сложности не более 5 квадратов (5×5 см<sup>2</sup>) на пчелиную семью.

Первую группу обрабатывали традиционным термическим методом (соты после стряхивания пчел в кассету тотчас возвращали в улей); на вторую группу воздействовали модифицированным нами термическим методом (соты после стряхивания пчел в кассету переносили в холодильный термостат); третью группу обрабатывали бипином традиционным способом (расплод оставляли в сотах); на четвертую группу воздействовали бипином, согласно предложенной нами методике (через 5 дней после последней обработки расплод вскрывали, подсчитывали и уничтожали клещей); пятая группа служила контролем (табл. 1).

В результате, судя по полученным данным степени заклещеванности на 5 и 14 сутки, приведенным в табл. 1, наиболее эффективными методиками противоварроатозного очищения семей являются модифицированные нами способы термообработки и химиотерапии.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение. При термообработке наиболее вероятным механизмом адаптации клещей варроа является быстрый переход с тела пчел на сотовые рамки в процессе стряхивания их в кассеты. Это подтверждается тем, что на первых двух из стряхиваемых сотовых рамках находили до 18 особей клещей, в то время как на последующих сотах их было уже от 260 до 800 экземпляров. При химиотерапии наиболее очевидным механизмом адаптации клещей к акарицидным препаратам является укрытие их в расплодных ячейках перед запечатыванием пчелиных личинок.

## Влияние противоварроатозных обработок на адаптивные механизмы популяции клещей варроа

№ группы	Обработка	Сила семей, улочки	Исходная заклещеванность семей, %	Заклещеванность после обработок, %	
				Через 5 дней	Через 14 дней
1	Традиционная термообработка	9.6 ± 0.70	19.2 ± 1.69	6.8 ± 0.97	7.4 ± 0.73
2	Модифицированная термообработка	10.5 ± 0.70	18.7 ± 2.30	2.6 ± 0.41	3.3 ± 0.36
3	Традиционная химиотерапия	10.5 ± 0.50	20.2 ± 1.46	2.4 ± 0.27	14.9 ± 0.47
4	Модифицированная химиотерапия	9.5 ± 0.33	18.5 ± 2.42	1.9 ± 0.40	2.2 ± 0.80
5	Контроль	9.9 ± 0.30	19.7 ± 1.52	20.1 ± 1.28	20.6 ± 2.32

Так, в начале октября 2018 г. один из авторов статьи наблюдал на пасеке в КФХ «Донник» Калужской области следующее необычное явление. После стандартной химической обработки от клеща варроа и слета пчелосемьи он обнаружил следующую классическую картину: 2–3 рамки разновозрастного брошенного расплода. Клещей на личинках и куколках после вскрытия печатного расплода было от 1 до 5 штук, но не это главное. На периферии сота, около задней стенки улья, он нашел несколько полностью запечатанных ячеек с совершенно не нарушенными крышечками, буквально набитых клещом. Поскольку это противоречило классическим данным [4] о том, что обычно самка клеща откладывает не более 3–5 яиц, и при проникновении нескольких самок в одну ячейку число отложенных яиц снижается, пчеловод сфотографировал одну из ячеек и пересчитал клещей после удаления пчелиной куколки, их оказалось 37. При вскрытии другой ячейки наблюдал ту же картину. Планируя сделать фото на следующий день на более хорошей аппаратуре, поместил рамку в холодильник. Она пролежала в нем 1 сутки, клещи на вид были мертвыми. На следующий день, перед съемкой, вынес рамку и положил на стол, была теплая солнечная погода. Каково же было удивление, когда спустя 1 ч он обнаружил, что клещи ожили и вылезли «греться» на край ячейки (на фото это хорошо видно, рис. 1). После съемки пересчитал клещей из этой ячейки, их было 33 особи.

Это наблюдение с большой вероятностью позволяет утверждать, что такие ячейки (у задней стенки улья) играют роль неких «зимовальных ям», как у рыб. Может быть, именно в них собираются и перезимовывают самые стойкие, с

повышенной жизненной энергией клещи. Иначе чем можно объяснить то, что при химических обработках клещ сильно осыпается, а меньше на следующий год его не становится. При этом, вероятно, клещи варроа выбирают менее подверженные действию акарицида, например, амитраза, ячейки, а поскольку их остается после обработки не так много, то поэтому клещи поселяются в них в таких больших (более 30 особей) количествах. Естественно, все эти предположения требуют дополнительной более глубокой проверки экспериментом.

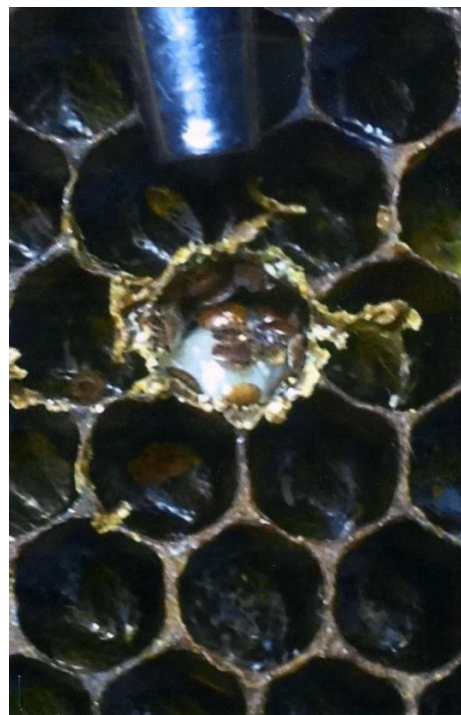


Рис. 1. Самки клеща варроа на личинке пчелы во вскрытой ячейке

Как видно из рис. 1, клещи заходили в ячейки коллективно перед запечатыванием. Особого внимания заслуживает тот факт, что они не питались гемолимфой хозяина. Об этом свидетельствует разный возраст развивающихся пчел: встречались особи предкуколочек и куколок на разных стадиях развития. Это говорит о том, что пчелиный расплод был живым и продолжал развиваться, несмотря на то, что в ячейках присутствовало большое количество взрослых самок клещей.

По результатам исследования можно дать следующие рекомендации. Перед обработками токсичными акарицидными препаратами следует все рамки с расплодом удалять из гнезда. Если таких рамок много, следует перенести противоварроатозные мероприятия на более позднее время. При отсутствии такой возможности необходимо отобрать несколько относительно сильных семей и поставить в них дополнительные корпуса, в которые поместить расплодные соты из других более слабых семей. Перегородку между корпусами сделать из ткани, не пропускающей клещей в нижний корпус, верхний корпус хорошо утеплить. После выхода пчел из расплода провести противоварроатозную обработку, а молодых пчел использовать по назначению.

Таким образом, в данной работе расширены известные к настоящему времени сведения о механизмах адаптации популяции клещей варроа *Varroa destructor* к термо- и химиопротивоварроатозным обработкам пчелиных семей с целью создания оптимальной концепции борьбы с клещом варроа. Для этого первоначально разработаны эффективные методики выявления поведенческих адаптивных механизмов популяции клещей варроа к термообработке и химиотерапии акарицидами. Показано, что наиболее вероятным механизмом адаптации клещей варроа при термообработке является их быстрый переход с тела пчел на сотовые рамки в процессе стряхивания их в кассеты для термической обработки. При химиотерапии наиболее очевидным механизмом адаптации клещей варроа к инсектицидным препаратам является укрытие их в расплодных ячейках, менее подверженных действию акарицида. Даны рекомендации по предупреждению выявленных адаптаций.

*Работа выполнена при финансовой поддержке программы РАН «Фундаментальные основы химии», тема №8 «Хемо-, регио- и стереоселективные превращения терпеноидов, стероидов и липидов в направленном синтезе низкомолекулярных биорегуляторов» (№ госрегистрации АААА-А17-117011910023-2, 2017 г.).*

## Литература

1. Масленникова В.И. Структурные элементы популяции клещей *Varroa destructor*, их возрастная репродуктивная активность, механизмы адаптации к изменениям биотических и абиотических факторов в гнезде пчел *Apis mellifera*: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. М., 2002. 46 с.
2. Гиниятуллин М.Г., Шелехов Д.В., Гареева А.М., Ишмуратова Н.М., Ишмуратов Г.Ю. Поиск новых методов борьбы с варроатозом медоносных пчел // Темная лесная пчела *Apis mellifera mellifera* L. Республики Башкортостан. М: Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 188–194.
3. Ишмуратова Н.М., Ишмуратов Г.Ю., Яковлева М.П., Тамбовцев К.А., Исмагилова А.Ф., Толстиков Г.А. «Маточное вещество» медоносных пчел: свойства, синтез, применение в пчеловодстве и шмелеводстве. М.: Наука, 2015. 179 с.
4. Гробов О.Ф., Лихотин А.К. Болезни и вредители пчел. М.: Мир, Колос, 2003. 286 с.

## References

1. Maslennikova V.I. Structural elements of the *Varroa destructor* mite population, their age-dependent reproductive activity, mechanisms of adaptation to changes in biotic and abiotic factors in the *Apis mellifera* bee nest. Dr. Sc. Thesis in Biology. Moscow, 2002. 46 с.
2. Giniyatullin M.G., Shelekhov D.V., Gareeva A.M., Ishmuratova N.M., Ishmuratov G.Yu. Search for new methods to struggle against varroatosis of honey bees. *Temnaya lesnaya pchela Apis mellifera mellifera* L. Respubliki Bashkortostan. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2016, pp. 188–194.
3. Ishmuratova N.M., Ishmuratov G.Yu., Yakovleva M.P., Tambovtsev K.A., Ismagilova A.F., Tolstikov G.A. "Queen substance" of honey bees: Properties, synthesis, use in apiculture and bumblebee rearing. М.: Наука, 2015. 179 с.
4. Grobov O.F., Likhotin A.K. Bee diseases and pests. Moscow, Mir, Kolos, 2003. 286 p.



**MECHANISMS OF ADAPTATION OF TICK POPULATION *VARROA DESTRUCTOR*  
TO CHEMOTHERAPY AND HEAT TREATMENT**

© V.I. Maslennikova<sup>1</sup>, A.V. Korolev<sup>1</sup>, V.E. Kulabukhov<sup>2</sup>, E.R. Nurieva<sup>3</sup>, N.M. Ishmuratova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> K.I. Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology,  
23a, ulitsa akademika Scryabina, 109472, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> «Donnik» Peasant Farm Holding,  
Village of Belilovo, 249271, Kaluga District, Russian Federation

<sup>3</sup>Ufa Institute of Chemistry – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre  
of the Russian Academy of Sciences,  
69, prospect Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

Recently, information from professional beekeepers began to come in that most modern chemical and physical methods of dealing with the *Varroa destructor* do not have the desired efficiency: if a week after processing, only a few tick specimens are detected in bee samples, then after three weeks, average clogging in families, on average, increases to 18-25%, while bee brood during this period is almost absent. It is known that heat treatment of bee colonies, carried out in the past century, was characterized by a sharp decrease in the tackiness, which usually returned to previous values throughout the year. According to practicing beekeepers, today's heat treatments do not possess high efficiency, although, as before, a high degree of mortality of varroa mites upon thermal exposure to bees is noted.

Information to date on the mechanisms of adaptation of the varroa tick population, which ensure their high viability under changing environmental conditions, is clearly insufficient to create an optimal concept for controlling the varroa tick.

In this work, information to date on the mechanisms of the *Varroa destructor* tick population adaptation to thermo- and chemo-antivarrhotic treatments of bee colonies in order to create an optimal concept for combating this tick has been expanded. To do this, firstly, effective methods have been developed for identifying the behavioral adaptive mechanisms of the varroa mite population during heat treatment and chemotherapy with acaricides, for example, amitraz. It has been shown that the most likely mechanism of adaptation of varroa mites to heat treatment is their rapid transition from the body of individuals to the cellular frames in the process of shaking them off into heat treatment cassettes. During chemotherapy, the most obvious mechanism of adaptation of varroa mites to insecticidal drugs is to shelter them in brood cells less susceptible to the action of acaricide. Recommendations for the prevention of identified adaptations are given.

Key words: varroa tick population, heat treatment, chemotherapy, amitraz, adaptation mechanisms.