

УДК 604:593.19:638.252.3:638.15-085

МОЛЕКУЛЯРНАЯ, ФИТОТЕРАПИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, НАПРАВЛЕННЫЕ НА БОРЬБУ С ВАИРИФОРМОЗОМ У МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

Н.Д.Шамаев^{1,2,3}, Е.С.Кошпаева³, К.В.Сычев^{1,3}, А.В.Иванов⁴

¹ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г.Казань, Республика Татарстан, Россия

² ЦНИЛ, КГМА - филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г.Казань, Республика Татарстан, Россия

³ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации Казанский государственный медицинский университет, г.Казань, Республика Татарстан, Россия

⁴ ФГБНУ «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И.Скрябина и Я.Р.Коваленко Российской академии наук, г.Москва, Россия
E-mail: nikolai.shamaev94@mail.ru

Ключевые слова: ваириморфоз, *Vairimorpha* spp., терапия заболеваний медоносной пчелы, *Apis mellifera*

Key words: vairimorphosis, *Vairimorpha* spp., honey bee disease therapy, *Apis mellifera*

Аннотация: Пчеловодство имеет средообразующее значение в рациональном природопользовании. Эффективному развитию пчеловодства в России препятствует наличие и негативное воздействие пчелиных инвазий и паразитов. Микроспоридиоз, вызываемый паразитами рода *Vairimorpha* — это одна из важнейших болезней медоносных пчел (*Apis mellifera*), контролирующая популяцию, и самая большая глобальная угроза пчеловодству. В данной статье рассмотрены все последние научные достижения в области молекулярной и фитотерапии, данные применения пищевых добавок и использования коммерчески доступных средств, направленные на борьбу с ваириморфозом у медоносных пчел.

Abstract: Beekeeping is of environmental importance in environmental management. The effective development of beekeeping in Russia is hampered by the presence and negative impact of bee infestations and parasites. Microsporidiosis, caused by parasites of the genus *Vairimorpha*, is one of the most important population control diseases of honey bees (*Apis mellifera*) and the greatest global threat to beekeeping. This article reviews all the latest

scientific advances in the field of molecular and herbal medicine, data on the use of food additives and the use of commercially available products aimed at combating vairimorphosis in honey bees.

Текст: Пчеловодство имеет большое значение для получения ценного пищевого продукта меда, повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур, развития семеноводства. Для полного удовлетворения потребностей в полноценном опылении энтомофильных сельскохозяйственных культур и получения высокого урожая, необходимо содержать большое количество пчелосемей. Таким образом, пчеловодство также имеет средообразующее значение в рациональном природопользовании. Однако, эффективному развитию пчеловодства в России препятствует наличие и негативное воздействие пчелиных инвазий и паразитов. В ряде регионов России с благоприятными природными и климатическими условиями (для продолжительного развития пчеловодства), с достаточной кормовой базой (естественными и сельскохозяйственными медоносными угодьями) зафиксированы случаи массовой гибели пчел. В осенне-зимние и весенние сезоны пчеловоды терпят огромные убытки. Локальными исследованиями отдельных сельскохозяйственных предприятий отдельных регионов России была отмечена неблагополучная ситуация по микроспоридиозу.

Микроспоридии поражают все типы животных. *V. apis* и *V. ceranae* считаются одними из основных патогенов медоносных пчел. С начала 2000-х вид *V. apis* считается единственным этиологическим агентом, ответственным за возникновение ваириморфоза, угрожающего локальным популяциям пчел на территории России и ряда стран западной части Европы. Несмотря на то, что изначально *V. ceranae* был обнаружен за пределами Азии, за последние десять лет локальные исследования идентифицировали данный вид по всему миру. На данный момент микроспоридиоз, вызываемый паразитами рода *Vairimorpha* — это одна из важнейших болезней медоносных пчел (*Apis mellifera*), контролирующей популяцию, и глобальная угроза пчеловодству. *V. ceranae* инфицирует эпителиальные клетки средней кишки взрослых рабочих медоносных пчел и маток, вызывая необратимые повреждения. *V. ceranae* вызывает значительно более высокую смертность, чем *V. apis*, но чаще всего наблюдается смешанная инфекция.

Фумагиллин использовали для лечения зараженных *V. apis* медоносных пчел с начала 1950-х годов, а препарат получали из *Aspergillus fumigatus*. Это единственное химическое вещество, зарегистрированное в США и Канаде для лечения ваириморфоза у медоносных пчел. В последние годы в ряде европейских стран (Великобритания, Испания, Бельгия, Греция, Венгрия, Румыния и др.) было дано исключительное временное разрешение на использование фумагилина под ветеринарным надзором [1]. В полевых условиях при естественном заражении паразитами рода *Vairimorpha* препарат растворяют в сиропе. Несмотря на то, что дициклогексилламин фумагилина, может контролировать распространение инфекции, на эффективность препарата может влиять сразу несколько факторов, таких как: хранение, подготовка к обработке, количество препарата, потребляемое пчелами. Например, воздействие УФ-излучения резко снижает начальную концентрацию фумагиллина в течение нескольких часов, а температура влияет на его деградацию. Общее количество сиропа, содержащего фумагиллин, проглатываемого медоносными пчелами, является ключевым фактором его эффективности. При применении рекомендованной дозировки в Испании сообщалось об определенных различиях в эффективности фумагиллина в семьях медоносных пчел, инфицированных *V. ceranae*. При лечении семей медоносных пчел доза фумагиллина должна быть 120 мг/семью и только в данной дозировке препарат эффективен при заражении *V. apis* и *V. ceranae*. В теории, это должно помогать в предотвращении гибели семей в течение следующего года, однако, повторное заражение пчелосемей может быть обнаружено через 4 месяца после обработки. Также, при всей своей пользе фумагиллин может оставаться в меде и других продуктах пчеловодства; он токсичен для млекопитающих. С понижением дозировки фумагиллина с момента начала использования, может наблюдаться увеличение споровой нагрузки спорами *V. apis* и *V. ceranae*, что на 100% выше, чем у инфицированных пчел, находившихся без контакта с препаратом. Фумагиллин ингибирует фермент метионинаминопептидазу 2 в эукариотических клетках и препятствует модификациям белков, необходимым для нормального функционирования клеток; изменяет структурные и метаболические белки в тканях средней кишки медоносной пчелы в концентрациях, которые не подавляют размножение микроспоридий. Так, паразиты рода *Vairimorpha* освобождаются от

подавляющего действия фумагиллина в концентрациях, которые продолжают влиять на физиологию медоносных пчел [2].

Современные тенденции включают поиск альтернативных методов лечения без использования антибиотиков. Например, применение натурального экстракта гриба *Agaricus blazei* показало антиваириморфозный эффект. По сравнению с фумагиллином, были зафиксированы повышенные показатели выживаемости пчел при использовании, как в профилактических, так и в лечебных целях [3]. В таблице 1 обобщены и выделены компоненты, экстракты и добавки, имеющие терапевтический эффект при борьбе с ваириморфозом у медоносных пчел.

Таблица 1. Сравнение методов лечения против ваириморфоза

Тип лечения	Споровая нагрузка		Выживаемость	Другие эффекты
	пчелы	семьи		
Органические компоненты с низкой молекулярной массой				
Метронидазол	-	-	-	низкая жизнеспособность спор
Тинидазол	-	-	-	низкая жизнеспособность спор
Порфирин: PP(Asp) ₂	низкая	-	высокая	низкая жизнеспособность спор
Порфирин: TmePyP	низкая	-	-	низкая жизнеспособность спор
Аналог фумагиллина «Фумагиллол»	низкая	-	высокая	-
Аналог фумагиллина «Полусинтетический аспирин»	низкая	-	высокая	-
Аналог фумагиллина «Энилконазол»	низкая	-	высокая	-
Аналог фумагиллина	низкая	-	высокая	-

«Тимол»				
Муравьиная кислота	-	низкая	-	-
Щавелевая кислота	низкая	-	низкая	высокая выживаемость пчелосемей
«Resveratrol»	низкая	-	высокая	-
Подавление экспрессии генов на уровне РНК (RNAi)				
АДФ/АТФ RNAi	низкая	-	-	рост реакции на сахарозу
<i>ptp3</i> RNAi	низкая	-	высокая	стимуляция иммунной системы
<i>nkd</i> RNAi	низкая	-	высокая	стимуляция иммунной системы
Экстракты и пищевые добавки				
Экстракты полисахаридов	низкая	-	-	-
Пентадекапептид ВРС 157	-	низкая	-	низкий уровень поражений средней кишки медоносной пчелы; укрепление колонии
Спиртовой экстракт Лавра благородного <i>Laurus nobilis</i>	низкая	-	нет эффекта	-
Экстракт эфирного масла Крпптокарии белой <i>Cryptocarya alba</i>	низкая	-	высокая	-
Метаноловый экстракт Аристотелии чилийской <i>Aristotelia chilensis</i>	низкая	-	нет эффекта	-
Метаноловый экстракт Мирта	низкая	-	высокая	-

Чилийского <i>Ugni molinae</i>				
Метаноловый экстракт Авелланского ореха <i>Gevuina avellana</i>	низкая	-	нет эффекта	-
Спиртовый и метаноловый экстракты прополиса	низкая	-	высокая	-
«BEEWELL AminoPlus»	низкая	-	нет эффекта	стимуляция иммунной системы
«Нозевит»	-	низкая	-	укрепление колонии
«HiveAlive»	-	низкая	-	укрепление колонии
Микробные добавки				
Сурфактин эндофитных бактерий	низкая	-	высокая	низкая жизнеспособность спор
Метаболиты <i>L. johnsonii</i>	-	низкая	-	повышенное накопление жирового тела; укрепление колонии
<i>Bifidobacteria</i>	низкая	-	-	-
<i>Lactobacilli</i>	низкая	-	-	-
<i>P. apium</i>	нет эффекта			
<i>Bacillus</i> sp.	нет эффекта			
«Bactocell»	нет эффекта			
«Levucell SB»	нет эффекта			

Из таблицы 1 видно, что при применении отдельных методов борьбы с ваириморфозом было зафиксировано выраженное действие либо на медоносную пчелу (высокая выживаемость пчелосемей, укрепление колонии и стимуляция иммунной системы), либо на патоген (низкая

жизнеспособность спор). Необходимо исследовать возможность использования разных комбинаций компонентов, экстрактов и добавок для достижения синергетического терапевтического эффекта.

Библиографический список

1. Higes M., Nozal M., Alvaro A., Barrios L., Meana A., Martín-Hernández R., Bernal J. L., Bernal J. The stability and effectiveness of fumagillin in controlling *Nosema ceranae* (Microsporidia) infection in honey bees (*Apis mellifera*) under laboratory and field conditions // *Apidologie*. – 2011. – 42(3): 364-377.
2. Huang W.F., Solter L.F., Yau P.M., Imai B.S. *Nosema ceranae* escapes fumagillin control in honey bees // *PLoS Pathology*. – 2013. – 9(3): e1003185.
3. Glavinic U., Stevanovic J., Ristanic M., Rajkovic M., Davitkov D., Lakic N., Stanimirovic Z. Potential of fumagillin and *Agaricus blazei* mushroom extract to reduce *Nosema ceranae* in honey bees // *Insects*. – 2021. – 12(4): 282.