

В ходе выполнения исследований проведен отбор и определено строение пыльцевых зерен 50 образцов древесных, кустарниковых и травянистых растений, произрастающих в Республике Беларусь из которых приготовлено 35 микропрепаратов пыльцы высших растений, дана оценка криминалистической значимости их цифровых изображений.

С использованием альбома «Пыльца древесных, кустарниковых и травянистых растений, произрастающих на территории Республики Беларусь» были визуализированы цифровые изображения для идентификации пыльцевых зерен высших растений. Данную разработку рекомендуется использовать, как источник доказательной информации для решения идентификационных и диагностических задач. Внедрение результатов исследований в экспертную практику будет способствовать установлению существенных обстоятельств (виновность/невиновность субъекта, установление места произрастания объекта), а также значительно расширит возможности судебно-экологической экспертизы и повысит её эффективность.

Список использованных источников

1. Рудая Н. А. Палинологический анализ: учеб.-метод. пособие / Новосиб. гос. ун-т, Ин-т археол. и этногр. СО РАН. Новосибирск, 2010. 48 с.
2. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Пыльцевой анализ. М. : Госгеолиздат, 1950. – 571 с.
3. Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука. 1967. 270 с.

УДК 632.95.

М.И. Черник, доц., канд. вет. наук
БГТУ, г. Минск

ФАКТОРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РИСК ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ПЧЕЛ

Пестицидная нагрузка на агроценоз в нашей стране в последние годы значительно возросла, и эта тенденция сохранится в ближайшие годы. Масштабное применение пестицидов, особенно системных пестицидов нового поколения из группы неоникотиноидов, токсичность которых для пчел в среднем в 7 тыс. раз превышает токсичность ДДТ и нарушение инструкций и правил применения химических средств защиты растений – одни из главных причин высокой гибели медоносных пчел и других насекомых-опылителей.

В мире насчитывается 20 000 видов диких пчел, а также большое количество видов бабочек, мух, мотыльков, ос, жуков, птиц, летучих мышей и других животных, участвующих в опылении растений. Эти животные опыляют сельскохозяйственные культуры и тем самым обеспечивают нас фруктами, овощами, семенами, орехами и маслами, которые являются важными источниками витаминов и минералов.

Благодаря пчелам в мире производится треть продовольствия, потребляемого человечеством. В опылении медоносными пчелами и дикими насекомыми-опылителями нуждаются 400 видов или 84% важнейших для человека растений. От опыления животными в мире в той или иной степени зависят 75% видов сельскохозяйственных культур и 90% видов диких цветковых растений.

Наряду с продовольственными культурами животные опыляют культуры, используемые для производства биотоплива, растительных волокон, медицинских препаратов, кормов для скота и материалов для строительства. Пчелиный воск используется при изготовлении свечей, музыкальных инструментов, произведений искусства, ремесленных и других изделий.

По оценкам германских и французских ученых, вклад медоносных пчел и других насекомых-опылителей в производство продовольственных культур в мире составляет 153 млрд. евро, или 9,5% от стоимости всех пищевых продуктов, потребляемых человечеством. Однако общий итог деятельности опылителей растений значительно превышает эту сумму, так как

оценить в денежном эквиваленте вклад пчел в поддержание биологического разнообразия на планете невозможно.

Тезис мировых СМИ и активистов экологических и других общественных организаций о том, что численность пчелиных семей в мире неуклонно снижается, опровергается результатами научных исследований многих ученых. Сокращение численности семей пчел имеет место лишь в отдельных странах, в то время как в мире имеет место обратная тенденция. Пчеловоды восстанавливают потери пчелосемей и пока что справляются с этой проблемой достаточно успешно.

Вместе с тем во многих странах отмечается рост гибели пчел не только в период зимовки, но и в ходе пчеловодного сезона. Об этом, например, свидетельствуют официальные данные о гибели пчел в Европе и США [2].

Ученые выделяют около 60 основных причин массовой гибели пчел. В топ-10 принято включать распространение паразитов, болезней и естественных врагов пчел; ширящееся применение пестицидов в сельском хозяйстве; деградацию естественной кормовой базы пчел и аномалии глобального климата.

По мнению исследователей, одной из причин массовой гибели пчел является эволюция профессионального (коммерческого) сектора пчеловодства в «пчеловодных державах», сопровождающаяся расширением масштабов перевозок пчел и параллельно с этим – их паразитов и болезней. Наглядный пример этому – быстрое распространение по миру «азиатской» ноземы *Nosema ceranae* (Fries et al., 1996) [2, 4, 5].

Ранее допустимой нормой гибели пчел считалась потеря 10-15% медоносных пчел в год от болезней, бескормицы, ошибок пчеловодов и прочих факторов. По данным Международной федерации пчеловодных ассоциаций «Апимондия», из имевшихся в странах ЕС 13,6 млн. пчелиных семей в 2008 году погибло 30%. Миллионы ульев по всему миру опустели из-за таинственного исчезновения пчел, поставившего под угрозу выращивание более 100 культур, нуждающихся в опылителях.

Химические средства защиты растений при определенных условиях могут причинить большой ущерб пчеловодству. Пестициды попадают в пчелиные семьи с нектаром и пыльцой, в результате чего загрязняются кормовые запасы и товарная продукция. Наиболее опасны для пчел те пестициды, которые применяют для борьбы с вредными насекомыми и сорной растительностью [3].

Мировой рынок химических средств защиты растений (СЗР) в последние полвека развивался в среднем в 2–3 раза быстрее рынка меда. По прогнозам зарубежных и российских экспертов в ближайшее время этот разрыв будет увеличиваться. Соответственно возрастет и степень риска гибели медоносных пчел и других животных-опылителей от отравления их инсектицидами, гербицидами, фунгицидами и другими химическими препаратами. В первую очередь это коснется стран – лидеров мирового пчеловодства и рынка меда: Китая, Аргентины, Бразилии и Индии, которые одновременно лидируют и в области применения СЗР.

По характеру проникновения в организм пчел, пестициды подразделяются на контактные – действуют на пчел при попадании на поверхность их тела, кишечные – попадают в организм через органы пищеварения, фумигантные – через органы дыхания. А также пестициды комплексного действия (контактного, фумигантного и кишечного) [3].

В большинстве случаев отравление пчел происходит из-за несвоевременной информации пчеловодов о времени, месте и характере химических обработок, нарушения правил применения (обработки днем, в период нахождения пчел на медоносных растениях), а также использования заведомо опасных для пчел препаратов.

Воздействие пестицидов на пчел начинается с момента внесения их на обрабатываемую площадь. При этом пестицид может непосредственно попадать на отдельные особи при опрыскивании или опылении. Пчелы, контактируя с обработанной влажной либо уже подсохшей поверхностью, получают определенную дозу препарата. Фумигантное воздействие происходит при полете пчел над обработанной поверхностью, а кишечное – из источника воды, куда также способны попасть пестициды. Опасность пестицидов для пчел определяется многими факторами, которые можно объединить в четыре группы [1, 2].

Первая – факторы, связанные с погодно-климатическими условиями. Повышение температуры воздуха окружающей среды, как правило, приводит к усилению общей токсичности препаратов, обладающих положительным температурным коэффициентом, а также фуригантной токсичности (пестицид в газообразном состоянии поступает в организм насекомого через дыхательную систему). При повышенной температуре пчелы более активно посещают цветущие растения и в большей степени контактируют с обработанными растениями. Однако при сильной жаре из-за уменьшения нектаровыделения, летная активность пчел падает, а препараты гораздо быстрее испаряются и разлагаются на обработанных площадях и в воздухе. Повышение влажности воздуха – менее значимый фактор при воздействии пестицидов, хотя влага может растворять препараты и усиливать возможность кишечного воздействия. Осадки способны смывать часть пестицидов с обработанных растений на почву, но при увеличении температуры воздуха препараты быстрее переходят в газообразное состояние и, таким образом, происходит усиление фуригационного эффекта. Усиление ветра опасно при проведении обработок и после них – пестициды разносятся на необработываемые участки, и возрастает пространственный фуригационный эффект. Облачность и прохладная погода способствуют ослаблению быстрого влияния пестицидов на пчел, но при этом увеличивается длительность их воздействия.

Вторая группа факторов связана с используемыми препаратами. Специалистами установлены закономерности связи между токсической активностью инсектицидов для медоносной пчелы и строением молекулы вещества. Каждая группа пестицидов определенного класса химических соединений обладает специфическими свойствами, связанными с особенностями взаимодействовать с чувствительными рецепторами пчелы и производить токсический эффект. Например, синтетические пиретроиды характеризуются повышенной контактной активностью, а фосфорорганические – контактно-кишечной. Кроме того, независимо от класса химических соединений, один и тот же токсический эффект достигается меньшими дозами при многократном свободном приеме корма с токсикантом, чем при одноразовом употреблении пищи с этим же препаратом. Для пчел более опасно воздействие малых доз пестицидов, происходящее длительное время, чем разовое или кратковременное воздействие повышенных доз. Кроме этого имеет значение способность препаратов растворяться в воде, реагировать на изменение температуры, испаряться или возгоняться с обработанной поверхности, вступать во взаимодействие с другими ядохимикатами или соединениями, находящимися на обработанной поверхности, связываться растениями, почвенными частицами, мигрировать по пищевым цепям и т.д.

Имеет значение препаративная форма, в которой применяется препарат, ее физические свойства, содержание действующего вещества в препарате. Большое значение могут иметь репеллентные (отпугивающие) или, напротив, аттрактантные (привлекающие) свойства препаратов.

Третья группа факторов связана с особенностями обработки и способом внесения препаратов. Значение имеют норма расхода препарата, норма расхода рабочей жидкости и концентрация препарата в момент контакта его с пчелой, кратность обработок, технические особенности внесения, сезонность и время суток обработки, освещенность, расположение обрабатываемого участка относительно мест наибольшего посещения пчелами, состояние обрабатываемых растений и их привлекательность для пчел. Примечательно, что обработанное растение в каждый момент времени после обработки представляет разную степень опасности для пчелы.

Четвертая группа факторов определяется чувствительностью пчел к тому или иному препарату, где основными критериями является сила семьи, ее физиологическое состояние, возраст пчел, их активность. Например, внутриульевые пчелы устойчивее к инсектицидам, чем пчелы-сборщицы. Это связано с повышенной щелочностью среды пищевого тракта внутриульевых пчел, что усиливает гидролиз инсектицидов. Литературные источники свидетельствуют, что при контакте пчелы с пестицидом действует целый комплекс факторов, как взаимоослабляющих и взаимоусиливающих друг друга, так и меняющих конечный результат этого взаимодействия.

Наиболее опасно для пчел наземное и авиационное внесение инсектицидов, именно на них приходится до 95% отравлений пчел. Однако не следует считать безопасными другие

средства защиты растений: фунгициды, биопрепараты и удобрения. Дело в том, что кроме воздействия на пчел-сборщиц, указанные препараты, попав в ульи, не только воздействуют на внутриульевых пчел, расплод, матку, но и загрязняют продукты пчеловодства. Передвигаясь по обработанным растениям, пчелы-фуражиры контактным способом загрязняются препаратами и вместе с загрязненной цветочной пылью и нектаром приносят в улей вредные соединения, что уже представляет опасность для всех стадий развития пчел. При этом одновременно происходит загрязнение пчелопродукции: меда, перги, вошины, прополиса, маточного молочка, что представляет опасность для потребителя.

В Беларуси для оценки токсичности действующего вещества и препаративной формы для пчел установлены 5 классов токсичности и 3 класса опасности..

Таблица 1 – Классификации острой контактной токсичности пестицидов для медоносных пчел

Класс токсичности	LD50, мкг/пчелу
Чрезвычайно токсичный	≤0,1
Высокотоксичный	>0,1 – ≤1
Среднетоксичный	>1 – ≤10
Слаботоксичный	>10 – ≤100
Практически не токсичный	>100

Класс опасности пестицида определяется по коэффициентам риска контактного (КРк) и орального (КРо) воздействия для чего используется максимально рекомендуемая гектарная норма препарата в граммах действующего вещества на 1 га и наименьшие величины ЛД₅₀ в мкг/пчелу при контактном и оральном воздействии.

Таблица 2 – Классы опасности пестицидов для медоносных пчел по величине коэффициентов риска

Класс опасности		Величина КР
Высоко опасен	I	> 50
Средне опасен	II	26-50
Мало опасен	III	< 25

Пестициды, получившие государственную регистрацию до 2006 года классифицировались по четырем классам опасности:

- 1 класс опасности – высокоопасные для пчел
- 2 класс опасности – среднеопасные для пчел
- 3 класс опасности – малоопасные для пчел
- 4 класс опасности – практически неопасные для пчел

Пестициды, получившие государственную регистрацию с 2006 года и по настоящее время классифицируются по трем классам опасности.

Каждому классу опасности соответствует определенный экологический регламент применения пестицида:

- 1 класс опасности – высокоопасные.

Необходимо соблюдение экологического регламента:

- проведение обработки растений вечером после захода солнца;
- при скорости ветра 1–2 м/с;
- погранично-защитная зона для пчел – 4–5 км;
- ограничение лёта пчел – 4–6 суток.

- 2 класс опасности – среднеопасные.

Необходимо соблюдение экологического регламента:

- проведение обработки растений вечером после захода солнца;
- при скорости ветра 2–3 м/с;
- погранично-защитная зона для пчел 3–4 км;
- ограничение лёта пчел 2–3 суток.

3 класс опасности – малоопасные

Необходимо соблюдение экологического регламента:

- проведение обработки растений в утреннее или вечернее время;
- при скорости ветра 4–5 м/с;
- погранично-защитная зона для пчел 2–3 км;
- ограничение лёта пчел 3–24 часа.

Во всех случаях применение пестицидов требует соблюдения основных положений «Инструкции по профилактике отравления пчел пестицидами» (Москва, ГАП СССР 1989 г.); в частности, обязательно предварительное, за 4–5 суток, оповещение пчеловодов общественных и индивидуальных пасек (средствами печати, радио) о характере запланированного к использованию средства защиты растений, сроках и зонах его применения.

При проведении скрининга средств защиты растений, разрешенных для применения на территории РБ, нами установлено, что из всех существующих групп пестицидов наиболее токсичны для медоносной пчелы инсектициды. Доказано, что не все препараты этой группы в одинаковой степени губительно действуют на полезных насекомых данного вида. Будучи не схожими по химическому составу и строению молекулы, они существенно различаются по своей физиологической активности. Некоторые из них, обладая широким спектром действия против вредных членистоногих, проявляют весьма низкую токсическую активность в отношении медоносной пчелы. Причины данного явления пока не выяснены. И все же подавляющее число инсектицидов проявляет высокую токсичность для пчел, а применение многих из них в мероприятиях защиты растений сопряжено с большой опасностью интоксикации пчел. В то же время при использовании в полевых условиях некоторых высокотоксичных инсектицидов рядом исследователей отмечено удовлетворительное выживание пчел. Это обусловлено не только физиологическими причинами.

Общеизвестно, что процесс интоксикации любого живого организма возможен только при условии проникновения в него ядовитого вещества в количествах, достаточных для подавления жизненно важных систем и функций. Самым первым условием для этого является контакт и поступление токсиканта в организм любым из известных путей: через покровы – контактным способом, через органы дыхания – фумигантным и с пищей – трофическим. Именно трофический способ является главным экологическим фактором, определяющим возможность контакта медоносной пчелы с токсикантами, поскольку нектар и пыльца растений являются единственным полноценным для них кормом.

Исследования, проведенные рядом специалистов, свидетельствуют, что концентрация действующего вещества инсектицида, вызывающая отрицательную пищевую реакцию у сборщиц нектара или пыльцы, тесно коррелирует с токсической активностью данного соединения.

Вывод. Из всех существующих групп пестицидов наиболее токсичны для медоносной пчелы инсектициды. Подавляющее число инсектицидов, разрешенных для применения в нашей стране, проявляет высокую токсичность для пчел и применение многих из них в мероприятиях защиты растений сопряжено с большой опасностью интоксикации пчел.

Список использованных источников

1. Илларионов А.И. Токсикокинетика инсектицидов у медоносной пчелы // Агрехимия. №5. 1993. с. 90–95.
2. Массовая гибель пчел и ее причины. Электр. ресурс. – режим доступа: <http://www.apeworld.ru/1452890337.html>, свободный (15.03.2019).
3. Мировой рынок пестицидов в 2013 – 2017 гг. Что будет с пчелами и пчеловодством? Электр. ресурс. – режим доступа: <http://www.apeworld.ru/1344242484.html>, свободный (06.08.2019).
4. Lemaux P.G. Genetically engineered plants and foods: a scientists analysis of the issues (part II) // Annu. Rev. Plant. Biol. 2009, Vol. 60. P. 511–559.
5. MacKenzie. D. Honeybees under attack on all fronts // New Scientist 16 February 2009. [электр. ресурс]: newscientist.com.