

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Новосибирский государственный аграрный университет

**Экология медоносной пчелы, *Apis mellifera* L.
(влияние пестицидов и других антропогенных факторов)**

Учебное пособие

УДК 595.794 + 638.158.2

Осинцева Л.А. Экология медоносной пчелы, *Apis mellifera* L. (влияние пестицидов и других антропогенных факторов): Учеб. пособие/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск. – 42с.

В учебном пособии рассмотрены вопросы, касающиеся экологии медоносной пчелы. Описано влияние различных групп пестицидов на жизнеспособность и продуктивность пчелиных семей; рассмотрены факторы, определяющие токсичность пестицидов для пчел; приведены сведения о токсичности и опасности для пчел и других опылителей современных препаратов, используемых в защите растений от насекомых, возбудителей заболеваний и сорной растительности. Представлены методы определения токсичности и опасности пестицидов для пчел, их токсикологическая классификация; диагностика и лечение химических токсикозов. Описаны меры профилактики отравления пчел пестицидами, минеральными удобрениями и способы снижения негативного воздействия неорганических соединений, электрических полей на медоносных пчел.

Учебное пособие предназначено для слушателей учебных учреждений дополнительного профессионального образования и студентов агрономических и зоотехнических специальностей очной и заочной форм обучения. Рекомендуется в том числе для самостоятельного изучения темы «Влияние пестицидов на медоносных пчел» для зооинженеров.

Утверждено к печати методической комиссией зооинженерного факультета.

Допущено УМО, МСХиП РФ (письмо №27-5-33/2142 от 23.06.2000) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности Зоотехния.

Рецензенты: проф. В.Г.Кашковский, проф. М.В.Штерншис, доц. Э.Г.Скрипченко (НГАУ); доц. Н.Д.Машинская (НГПУ)

© Новосибирский государственный аграрный университет

Введение

Доход от пчелопродукции, как известно, составляет незначительную часть той прибыли, которая обеспечивается дополнительным урожаем сельскохозяйственных энтомофильных культур, формируемым за счет опылительной деятельности медоносных пчел.

Реализация биологических особенностей медоносной пчелы (таких, как запасание большого количества кормов, жизнь большими семьями, функциональная дифференциация летных пчел) делает ее лучшим опылителем большинства цветковых растений. В период сбора нектара и пыльцы пчелы являются одной из первых наиболее уязвимых мишеней из компонентов биоценозов при поступлении в них ксенобиотиков (чужеродных химических веществ), в частности пестицидов. Систематическое применение пестицидов является одним из наиболее существенных факторов антропогенного воздействия на пчелиную семью. Поэтому в настоящее время для предотвращения негативного влияния средств защиты растений на пчеловодную отрасль и потерь в растениеводстве от недостатка опылителей все пестициды проходят токсикологическую оценку в отношении медоносных пчел. Интенсивно изучается их влияние на основные биологические и хозяйственные характеристики пчелиных семей.

Исследования по этим проблемам в России проводятся в Научно-исследовательском институте пчеловодства, в Воронежской сельскохозяйственной академии, во Всероссийском институте ветеринарии и санитарии, во Всероссийском научно-исследовательском институте ветеринарной энтомологии и арахнологии, в Московском государственном университете и в других научных и учебных учреждениях.

1. Факторы, определяющие токсичность пестицидов для пчел

Токсическое действие пестицидов на медоносных пчел определяется:

- физико-химическими свойствами препарата;
- способом проникновения пестицида в организм пчел;
- временем контакта насекомых с пестицидом и его периодичностью;
- проявлением синергизма при совместном применении препаратов для защиты растений;
- породой и физиологическим состоянием пчел;
- абиотическими факторами.

Эти факторы и их сочетания, определяющие безопасность пестицидов для медоносных пчел, учитываются при использовании средств защиты растений, особенно на энтомофильных культурах.

Физико-химические свойства препаратов

Наиболее существенное влияние на консументов второго порядка в биоценозах оказывают инсектициды. На долю этой группы приходится около 95% случаев химического токсикоза насекомых-опылителей. До 4% случаев интоксикации вызываются препаратами для подавления сорной растительности. Фунгициды признаны наиболее безопасными для медоносных пчел. Известны только единичные случаи отравления пчел медьсодержащими соединениями этой группы пестицидов. Лабораторные испытания инсектицидов также свидетельствуют, как правило, о более высокой их токсичности по сравнению с другими группами пестицидов. Это связано с избирательной токсичностью средств защиты растений. Использование высокоселективных препаратов является самым эффективным способом предотвращения интоксикации медоносных пчел.

Наиболее выраженной селективностью по сравнению с химическими характеризуются биологические инсектициды, поэтому они, как правило, нетоксичны для пчел и других насекомых-опылителей. Но и в пределах данной группы имеются различия, основанные на биологических особенностях энтомопатогенных микроорганизмов – продуцентов, а также определяемые токсическими свойствами наполнителей.

Энтомопатогенные вирусы гранулеза и ядерного полиэдроза не вызывают инфекций у африканской медоносной пчелы (*Apis mellifera scutellata*) в отличие от энтомопатогенных грибов боверии (*Beauveria bassiana*) и метаризии (*Metarhizium anisopliae*). При внесении конидий (1 г на семью) этих грибов в ульи наблюдали низкую смертность имаго и отсутствие влияния на развитие личинок. Высокая смертность пчел наступала после кормления их сахарным сиропом с конидиями грибов. При понижении температуры до 26°C гибель пчел наступала и при топикальном, и при оральном воздействии. Авторы предполагают, что в природе препараты на основе энтомопатогенных грибов после их применения не должны вызывать гибель пчел (Alves S.B., et al., 1996). Опасными для пчел-листорезов (*Megachil rotundata*) были названы препараты на основе энтомопатогенных бактерий и их метаболитов – *лепидоцид*¹ и его смеси с *гомелином* и с грибным препаратом *боверином*. Гибель мегачил вызывал также биологический препарат *ризоплан*, но смесь его с биолигнином была абсолютно неопасна для пчел (Девяткин А.М., 1995).

В большинстве своем биологические препараты, в том числе и инсектицидного действия, не представляют какой-либо опасности для медоносных пчел в силу их высокой селективности. Эта точка зрения настолько аргументирована и широко распространена, что патентуются особые

¹ Названия препаратов, включенных в «Список препаратов для защиты растений, разрешенных к применению в РФ» на 1997 и 1998 гг., выделены курсивом.

устройства, содержащие препарат для биологической борьбы с насекомыми-фитофагами и помещаемые в стандартный улей. В устройстве предусмотрены отдельные проходы для прилетающих и вылетающих пчел. Пчелы, покидающие улей, контактируют с препаратом и способствуют его распространению по защищаемым растениям (Gross H.R., 1994).

Опасность химических инсектицидов для пчел обусловлена механизмом их действия на те системы и функции организма, которые характерны для всех насекомых в силу общности их морфологии, анатомии и физиолого-биохимических процессов жизнедеятельности. Непосредственный токсический эффект препаратов определяется их химической структурой и реакционной способностью по отношению к мишени действия данного вида насекомых.

Многие инсектициды созданы на основе соединений, подавляющих синаптическую передачу нервного импульса в центральной нервной системе насекомых, блокируя рецепторы ацетилхолина в постсинаптической мембране. Токсическое действие фосфорорганических и карболатных инсектицидов основано на их способности тормозить активность фермента нервной ткани – холинэстеразы. Нервная система насекомых имеет наиболее высокую организацию у общественных видов, поэтому вещества нервно-паралитического действия наиболее опасны для медоносных пчел.

Степень токсичности инсектицидов зависит от особенностей их химической структуры. Было показано, что токсическая активность для пчел фосфорорганических препаратов определяется составом и строением отщепляемой части молекулы соединений (Илларионов А.И., 1992). Алифатические производные кислот фосфора сравнительно простого строения (дибром, ДДВФ) наиболее токсичны для пчел и в настоящее время не рекомендованы для применения. С усложнением строения токсичность снижается, но препараты остаются высокотоксичными для пчел (ортен, фосфамид, антио, *карбофос*). Токсичность соединений алифатического ряда, содержащих ароматическое ядро, определяется природой заместителя и его положением в ядре и не зависит от положения ядра в радикале. Нитрогруппа в положении 4-го ароматического ядра (*метафос*) дает особенно высокий токсический эффект. Циан-группа в этом же положении (*цианофос*) или отсутствие заместителей (волатон, элсан) снижают на порядок активность соединений, оставляя их высокотоксичными. Галогены в качестве заместителей (гардона, нексион) снижают активность соединений для пчел до среднетоксичных. Фосфорорганические инсектициды, у которых гетероцикл непосредственно связан с атомом фосфора (*дурсбан*, *актеллик*, *базудин*), высокотоксичны, а соединения, у которых гетероцикл связан с фосфором через алифатический остаток, среднетоксичны (*фолофос*) или малотоксичны (*золон*) для пчел.

Синтетические пиретроиды также влияют на функции нервной системы насекомых, оказывая воздействие на клеточных переносчиков, изменяют

вегетативные функции организма. *Дельтаметрин*, *перметрин*, *циперметрин* изменяют активность АТФаз и аминотрансфераз.. Особенно чувствительна к ним Ca^{++} - и Mg^{++} - АТФаза. Различия между этими препаратами заключаются только в интенсивности торможения. Установлено существенное возрастание активности аланин-, аспаргатаминотрансфераз. Действие пиретроидов на ацетилхолингидролазу имеет косвенный характер и осуществляется через изменение чувствительности нейросекреторного механизма. Наименее активен в этом плане *перметрин*. Все эти пиретроиды влияют на скорость метаболизма, особенно на функцию митохондрий.

Не только химическая структура действующего вещества пестицида, но и препаративная форма определяют степень его опасности для пчел. Препаративная форма существенно влияет на поступление токсикантов в организм пчел и контаминирование насекомых и их гнезда. Наиболее опасны для пчел дусты, менее опасны смачивающиеся порошки и более безопасны концентраты эмульсий. Частицы наполнителя порошковых форм пестицидов легко прилипают к покровам с перистыми волосками при контакте пчел с обработанными растениями. Поэтому от концентрата эмульсии, обеспечивающего больший уровень отложения токсиканта на растениях, чем смачивающийся порошок или дуст, отмечается, как правило, меньший токсический эффект в отношении пчел-сборщиц. Но это не означает, что препаративные формы всегда аналогично характеризуются по их токсической активности в отношении пчел в лабораторных условиях и для всех типов пестицидов. Например, фталофос является более токсичным для пчел в форме смачивающегося порошка по сравнению с концентратом эмульсии, но обе эти формы относятся к группе высокотоксичных для пчел препаратов (Гладенко И.Н. и др., 1973).

Акарицид *ниссоран* в форме смачивающегося порошка отнесен к 4-ому, а в форме концентрата эмульсии – к 1-ому классу опасности, причем содержание действующего вещества (гексатиазокс) в первом случае в 2 раза выше. *Дельтаметрин* (2,5%) в коммерческом препарате *децис к.э.* является среднеопасным, а в форме *децис ФЛО* – высокоопасным для пчел. Это все свидетельствует о роли препаративной формы в экотоксикологической характеристике инсектицида.

Концентраты суспензий обеспечивают, как правило, низкий уровень контаминирования токсикантом насекомых-опылителей, поскольку эта препаративная форма повышает удерживаемость пестицида на растениях, трудно смывается водой и не переносится пчелами в гнездо.

Наиболее безопасны для пчел пестициды в форме гранулированных препаратов при внесении их в почву.

Неоднозначную оценку получили микрокапсулированные формы инсектицидов. Отмечаются негативные последствия в виде переноса микрокапсул в улей, где после их вскрытия наблюдается токсикация пчел,

попадание микрокапсул в кишечник пчел-сборщиц с нектаром, в пергу при загрязнении обножки, а также длительное сохранение токсичных для пчел остатков препарата на листьях растений (Burgett M. et al, 1980). С другой стороны, в литературе приводятся данные о более высокой интоксикации пчел при использовании инсектицида в форме концентрата эмульсии по сравнению с микрокапсулированным, о снижении на 78% контаминирования обножки действующим веществом препарата в форме микрокапсул, о более выраженном токсическом воздействии на пчел концентрата эмульсии, чем микрокапсул фосфорорганического инсектицида при длительном скармливании (более 30 дней) в дозе 10 мкг/г пыльцы (Stoner A., et al, 1983).

Существенным аргументом против микрокапсулированных форм инсектицидов является установленный факт длительной сохранности (более года) их токсических свойств в перге и интоксикации питающихся ею членов пчелиной семьи. Сублетальные дозы пестицида в кормах сразу не оказывают токсического действия на семью, поскольку летом пчелы питаются свежим нектаром и пыльцой. Зимой питание загрязненным кормом снижает устойчивость пчел к неблагоприятным факторам и инфекционным агентам. Установлено ослабление пчелиных семей на 2–3 улочки при зимовке на меде с сублетальными дозами севина. Пораженность их нозематозом возрасала в 4-5 раз по сравнению с контрольными семьями. Такие семьи выращивают меньше расплода, медленнее развиваются и собирают на 25% меньше меда, чем семьи, не подвергшиеся зимой интоксикации (Соловьева Л.Ф., 1993).

Способ контакта пчел с пестицидом

Способы проникновения токсикантов в организм пчелы при внесении пестицидов в биоценоз различны и зависят от физико-химических свойств препаратов, фенологического состояния растений, метеорологических условий. Наиболее вероятно поступление через покровы насекомых при контакте пчел с обработанной растительностью при сборе нектара, пыльцы, пади и капелек воды или при нахождении пчел в агроценозе в момент обработки. Многие инсектициды являются липофильными соединениями, поэтому легко проникают через покровы.

Другим распространенным путем является проникновение химических соединений в организм пчел при их питании на растениях, обработанных в фазу цветения или обработанных системными препаратами. В последнем случае наблюдается интоксикация через кишечник продуктами метаболизма пестицидов в растениях.

Существует вероятность интоксикации пчел через органы дыхания при нахождении в зонах, где ранее применялись пестициды с фумигантной токсичностью. Степень опасности пестицидов в этом случае во многом определяется погодными условиями. Так, повышение температуры до

26...30°C и низкая скорость ветра способствуют накоплению паров токсиканта в воздухе и усилению фумигантного действия.

Первые два способа проникновения пестицидов в организм пчел характерны для подавляющего большинства препаратов и интенсивно изучаются при их экотоксикологической характеристике. В лабораторных условиях устанавливается оральная (кишечная) и контактная токсичность пестицидов для пчел, что является обязательной процедурой при их создании и регистрации.

Интоксикация медоносных пчел кормовыми субстратами (нектар, пыльца), содержащими продукты метаболизма пестицидов системного действия, а также фумигантная токсичность ядохимикатов изучаются менее широко и до настоящего времени являются предметом специальных исследований.

Сохранение опасности для пчел обработанной пестицидами растительности зависит от продолжительности жизни отдельных цветков и продолжительности выделения ими нектара, привлекающего пчел. Продолжительность жизни отдельных цветков у большинства энтомофильных растений составляет 1-3 дня и на 3-4-й день они обычно не выделяют достаточного количества нектара. В соцветиях увядание отдельных цветков не уменьшает их привлекательности для пчел. Поэтому сложноцветные сельскохозяйственные (подсолнечник, цикорий, сафлор) и сорные (одуванчик, осот, бодяк, татарник) растения могут представлять опасность для пчел при обработке стойкими препаратами (неорганические кишечного действия и хлорорганические соединения) в течение всего периода цветения. Запрещение химических обработок энтомофильных сельскохозяйственных культур в фазу цветения не может полностью исключить возможность контакта пчел с пестицидами.

Многие распространенные сорные растения (осот розовый, *Sonchus arvensis* L., одуванчик лекарственный, *Taraxacum officinale* Wigg., горчица полевая, *Sinapis arvensis* L., редька дикая, *Raphanus raphanistrum* L., сурепка обыкновенная, *Barbarea vulgaris* R.Br., дымянка лекарственная, *Fumaria officinalis* L., бодяк полевой, *Cirsium arvense* L, виды вероники, *Veronica* spp., яснотка пурпурная, *Lamium purpureum* L., пикульник обыкновенный, *Galeopsis tetrahit* L., крестовник обыкновенный, *Senecio vulgaris* L., и др.) являются хорошими нектаро- и пыльценосами. Посещение их пчелами на массивах сельскохозяйственных культур, где применялись ядохимикаты, особенно инсектициды, создает угрозу интоксикации. Сбор пади как животного, так и растительного происхождения, капелек воды на обработанных неэнтомофильных культурах может служить причиной отравления пчел-сборщиц и пчелиных семей. В литературе широко представлены результаты исследований, в которых отмечались негативные воздействия на пчел и гибель

пчелиных семей вследствие применения пестицидов для защиты зерновых культур, картофеля, сахарной свеклы, лесных хвойных массивов.

Снос пестицидов в момент внесения за пределы обрабатываемого участка при попадании их на энтомофильную флору является также одной из распространенных причин интоксикации пчел.

Способы внесения токсикантов в биоценоз при использовании высокотоксичных для пчел препаратов оказывают решающее влияние на степень их опасности.

При нанесении инсектицидов на растения методами наземного и авиационного опрыскивания большая часть действующего вещества не попадает на целевые объекты, загрязняя биотопы. Наиболее опасной для пчел в этом смысле является авиаобработка. Сокращение количества токсиканта, поступающего в биоценозы, обеспечивается использованием технологий малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания. Наибольшего успеха в предотвращении негативного воздействия инсектицидов на пчел в биоценозах достигли разработчики аэрозольной технологии оптимальной дисперсности. Ее сущность заключается в избирательном осаждении аэрозольных инсектицидных частиц оптимального размера (от 1 до 50 мкм) на насекомых, находящихся на растениях. При определенных условиях токсичные остатки пестицида на растениях являются минимальными, чему также способствует снижение удельного расхода препаратов в 2 – 8 раз (Куценогий К.П., 1981; Киров Е.И. и др., 1995). Применение биологических препаратов в виде аэрозолей исключает практически полностью отрицательное влияние на пчел средств защиты растений (Ларионов Г.В. и др., 1976). Вредное воздействие инсектицидных аэрозолей снижается также временем их проведения – в поздние вечерние и ранние утренние часы, когда отсутствует лет пчел.

Таким образом, технология применения пестицидов оказывает влияние на способ интоксикации пчел и на проявление их токсических свойств.

Синергизм при совместном применении пестицидов

При совместном применении некоторых препаратов наблюдается синергический эффект, который проявляется в усилении воздействия смеси препаратов на организм пчел по сравнению с их отдельным влиянием.

Пиретроидный инсектицид дельтаметрин и имидазольные фунгициды в полевых условиях малоопасны для пчел. Однако при последовательном внесении этих препаратов с интервалом в 19 часов наблюдалась гибель 32% медоносных пчел. В лабораторных условиях также наблюдали усиление токсического влияния на пчел сублетальных доз *дециса* и фунгицида прохлораза в рекомендованных дозах как при совместном их применении, так и при последовательном воздействии с интервалом в 19 часов (Colin M.E. et al, 1992; Belzunces L.P., 1994). Следует учитывать возможность изменения

класса экологической опасности того или иного препарата при включении его в конкретную схему защитных мероприятий на энтомофильных культурах.

Породы пчел и физиологическое состояние пчелиной семьи

Из всех насекомых-опылителей отряда перепончатокрылых медоносные пчелы, как правило, наиболее чувствительны к воздействию многих инсектицидов в лабораторных условиях. Показатели ЛД₅₀ при оральном и топиальном воздействии были выше для шмелей (*Bombus terrecola*, *B. terrestris*), чем для медоносных пчел, у инсектицидов ундена, *инсегар*, *карате*, форте, тиодан 35, пиримор. Исключением является препарат из класса ингибиторов синтеза хитина – *димилин*. Так, в исследованиях авторов Gretenkord C. et al (1994), Gretenkord C. (1995) он был неопасен для пчел, но опасен для шмелей. По степени снижения чувствительности к препаратам *перметрин*, мексакарб, аминокарб, *фенипропион*, *карбарил* и трихлорфон пчелиных (Apoidea) можно расположить в следующем порядке: *Apis mellifera*, *Andrena crythronii*, *Megachile rotundata*, *B. terrecola*. Чувствительность к *хлорпирифосу* возрастает в ряду – земляные пчелы, медоносные пчелы, пчелы-листорезы (Lunden J.D. et al, 1986).

Некоторые инсектициды представляют большую опасность для пчел-листорезов, чем для медоносных пчел. Детоксикация растений, обработанных одним из инсектицидов – *децис*, амбуш, *цимбуш*, *талстар*, *требон*, *карбофос*, метафос, *базудин*, дурсбан, *цианокс*, фосфамид, волатон, метатион, тиодан, наблюдается быстрее в 1,5– 2 раза для медоносной пчелы по сравнению с пчелой-листорезом. Отложения на растениях *фозалона* и мезокса неопасны для медоносных пчел в 1-е сутки после применения препаратов опасны для пчел-листорезов в течение 2,5 суток (Илларионов А.И., 1997).

Видовая устойчивость насекомых-опылителей к воздействию инсектицидов определяется типом препарата. К гардоне нечувствительны шмели, но для пчел он опасен в 1-й день после обработки. Оба вида устойчивы в полевых условиях к *фозалону*. *Базудин* опасен для пчел в течение 5, для шмелей – 1 суток после обработки (Илларионов А.И., 1984). Многие синтетические пиретроиды и фосфорорганические инсектициды более токсичны и опасны для пчел-листорезов, чем для медоносных пчел. По этому вопросу в литературе приводятся противоречивые сведения. Например, величина ЛД₅₀ *дельтаметрина* (для самок – 10³, для самцов – 2·10³ мкг на особь) для пчелы-листореза в 3 раза ниже, чем для медоносной пчелы. Однако в полевых условиях *децис* (25г дельтаметрина на 1 л) с нормой расхода 0,2 и 0,6 л/га показал себя как малоопасный препарат в отношении люцерновой пчелы (*M. rotundata*), если после обработки до начала контакта насекомых с растениями прошло 4 часа и рабочая жидкость высохла (Дочкова Б., 1987). При изучении количественного содержания токсиканта на поверхности листьев

люцерны было установлено, что безопасный уровень инсектицида для пчелы-листореза наблюдается только через 5, на соцветиях – через 2 суток, если *децис* применялся в минимальной норме, а при расходе 0,5 л/га – через 9 суток. Детоксикация *дециса* (0,5 л/га) на соцветиях люцерны до неопасных для медоносной пчелы пределов происходит в течение 2 суток (Илларионов А.И., 1997).

Породы медоносных пчел характеризуются различным уровнем резистентности к воздействию инсектицидов. Значительно большую устойчивость проявляют африканизированные пчелы по сравнению с европейскими породами. Чувствительность к контактному воздействию хлорорганического инсектицида ДДТ возрастает в ряду: серая горная кавказская, крайнская, итальянская пчела; к пиримору - итальянская, серая горная кавказская, крайнская. В ряду пород: средневропейская, серая горная кавказская, крайнская, итальянская возрастает резистентность к амбушу и *золону* при их использовании не только на уровне эффективных доз, но и при концентрациях, близких к производственным. При оральном воздействии *золон* (0,025%), а также *децис* (0,025%) и ропсин (0,1%) ранжируют породы медоносных пчел по мере возрастания резистентности в ряду: серая горная кавказская, крайнская, средневропейская. Не было установлено никаких породных различий в чувствительности медоносных пчел (итальянская, серая горная кавказская, среднерусская породы и внутривидовый тип среднерусской расы «Приокский») к пиретроидным инсектицидам : *сумицидину*, *децису*, *фастаку* и к некоторым гербицидам и фунгицидам.

Видовые различия насекомых-опылителей и породные различия медоносных пчел по чувствительности к химическим токсикантам определяются, главным образом, характеристиками самих препаратов.

В большой степени резистентность к пестицидам зависит от возраста рабочих пчел и физиологического состояния пчелиной семьи. Молодые пчелы часто более чувствительны к химическим токсикантам.

Ульевые пчелы были более чувствительны, чем старые, при кишечном действии соединений фтора, пиримора, ДДТ, хлорофоса и *базудина*. Пчелы-сборщицы более чувствительны, чем ульевые, к гардоне и *фозалону*. При контактном воздействии перечисленными препаратами пчелы-сборщицы проявили большую устойчивость (Илларионов А.И. и др., 1996).

Пчелы-сборщицы без вреда для себя переносят в ульи некоторые фосфорорганические инсектициды в дозах, опасных для ульевых пчел. Так, нетоксичные дозы митилнитрофоса в нектаре, забираемом летными пчелами, составляли 2, трихлорметафоса – 10, кильваля и цидиала – от 10 до 15 мкг на 10г массы пчелы. Величина СД₅₀ при кишечном воздействии этими препаратами составляла соответственно 0,9; 05; 0,14 и 0,01 мкг на ульевую пчелу (Назаров С.С.,1972).

Тесные пищевые контакты в пчелиной семье определяют опасность интоксикации всех ее членов в случае контакта пчел-сборщиц с токсикантами в биоценозе.

Голодающие семьи гораздо быстрее и в большей степени подвергаются интоксикации, чем семьи, обеспеченные кормами.

Наиболее чувствительны к отравлениям пчелы, содержащиеся на углеводном корме, лишенные белка, за исключением случаев воздействия на пчел марганецсодержащих соединений.

Молодые пчелы (8–9-суточные) проявляют большую устойчивость к оральному воздействию инсектицидов, гербицидов и фунгицидов при питании пыльцой растений по сравнению с ее белковыми заменителями. Причем вид растений, с которых собрана пыльца, тоже имеет значение. Установлена большая резистентность молодых и старых пчел к воздействию гербицидов группы 2,4-Д при питании пыльцой рапса по сравнению с пыльцой одуванчика.

Таким образом, наличие и качество белкового корма у имаго определяют устойчивость рабочих пчел к пестицидным токсикозам. Качество пыльцы, которую скармливают личинкам, не влияет на чувствительность отродившихся из этих личинок рабочих пчел.

Перезимовавшие пчелы, а также занятые на воспитании расплода, характеризуются снижением устойчивости к интоксикации по сравнению с особями летнего поколения в семьях, где яйцекладка матки ограничена.

Семьи, ослабленные болезнями, проявляют низкую устойчивость к отравлениям. Так, пчелы, зараженные спорами ноземы (*Nosema apis*), более чувствительны к действию ДДТ и диптерекса, чем здоровые.

Биохимические изменения в органах и тканях медоносных пчел, подвергшихся терапии, обуславливают возможность изменений в восприимчивости их к воздействию пестицидов. Биологически активные вещества, положительно влияющие на обмен веществ насекомых и на развитие пчелиных семей (биоспон, овогид и др.), повышают их резистентность к ядам.

При добавлении в подкормку пчелам веществ, содержащих медь при борьбе с клещом *Varroa jacobsoni*, повышалась их чувствительность к некоторым токсикантам (Bounias M. et al, 1996). Медь, содержащаяся в гемолимфе, включается в процессы обмена с участием фосфатаз, а при наличии во взятке фосфорорганических инсектицидов происходит интоксикация пчел.

Применение противоварроатозных средств путем окулирования апиваролом или варросектом усиливало чувствительность пчел к таким инсектицидам, как *золон* и *садофос* (Gromisz M. et al, 1988).

Абиотические факторы

Чувствительность пчел к токсическим соединениям меняется под влиянием некоторых условий окружающей среды. Например, установлена зависимость токсичности ДДТ для пчел от температуры окружающей среды. Она возрастала с понижением с 35 до 21°C как при контактном, так и при кишечном воздействии препарата.

Для фосфорорганических соединений не отмечено каких-либо закономерностей в интоксикации ими пчел при разных температурах. Токсичность трихлорфона и фенитротииона не зависела температуры воздуха.

Токсичность *карбосульфона* и *флювалината* увеличивалась при снижении температуры с 32 до 20° С, а дихлофоса, бромфоса, паратиона и *малатиона* уменьшалась при снижении с 20 до 16°C.

При скармливании пчелам серой горной кавказской породы сахарного сиропа с амбушем (0,02%) токсический эффект усиливался с понижением температуры: в течение 3 дней погибали 97, 81 и 16% пчел при температуре воздуха 14, 24 и 34°C соответственно (Gromisz S.,1994).

Наблюдали значительную вариабельность кишечной и контактной токсичности для пчел *малатиона* и *флювалината* в разные сезоны года (Londrin W.,1995). Токсичность для пчел *дециса* дольше сохранялась при низкой температуре окружающей среды и зависела от температуры в момент контакта: от безвредной при 34° С до сильного отравления при 14°C (Gromisz M. et al.,1994). Низкие температуры повышали остаточную токсичность для пчел хлорпирифоса в течение 6-7 дней после обработки с самолета или наземно (0,56 и 1,12 л/га) люцерны, зерновых, моркови и одуванчика (Lunden J.,1986). Снижение средней ночной температуры с 17 до 12°C уменьшило гибель пчел с 96 до 32% при контакте с соцветиями озимого рапса, обработанными мевинфосом.

Факторы, влияющие на скорость деградации пестицидов (УФ-радиация, влажность воздуха, осадки) на поверхности растений, определяют их остаточную токсичность для медоносных пчел.

Многообразие и взаимосвязанность факторов, определяющих результат взаимодействия пестицида с медоносными пчелами, являются причиной того, что не каждое соединение высокотоксичное в лабораторных условиях, приводит к интоксикации пчел в природе, и даже слаботоксичные препараты, попадающие в биоценоз, могут вызывать существенные нарушения жизнедеятельности пчелиных семей.

2. Категории безопасности пестицидов для пчел

Воздействие пестицидов на насекомых-опылителей и, в частности, на медоносных пчел является одним из основных критериев оценки экологической безопасности средств защиты растений. В соответствии с принятой экотоксикологической классификацией, основанной на определении величины ЛД₅₀, оценивают кишечную (пероральную, оральную) и контактную токсичность для медоносных пчел и устанавливают опасность для пчел пестицидов в биоценозах.

Токсические дозы устанавливают в лабораторных условиях. При индивидуальном и групповом скармливании препарата определяют кишечную (пероральную, оральную) токсичность препарата и выражают величиной ЛД₅₀ (СД₅₀), мкг на пчелу, и ЛК₅₀ (СЛ₅₀),%, соответственно. Контактную токсичность определяют при топикальном воздействии (нанесении препарата на покровы насекомых) нпоа пчел или при контакте пчел с поверхностью, обработанной препаратом, и выражают величинами ЛД₅₀ (СД₅₀), мкг на пчелу, и ЛД₅₀(СД₅₀), мкг/см² соответственно.

ЛД(СД) – летальная доза (смертельная доза) – количество препарата, вызывающее гибель организма. Точное установление токсической дозы для каждой пчелы невозможно, так как биологические объекты характеризуются индивидуальной чувствительностью к любым экологическим факторам. Поэтому о токсичности пестицида для пчел судят по усредненной характеристике – по дозам или концентрациям, которые вызывают 50%-й эффект. Эти дозы называют среднелетальными. ЛД₅₀(СД₅₀) – доза или ЛК₅₀ (СК₅₀) – концентрация препарата, вызывающая гибель 50% особей (пчел), подвергшихся воздействию пестицида.

В зависимости от величины ЛД₅₀, характеризующей токсичность пестицида в отношении медоносных пчел, средства защиты растений разделены на 5 классов:

Класс токсичности препарата	ЛД ₅₀ препарата	
	мкг на особь	мг / кг
Нетоксичные	>100	>1
Слаботоксичные	100 – 10	1 – 0,1
Среднетоксичные	10 – 1	0,1 – 0,01
Высокотоксичные	1 – 0,1	0,01 – 0,001
Сильнодействующие	<0,1	<0,001

В каждой стране существуют свои классификации токсичности пестицидов для пчел. Например, на Украине выделяют 3 класса:

Класс токсичности препарата	ЛД ₅₀ препарата, мг / кг
-----------------------------	-------------------------------------

	кишечное воздействие	контактное воздействие
Нетоксичные	>2	>20
Слаботоксичные	2– 1	20 – 1
Среднетоксичные	<0,1	<1

Во многих странах мира придерживаются классификации, предложенной Андерсоном и Аткинсом (1968 г.):

Класс токсичности препарата	ЛД ₅₀ препарата, мг / кг
Относительно нетоксичные	>11
Среднетоксичные	10,99 – 2,00
Высокотоксичные	1,99 – 0,001

Методика определения токсичности пестицидов для медоносных пчел
в лабораторных условиях

Кишечную (оральную, пероральную) токсичность пестицидов изучают путем индивидуального или группового скармливания пчелам сахарного сиропа (50%) с известным содержанием препарата. При индивидуальном скармливании каждой пчеле дают микропипеткой или дозатором около 0,01 мл сиропа с разным содержанием токсина. В течение 72 часов или более учитывают действие препарата, отмечают количество погибших пчел. По результатам определяют величину ЛД₅₀, мкг на пчелу. При групповом скармливании используют многократно кормушки с 50%-м сахарным сиропом и токсикантом известной концентрации. Концентрация препарата, вызывающая гибель 50% опытных насекомых, определяется как среднелетальная и выражается в этом случае в процентах – ЛД₅₀(СД₅₀), %, или ЛК₅₀(СЛ₅₀), %. В обоих случаях в контрольном варианте насекомых подвергают аналогичным воздействиям, скармливая им сироп без токсиканта.

Контактное действие пестицидов определяют или при нанесении их на тело пчелы, или при соприкосновении пчел с обработанной поверхностью.

В первом случае анестезированной пчеле с помощью микрошприца на тергиты груди наносят раствор токсиканта известной концентрации, в контроле – такое же (около 0,001 мл) количество растворителя (вода, ацетон и др.). Доза препарата, вызывающая гибель 50% пчел, определяется как летальная – ЛД₅₀(СД₅₀), мкг на пчелу, при топикальном воздействии.

Во втором случае в качестве поверхности используют фильтровальную бумагу, пропитанную раствором препарата различной концентрации, или стекло, или целлофановую пленку, опрыснутые препаратом. Пчел содержат в садках, куда помещают обработанный субстрат. Устанавливают концентрацию препарата, вызывающую гибель половины насекомых, контактирующих с обработанной поверхностью, – это летальная доза – ЛД₅₀(СД₅₀), мг/см², при контактном воздействии.

Во всех лабораторных тестах организуют контрольный вариант, в котором пчел подвергают тем же воздействиям и содержат в аналогичных условиях, что и в вариантах опыта, за исключением наличия пестицида. Гибель насекомых в контрольном варианте учитывают по смертности пчел в вариантах опыта по формуле Аббота:

$S = [(A_0 - A_k) : (100 - A_k)] \cdot 100$, где S – гибель пчел в опытном варианте, %; A_0 – гибель пчел при воздействии токсиканта, %; A_k – гибель пчел в контроле, %.

Существует несколько методов вычисления величин LK_{50} и LD_{50} . В настоящее время широко применяют метод пробитов – это графический способ определения, где ось абсцисс – логарифмы испытываемых концентраций, а ось ординат – шкала, трансформированная в пробиты – условные величины, в которые преобразуются данные смертности пчел (S , % по Абботу) в вариантах опыта.

На основании данных лабораторных опытов рассчитывают коэффициент индивидуальной опасности пестицида для пчел, коэффициент опасности кишечного воздействия – по формуле

$K_{киш.} = (\text{рабочая концентрация препарата}) : (\text{концентрация препарата, соответствующая } LD_{50} \text{ для пчел})$.

Коэффициент опасности контактного воздействия:

$K_{конт.} = (\text{максимальная из рекомендованных норма расхода препарата}) : (\text{масса препарата, соответствующая } LD_{50} \text{ для пчел})$.

Суммарный коэффициент опасности по Беран-Нейруреру определяют, складывая величины $K_{киш.}$ и $K_{конт.}$. По международной классификации препараты с суммарным коэффициентом индивидуальной опасности близким к 3, являются неопасными или малоопасными, более 3 – опасными, и более 15 – очень опасными для пчел.

Опасность пестицидов для пчел в биоценозах устанавливают в условиях полевых опытов. Методика определения полевой опасности пестицидов заключается в следующем. Перед обработкой цветущей энтомофильной культуры к участку ставят 2 пчелиные семьи на расчищенные площадки (4 м x 4 м). Вечером летки закрывают, утром после внесения изучаемого препарата (обработку проводят в 6-8 часов) их открывают. На 3-й день подвозят еще 2 семьи, и летки открывают на следующее утро. То же выполняют и с семьями в контрольном варианте, которые размещают на участке той же культуры, отстоящем от обработанного на ~ 50 км. За неделю до эксперимента семьи, которые используют в опыте, осматривают и определяют количество пчел (в улочках или по массе), открытого и печатного расплода (ячеек), меда (кг), перги (ячеек) и суточный подмор пчел. После обработки пестицидом учитывают летную активность по количеству вылетающих и прилетающих пчел в единицу времени (особей в минуту); количество работающих на растениях пчел в течение 5 минут на не менее чем 5 удаленных друг от друга

площадках. Измеряют температуру внутри гнезда, температуру и влажность воздуха, скорость ветра и степень освещенности. Ежедневно вечером подсчитывают количество погибших пчел и контролируют состояние семьи путем осмотра. Все показатели регистрируются как в опытном, так и в контрольном вариантах.

Применяют также метод полевых изоляторов, размещаемых на участках с цветущими медоносами на площади от 30 до 50 м². В изолятор за несколько дней до начала учетов помещают пчелиные семьи. Растения под изолятором до начала лета пчел обрабатывают препаратом. Отмечают интенсивность лета пчел на обработанные цветки и время появления пчел с клиническими признаками отравления. Пчелиные семьи в изоляторах периодически заменяют новыми до прекращения гибели пчел. Затем опытные семьи перевозят на пасеку, где наблюдают за последствием пестицида на их биологические и хозяйственные характеристики.

Во многих странах распространена следующая методика определения опасности новых пестицидов для пчел. Для опытов подбирают 3 участка по 5 га, засеянных нектароносами, например масличным рапсом. Участки должны быть расположены на расстоянии нескольких километров, чтобы пчелы не перелетали между ними. Поблизости от каждого участка размещают ульи. Затем растения на участках обрабатывают наиболее опасным для пчел способом – авиаопрыскиванием: один – изучаемым препаратом, другой – препаратом, токсичность которого в полевых условиях уже известна (эталон), и третий – либо водой, либо ничем не обрабатывается (контроль). Подсчет погибших пчел около улья и сравнение вариантов опыта по этому показателю дают представление о степени интоксикации медоносной пчелы изучаемым препаратом в полевых условиях. Сравнивают по вариантам показатели состояния здоровья пчелиных семей, их медопродуктивность и другие хозяйственно важные признаки.

По результатам полевых исследований пестициды классифицируют по степени опасности для пчел. Препараты, применение которых в часы без лета пчел (рано утром или поздно вечером) не приводят к гибели насекомых, относятся к неопасным, препараты, вызывающие гибель до 15% пчел – к малоопасным, от 15 до 20% - к опасным и более 50% - к очень опасным.

В некоторых странах (например, в Нидерландах) к неопасным препаратам относят относительно нетоксичные и среднетоксичные для пчел препараты. Малоопасными считаются препараты, применение которых вызывает гибель менее 15% пчел; опасными – 15-50%, и очень опасными – более 50%.

Экотоксикологическая характеристика пестицидов отражается в распределении их по классам опасности, которые приводятся в справочных списках пестицидов, разрешенных для применения в сельском хозяйстве. К 1-му классу опасности отнесены высокоопасные для пчел пестициды, ко 2-му

классу – среднеопасные, к 3-му – малоопасные, к 4-му – практически неопасные. Каждому из 4 классов опасности соответствуют определенные регламенты применения препарата, определены погранично-защитные зоны для пчел и установлены сроки ограничения лета (изоляции) пчел.

Для определения срока опасности для пчел обработанных растений на опытных участках отлавливают пчел (30 – 50 особей) через 4, 24 и 48 часов после внесения препарата и содержат их в садках в течение 72 часов, отмечая уровень смертности насекомых, или с той же периодичностью отбирают части обработанных растений и помещают их в качестве субстрата в садки, где содержатся пчелы. Это так называемые методы энтомоиндикации. Кроме того, используют метод определения остаточных количеств препарата на цветках и листьях ежедневно после обработки растений. Эти показатели сравнивают с величиной ЛД₅₀ при контактном воздействии. Продолжительность времени, в течение которого величина отложений препарата на растениях будет превышать показатель ЛД₅₀, определяется как срок ожидания после обработки для пчел и соответствует времени необходимой изоляции пчел при использовании препарата.

Для определения возможности заноса пестицидов в гнездо и динамики их накопления в продуктах пчеловодства из ульев собирают пробы меда ежедневно первые 5 дней, затем через 10-12 дней после применения препарата. В первые дни отбирают напыск, в последующие – открытый и печатный мед. Пыльцу отбирают пыльцеуловителями ежедневно: в 1-й день после обработки – от семей, выставляемых на обработанные участки первыми, а в последующие дни выборочно из разных групп. Пробы меда и пыльцы хранят при различных температурных режимах (холодильник, комнатная температура, термостат) и устанавливают время их детоксикации.

Методы определения пестицидов в продуктах пчеловодства должны обеспечивать обнаружение чужеродных веществ в концентрациях 0,01 мг/кг и ниже. В настоящее время применяют методы тонкослойной и газожидкостной хроматографии. Загрязнения продуктов пчеловодства биологическими препаратами устанавливают микробиологическим методом или методом газовой или колоночной хроматографии.

3. Влияние инсектицидов на пчел

Список препаратов для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков на 1998 г. включает 146 торговых марок химических препаратов инсектицидного и инсектоакарицидного действия. Большинство из них (86 наименований) отнесено к 1-му классу опасности, ко 2-му и 3-му – соответственно 7 и 5 препаратов. И только 1 инсектицид и 3 препарата с акарицидной активностью отнесены к 4-му классу опасности (инсегар, 25%с.п., ниссоран, 10%с.п., неорон, 50%к.э., ортус, 5%с.к.). Следует иметь в виду, что

не все инсектициды, отнесенные к одному и тому же классу опасности, оказывают одинаковое влияние на медоносных пчел и их семьи.

Из биологических препаратов, рекомендованных для снижения численности насекомых-фитофагов, безусловно, не представляют угрозы для медоносных пчел и для других нецелевых видов беспозвоночных вирусные препараты. Кроме этой группы инсектицидов, к 4-му классу опасности отнесены фитоверм (на основе аверсектина) и сонит К (на основе спор и кристаллов *Bacillus thuringiensis*). Остальные микробиологические средства регулирования численности членистоногих, разработанные на основе энтомопатогенных бактерий и грибов, а также их метаболитов, включены «Списком...» в 1-й класс опасности. Обоснованность этого следует считать сомнительной.

Изучение влияния бактериального препарата лепидоцида на медоносных пчел при содержании ульев в полевых изоляторах, где обрабатывались цветущие медоносы, показало, что это малоопасный препарат (Соловьева Л.Ф. и др., 1995). Для пчел-листорезов лепидоцид охарактеризован как опасный препарат (Девяткин А.М., 1995). В «Списке...» лепидоцид причислен к высокоопасным препаратам, что представляется необоснованным. Он рекомендован для защиты энтомофильных культур, в том числе и лекарственных растений.

Опасность биологических инсектицидов в полевых условиях не может определяться механизмом их действия, поскольку последний обеспечивает достаточно высокую селективность в пределах отрядов насекомых. И именно специфичность механизма действия биологических препаратов определяет их безопасность для медоносных пчел. В литературе отсутствуют какие либо сообщения об интоксикации медоносных пчел при использовании биологических препаратов для регулирования численности членистоногих фитофагов. Большинство экспериментальных данных подтверждают абсолютную безопасность биологических инсектицидов, в частности бактериальных препаратов, для медоносных пчел и других опылителей.

Высокоселективный регулятор роста и развития насекомых инсегар, 25%с.п., заявлен фирмой-изготовителем как препарат нетоксичный для пчел и в «Списке...» отнесен к 4-му классу опасности. Действующее вещество (феноксикарб) нарушает трансформации из яйца в личинку, из личинки в куколку у плодовых и минирующих молей. Инсегар обладает контактным и кишечным действием с трансламинарной активностью. Высокая степень сходства физиолого-биохимических процессов, определяющих метаморфоз у чешуекрылых и перепончатокрылых насекомых, может служить предпосылкой невозможности полного исключения негативного влияния ингибиторов синтеза хитина на пчелиную семью при их использовании на энтомофильных растениях (яблоня, слива).

Опыты, проведенные в садках, показали, что инсегар является опасным для пчел. Димилин, характеризующийся аналогичным механизмом действия, был неопасен для пчел (Gretenkord S. et al, 1995). Известно негативное воздействие номолта на рост и развитие расплода, на линьку личинок и на отрождение имаго при попадании этого ингибитора синтеза хитина с кормом в улей (Gromisz Z., et al, 1996). Димилин (250г дифлубензурана на л) рекомендован для применения, в частности, на яблоне и отнесен к 4-му классу опасности. Дифлубензуран оказывает влияние на преимагинальные стадии развития медоносных пчел. Наиболее токсичен он для куколок, наименее – для личинок 3-го и 4-го возрастов. При попадании на куколок у отродившихся пчел наблюдаются скручивание крыльев и ослабление проникающей способности стилетов и ланцетов жала. Скармливание 50 мг дифлубензурана пчелиной семье увеличивало откладку яиц маткой, но уже через 10 дней существенно снижало количество расплода в семье (Chandler R. et al, 1992). В предписаниях по применению регуляторов роста и развития насекомых, в частности ингибиторов синтеза хитина, отсутствуют гарантии безопасности для пчелиного расплода.

Фосфорорганические инсектициды отнесены к 1-му и 2-му классам опасности и являются высокотоксичными и токсичными для пчел. Например, величина ЛД₅₀ при контактном воздействии на летных пчел была ниже средних производственных норм расхода в 46, 41 и 8 раз соответственно для базудина, гардоны и фозалона. Среднелетальные концентрации при групповом скармливании были ниже средних производственных концентраций соответственно по этим препаратам в 434, 125 и 9 раз. Молодые ульевые пчелы проявляли еще большую чувствительность (Назаров С.С. и др., 1978). Высокотоксичный в лабораторных условиях инсектицид гардона был опасен и в поле: наблюдали высокую гибель пчел в 1-й день после применения. При этом пчелы гибли и после изоляции от обработанных растений из-за заноса препарата в гнездо.

Очень опасным является высокотоксичный базудин: в 1-й день после обработки гибло до 20% пчел и все присутствующие в агроценозе шмели. Концентрат эмульсии базудина рекомендован для применения на растениях, не посещаемых пчелами (пшеница, ячмень, сахарная свекла), но высокая активность газовой фазы действующего вещества (диазинон) создает угрозу интоксикации летных пчел при их нахождении в агроценозах в период или после обработки. На энтомофильных культурах (люцерна на семена) рекомендован гранулированный препарат, но опасность для пчел сохраняется за счет быстрого трансламнарного переноса токсических метаболитов в генеративные органы растений. Препарат обладает длительным остаточным действием на опылителей: при обработке люцерны (2-3л/га) и фацелии (2л/га) детоксикация цветков, достаточная для медоносной пчелы, происходит за 6 и 5 суток соответственно.

Для защиты энтомофильных культур (крестоцветные, яблоня, груша, люцерна, клевер, дыня) от фитофагов рекомендуются менее токсичные для пчел фосфорорганические инсектициды, например золон (350 г фозалона на 1л) –2-го класса опасности, в период до и после цветения растений. Рекомендуемые нормы расхода (включая 2 л/га) не создают на растениях отложений, вызывающих интоксикацию пчел. При изучении степени опасности новых инсектицидов для пчел фозалон часто используется в качестве эталона как нетоксичный препарат (Varnavon M.,1985). Сравнение фозалона (600г/га) с диметоатом (400г/га) – действующим веществом препарата БИ-58новый, 38% к.э.(1- й класс опасности), при обработке гречихи, фацелии и горчицы показало, что на 8-й день смертность пчел была в 5 раз выше, а через 3 месяца погибали все семьи при использовании последнего (Deletraz H.et al,1987).

Инсектициды фуранон, 57% к.э., и традиционный карбофос, 50% к.э., и 10% с.п., рекомендованы на энтомофильных культурах, отнесены к 1-му классу опасности. Действующее вещество – малатион (175,4 мл/га) - оценивалось в отношении опасности для медоносных пчел в наиболее жестких условиях при проведении еженедельных обработок в предутренние часы против средиземноморской плодовой мухи. После каждой обработки летная активность в течение первых суток снижалась, а через 7 дней после последней обработки возвращалась к норме. Сила семей снижалась до уровня, угрожающего их успешной зимовке. При нормах расхода, рекомендуемых на энтомофильных культурах, детоксикация остатков карбофоса, 50%к.э., на растениях происходит в течение суток, при расходе 1 и 2 л/га – в течение 2,5 и 3 суток. Более токсичный для опылителей, чем карбофос, метафос, 40%к.э., при норме расхода 0,25 и 0,5 л/га может вызвать интоксикацию медоносных пчел в течение 2,5 и 3,5 суток соответственно (Илларионов А.И.,1997).

Опасность фосфорорганических инсектицидов для пчел в полевых условиях определяется не только их токсичностью, но и высокими нормами расхода, что ведет к значительному для пчел уровню отложений препарата на растениях в момент нанесения. Положительным с точки зрения экотоксикологической характеристики является высокая скорость деградации препаратов этой группы на поверхности растений, что быстро снижает вероятность интоксикации пчел.

В настоящее время фосфорорганические инсектициды уступают место синтетическим пиретроидам как наиболее эффективным средствам контроля популяций насекомых-фитофагов и клещей. Высокая биологическая активность пиретроидов позволяет снизить нормы расхода, что уменьшает уровень ксенобиотиков в биоценозах.

Большая экологическая безопасность пиретроидных инсектицидов по сравнению с фосфорорганическими обусловлена достаточно высоким репеллентным действием на пчел и более низкой температурой применения

при ограниченном лете пчел. Физиологическое действие пиретроидов на медоносных пчел максимально при 25°C, а на большинство насекомых-фитофагов – при 20°C и ниже (Richt J.,1987). Кроме того, существуют факторы, предохраняющие пчел от сбора летальных доз препарата. Это сильное парализующее действие пиретроидов и вызываемое ими сильное сенсорное раздражение. Последний эффект часто отмечается в полевых условиях: при контакте с пиретроидом пчелы начинают энергично чистить свои хоботки и усики, находятся в стрессовом состоянии, что побуждает их вернуться в улей и предохраняет от набора летальной дозы. Аналогичный результат наблюдается при параличе пчел: при потере способности летать они остаются в семье, в то время как пчелы, не подвергшиеся интоксикации, продолжают работу в поле. Такие реакции пчел наблюдались многими исследователями при воздействии сублетальных доз пиретроидов на пчел-сборщиц.

Все пиретроидные инсектициды, включенные в «Список... на 1998 г.», на основе перметрина (ровикурт), циперметрина (арриво,25% к.э., цимбуш, 25% к.э., циперкил, 25% к.э., нурел-Д, 55% к.э.), флювалината (маврик 2F, ФЛО), фенвалерата (сумицидин, 20% к.э.) и другие, за исключением бетацифлутрина (бульдок, 2,5% к.э.) и дециса , 2,5% к.э., которые отнесены ко 2-му классу, включены в 1-й класс опасности. Многие из них рекомендованы для применения на энтомофильных сельскохозяйственных культурах, лекарственных растениях и дикой растительности. Влияние этих препаратов на пчел как в лабораторных, так и в полевых условиях различно. Характеристики пиретроидов колеблются: от высокотоксичных (циперметрин) до нетоксичных (флювалинат) для пчел и от очень опасных (ровикурт) до практически неопасных (маврик) в биоценозах.

Метод определения остаточных количеств препаратов на растениях после обработки позволил установить, что не представляют опасности интоксикации медоносной пчелы при контакте с цветущими медоносами инсектициды маврик 2F, 25% к.э., и сумицидин, 20% к.э., в рекомендованных нормах расхода. Отложения этих препаратов на поверхности растений не превышают безопасного для медоносной пчелы уровня. Детоксикация обработанных растений в течение 12 часов происходит при применении фастака, 10% к.э.(Илларионов А.И.,1997).

Десятилетнее изучение в лабораторных и полевых условиях маврика (223г флювалината на 1л) показало отсутствие какого-либо влияния на смертность, продолжительность жизни и активность в сборе пыльцы медоносных пчел (Storck-Weyhermiiller S.,1994).

Слаботоксичный в лабораторных условиях (Gromiz Z.et al,1994) фастак, 10%, вызывал гибель 17% летных пчел, контактировавших с обработанными медоносами, т.е. проявил себя как опасный препарат (Соловьева Л.Ф. и др.,1993). С другой стороны, установлено, что при использовании 0,15 л/га

фастака его количество на растениях снижается до безопасного для пчел уровня через 1,5 суток (Илларионов А.И.,1997).

Среднетоксичный сумицидин, 20% к.э. (фенвалерат), оказывает репеллентное действие на насекомых-опылителей. Его действующее вещество характеризуется самой низкой токсичностью для медоносных пчел по сравнению с дельтаметрином, перметрином и такими фосфорорганическими инсектицидами, как хлорпирифос и фенитроцион (Fritzsh W.,1986). При обработке полей хлопка сумицидин был малоопасен (Титов В.Ф. и др.,1989; Беспалова,1990), а на цветущих медоносах оценен как опасный для пчел (Соловьева Л.Ф.,1993).

Высокотоксичный бетацифлутрин (препарат на его основе – бульдок,2,5% к.э., отнесен ко 2-му классу опасности) приводил к гибели 70% контактировавших с обработанными растениями пчел в течение недели. Выжившие особи в состоянии паралича были не способны собирать корма (Gromisz M. et al,1996).

Высокотоксичный циперметрин оказывает быстрое (в течение 2 дней), но непродолжительное действие на пчел. В зависимости от температуры и возраста пчел через 4-8 дней циперметрин неопасен. Препарат на его основе цимбуш,25% к.э., за счет ингредиентов оказывает репеллентное действие и опасен для пчел на рапсе в момент обработки, но долговременного действия на пчелиные семьи не оказывает (Delabie J. et al,1985). Раннеутренние обработки рапса циперметрином (0,044 кг/га) вызывали гибель 80% пчел-сборщиц. Через 7, 15 и 30 дней после применения инсектицида не наблюдалось гибели расплода, хотя загрязненная пыльца рапса в течение нескольких дней приносилась в улей (Fries I.,1987).

Высокотоксичные пиретроиды амбуш, 25% к.э.(перметрин), и нурелл-Д, 55% к.э. (циперметрин+хлорпирифос), были опасны для пчел в поле (Титов В.Ф. и др.,1989).

Сильнодействующий на пчел децис,к.э. (2,5г дельтаметрина на 1л), при оценке контактного действия на пчел-сборщиц через обработанные растения рапса был отнесен к сравнительно безопасным препаратам при условии изоляции пчел в течение 3 часов после обработки(Gromiz Z. et al,1994), через обработанные растения хлопка – признан малоопасным препаратом при условии изоляции в течение 1-2 суток (Титов В.Ф. и др.,1989; Беспалова Т.С.,1990). Авиаобработки дельтаметрином (5 г д.в./га) цветущего рапса не вызывали никаких изменений в активности, размножении, развитии и санитарном состоянии пчелиных семей (Florelli F.et al,1987), хотя в лабораторных условиях дельтаметрин был оценен как высокотоксичный препарат при оральном воздействии с заметной контактной токсичностью для летных пчел (Fritzsh W.,1986).

Сильнодействующие на пчел в лабораторных условиях ровикурт,25% к.э. (перметрин), был очень опасен, а циперкил,25% к.э., и цимбуш,25% к.э.

(циперметрин), опасны для пчел-сборщиц при контакте с обработанными растениями.

Нетоксичные инсектициды астура, афидал энтокс и слаботоксичный спурт не вызывали гибели пчел-сборщиц в поле, поэтому отнесены к неопасным препаратам с рекомендацией изолировать пчел в течение суток для предотвращения их заноса в гнездо (Соловьева Л.Ф.,1995). Инсектициды фоксим, 70% к.э., сумитион, 50% к.э. (фенитроцион), высокотоксичны для пчел: величина ЛК₅₀ соответствует ЛД₅₀, их производственные концентрации превышают ее в 100 и 89 раз соответственно, что ставит эти препараты в разряд очень опасных.

Инсектоакарициды авермектин и стрептоверим, продуцентами которых являются актиномицеты, соответственно высоко- и среднетоксичны для пчел. В полевых условиях эти препараты малоопасны: гибель пчел-сборщиц составляла от 1,7 до 7 %. Акарициды омайт, 60% к.э., и санмайт, 20% к.э. (пиридабен), в лабораторных условиях были слаботоксичны для пчел и малоопасны в поле (Соловьева Л.Ф.,1995).

Таким образом, инсектициды 1-го класса опасности представлены соединениями от слаботоксичных до сильнодействующих и в полевых условиях могут быть как безопасными, так и очень опасными для медоносных пчел. То же относится к пестицидам инсектоакарицидного действия, включенным в соответствии со «Списком...» в другие классы опасности по экотоксикологической характеристике.

Основой безопасности инсектицидов для медоносных пчел и других полезных насекомых является их селективность, обусловленная механизмом действия на членистоногих, и специфичность регламентов применения препаратов, базирующихся на знании биологии растений, насекомых-фитофагов и медоносных пчел.

4.Влияние гербицидов, фунгицидов и регуляторов роста и развития растений на пчел

В «Список препаратов для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков на 1998 г.» включено около 100 препаратов для подавления сорной растительности. Половина из них (59 наименований) отнесены к 1-му классу опасности, 10 препаратов (семерон, арсенал, стомп, топоград, трэфлан, тарга, тарга-супер, эптам и др.) – к 3-му, остальные 29 препаратов (бутизан, метафен, нитран, трезор, базагран, ладдок, галакси, глиалка, глисол, бетанал, команд, фурроре-супер, витокс, феназон и др.) – к 4-му классу опасности.

Известно косвенное влияние гербицидов на трофические связи компонентов биоценозов. Например, они могут воздействовать на насекомых, в

том числе на медоносных пчел, уничтожая их кормовые растения или изменяя обмен веществ в энтомофильных растениях, а также влиять на качество корма.

Наиболее существенно воздействие гербицидов на пчел при попадании их непосредственно на насекомых или на венчики цветов нектаро- и пыльценосов. Поскольку применение гербицидов по цветущим растениям не практикуется, опасность возникает при сносе препаратов в момент опрыскивания с обрабатываемого участка на станции, посещаемые пчелами. Использование технологии немедленной заделки препарата в почву или непосредственного внесения в почву позволяет избежать этой опасности.

Интоксикация пчел гербицидами может возникнуть при сборе с обработанных растений капелек воды или нектара, пыльцы и воды с растений, на которые попадают гербициды при их сносе в момент обработки.

При пероральном воздействии опасными для пчел являются дикоцид и радозин-Т. Репеллентное действие в отношении пчел-сборщиц гербицида херботреф обуславливает его малую опасность для пчел (Кубайчук В.П. и др., 1997).

Слаботоксичные для пчел нитран, зеллек, 12% к.э., иллоксан, 36% к.э., тотрил, 22,5% к.э., лонтрел, 30 % в.р., в полевых опытах вызывали гибель соответственно 0,3, 4,8, 3, 11 и 14% пчел-сборщиц, то есть были малоопасны. Применение этих гербицидов требует изоляции пчелиных семей в течение суток.

Слаботоксичный зенкор, 70% с.п., в полевых условиях опасен для пчел. Авторы считают необходимым изолировать пчел на 3 суток, закрывая летки ульев, размещенных в агроценозах, где применялся этот препарат (Соловьева Л.Ф., 1993; Соловьева Л.Ф., 1995). В «Списке...» зенкор отнесен к 4-му классу опасности.

Соли и эфиры 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д), как принято было считать, не представляют большой опасности для пчел (Назаров С.С., 1967). Пчелы могут пострадать от гербицидов из группы 2,4-Д, посещая растения в течение первых 4-5 часов после обработки или в момент обработки. Величина ЛД₅₀ для солей 2,4-Д составляет 104,5 мкг на пчелу.

Препараты 2М-4Х (2метил-4хлорфеноксиуксусная кислота) относительно опасны для пчел, т.е. изоляция пчел-сборщиц от обработанных участков обязательна в момент внесения гербицида и в течение 4-5 часов после него. Прямое опрыскивание ульевых пчел и рамок с расплодом солями и эфирами 2М-4Х в растворе 1:40 показало, что гербициды этой группы безвредны для медоносных пчел.

Пестициды, рекомендованные для борьбы с болезнями на 1998 г., представлены 89 препаратами. Из них для 23 фунгицидов не указан класс опасности, так же, как для всех биологических препаратов с фунгицидной активностью, за исключением бактофита, с.п., (на основе антибиотика, продуцируемого *Bacillus subtilis* шт. ИПМ215, 10000 ЕА/г), который отнесен к

1-му классу опасности. В полевых испытаниях фитолавин (на основе спор и мицелия *Streptomyces griseoviridis*) при рекомендованной схеме применения не вызывал гибели пчел и был классифицирован как неопасный препарат при условии изоляции их в течение суток (Соловьева Л.Ф., 1993).

К 1-му классу опасности относится 22 фунгицида, в том числе - препараты меди. В литературе отсутствуют сообщения о массовых отравлениях пчел из-за применения препаратов меди в ранневесенний период или поздно осенью после опада листьев. Величина ЛД₅₀ для хлорокиси меди составляет 267 мкг на пчелу, а при контактном воздействии – 500 мкг/см² (Назаров С.С.,1967).

Ко 2, 3 и 4-му классам опасности отнесены 2 (топаз,10% к.э., и райдер), 9 и 33 фунгицида соответственно.

Нетоксичные для пчел фунгициды ридомил, 25% с.п.(4-й класс опасности), альетт, 80% с.п., даконил, 75% с.п., и азоцен, 25% с.п. (3-й класс опасности), были малоопасны в полевых условиях при норме расхода 1, 1,5, 2 и 0,5 кг/га соответственно. Также малоопасны для пчел слаботоксичные препараты фундазол, 50% с.п., бенлат, 50% с.п., сандофан, 25% с.п., отнесенные к 4-му классу опасности.

Неопасны для пчел фунгициды байлетон, 25% с.п.,(при норме расхода 0,1 кг/га), крептан, 25% с.п.(0,5кг/га), тубарид, 60% с.п.(1,8 кг/га) – все 4-го класса опасности, топаз, 10% к.э.(0,05 л/га) –2-го класса опасности (Соловьева Л.Ф.,1993; Соловьева Л.Ф.,Годяцкий С.Я., 1993; Соловьева Л.Ф.,1995).

Фундазол, сандофан и топаз рекомендованы для обработки в период вегетации культур, посещаемых медоносными пчелами (огурцы, яблони, груши, смородина, малина). При использовании этих фунгицидов следует изолировать пчел на сутки для профилактики заноса препарата в гнездо с нектаром.

Из 54 наименований препаратов, применяемых в качестве регуляторов роста и развития растений, почти половина по экотоксикологической характеристике отнесены к 1-му классу опасности (гибберсиб, симбионт-универсал, препараты на основе гуминовых кислот и др.). Не определен класс опасности для 18 препаратов. Ко 2, 3 и 4-му классам отнесены соответственно 0, 1 и 7 регуляторов роста растений. Эта группа препаратов, а также дефолианты и десиканты мало исследованы в отношении токсичности и опасности для медоносных пчел и требуют изучения в этом направлении, поскольку применяются по вегетирующим, в том числе и энтомофильным растениям.

5. Диагностика и лечение химических токсикозов

Химический токсикоз в результате отравления пчел пестицидами может проявиться весной, летом, осенью и зимой.

Наиболее типичными являются признаки отравления, наблюдаемые в период вегетации растений и активной летной деятельности пчелиных семей. Характерным является внезапность, одновременность и массовость гибели летных пчел, особенно сильных семей. Повышается злобливость семей и количество выбрасываемого расплода. В улье пчелы беспорядочно бегают и суетятся на сотах, может наблюдаться подрагивание брюшка. Массовое осыпание ульевых пчел ведет к застуживанию и гибели расплода, который пчелы затем выбрасывают из гнезда. Погибшие пчелы обнаруживаются на дне улья, около него и по территории пасеки. Чаще окраска тела темнеет до черного цвета, поверхность тела блестящая, влажная. Хоботок выдвинут.

Поскольку пчелы сильных семей более активно работают по сбору корма, они чаще контактируют с растениями и, следовательно, с пестицидами, что приводит к более выраженной токсикации у сильных семей.

В осенний и зимний период отравления ядами, попавшими в улей, характеризуются признаками хронического течения токсикоза. Семьи отстают в развитии весной. Часто выражены признаки нозематоза. В кишечнике в период зимовки могут обнаруживаться споры *Nosema apis*. Средняя кишка укорочена, стекловидная, прямая кишка увеличена и переполнена содержимым темно-желтого цвета.

Клинические признаки острого отравления пчел синтетическими пиретроидами заключаются в следующем: пчелы лежат в дорзальном положении, сгибают брюшко, очищают ротовые органы передними конечностями, перевертываются на бок, ножки и усики вибрируют, крылья сложены, сегменты брюшка сдвигаются и раздвигаются. Обычно такие симптомы нарушения двигательных и дыхательных функций наблюдаются через 20 минут после воздействия препаратом.

При попадании в организм пчелы в сублетальных дозах инсектициды оказывают влияние на массу тела, содержание общей воды, активность каталазы. Физиологическая роль последней заключается, в частности, в предотвращении негативного воздействия перекиси водорода и других веществ энто- и экзогенного происхождения на обменные процессы организма. Угнетение активности фермента повышается с ростом токсичности препарата для пчел.

Установлено снижение активности каталазы в 2,5 – 3 раза у пчел, интоксцированных инсектицидом фоксим по сравнению с контрольными насекомыми (Титов В.Ф. и др., 1989).

Все эти нарушения способствуют более быстрому старению пчел и их гибели. В лабораторных условиях продолжительность жизни пчел, подвергшихся пестицидному токсикозу, сокращалась в 1,1 – 5,3 раза.

Обработки растений гербицидами и фунгицидами вызывают появление признаков отравления через 2-3 часа после посещения пчелами обработанных массивов. Они выражаются в оцепенении пчел. Через 3-4 часа часть особей начинает двигаться, но большая часть погибает непосредственно на обработанных растениях или на земле.

Химические токсикозы снижают резистентность пчелиных семей, что способствует проявлению гнильцов, аскосфероза, нозематоза, варроатоза, затрудняет постановку диагноза и осложняет работу по оздоровлению пасеки.

Борьба с химическими токсикозами включает несколько направлений. Основными являются соблюдение инструкций по применению пестицидов в зависимости от их класса опасности и замена высокотоксичных препаратов на менее токсичные для пчел соединения при защите от вредителей, болезней и сорняков энтомофильных сельскохозяйственных культур.

Лечебные мероприятия при отравлении пчел пестицидами

Гнезда семей, потерявших летных пчел, сокращают в соответствии с их силой.

В первую очередь удаляют соты со свежепринесенным нектаром («напрыск») и пылью, а также с открытым расплодом, не обсиженным пчелами.

Заменяют полностью или частично кормовые запасы на полноценные. Например, используют мед с разнотравья первых дней товарного медосбора, семьи обеспечивают пергой и в течение 3-4 недель подкармливают сахарным сиропом (1:1).

Обеспечивают пчел хорошим медосбором путем подвозки к сильным нектароносам, что позволяет быстро восстановить семьи, а также получить пчелопродукцию.

В литературе отсутствуют данные о терапии токсикозов с использованием антидотов (веществ, разрушающих яды или связывающих их с образованием соединений меньшей токсичности).

Рекомендуется использовать препараты, повышающие устойчивость организма к отравлениям. Это биологически активные вещества, которые положительно влияют на обмен веществ пчел и стимулируют развитие пчелиных семей. В пчеловодстве применяют препараты овогид, риал, биоспон, виран, гомогенат предимагинальных стадий трутней, полиамин, полизин.

Поскольку аскорбиновая кислота повышает устойчивость организма к неблагоприятным факторам, рекомендуют подкормку пчелиных семей, подвергшихся интоксикации пестицидами, сахарным сиропом (1,5:1) с аскорбиновой кислотой (0,05 – 0,06%).

При токсикозах слабой и средней степени (отход пчел не превышает 20%) для санации гнезда и повышения сопротивляемости пчел к инфекционным агентам применяют раствор препарата йода в концентрации 0,0125 – 0,00625% (12,5 – 6,25 мг/л воды) и раствор марганцевокислого калия -

0,03 – 0,05% (300 – 500 г/л воды). Расход последнего раствора на каждый сот с пчелами не более 10 – 15 мл (Соловьева Л.Ф., 1995).

6. Профилактика отравления пчел пестицидами

Решение проблемы предотвращения отравления пчел пестицидами основано на выработке стратегии предупреждения интоксикации медоносных пчел. Наиболее приемлемой является стратегия, основанная, во-первых, на понимании значимости медоносных пчел как опылителей, т.е. фактора, повышающего урожайность сельскохозяйственных культур, во-вторых, на содействии безопасному применению пестицидов. Она легко реализуется через повышение квалификации пчеловодов и агрономов. Специалисты обоих профилей должны соблюдать организационные, агротехнические и специальные пчеловодные мероприятия.

Организационные мероприятия:

- агрономы (или другие лица по их просьбе) оповещают в устной и письменной форме владельцев пасек за 3, а предпочтительней – за 7 суток о проведении обработок пестицидами с указанием используемого препарата, места проведения обработки (в радиусе 7 км), времени обработки, способа ее проведения, а также доводится до сведения пчеловода информация о сроках изоляции пчел;
- агрономов предупреждают владельцы пасек о размещении точек при кочевке для опыления и медосбора;

Агротехнические мероприятия:

- недопущение наличия цветущей сорной растительности на энтомофильных сельскохозяйственных культурах;
- создание специальной кормовой базы для пчеловодства за счет припасечных культур (донник, огуречная трава, синяк, фацелия);
- при размещении медоносов (гречиха, горчица, рапс и т.д.) в ценозах сельскохозяйственных культур предотвратить совпадение сроков их цветения с обработками растений пестицидами;
- избегать применения пестицидов, требующих изоляции пчел в гнезде более 3 суток, на энтомофильных культурах и в биоценозах, насыщенных цветущими медоносами и пыльценосами.

Одним из важнейших моментов в предупреждении воздействия пестицидов на медоносных пчел является соблюдение агрономами правил применения препаратов в соответствии с учетом класса опасности.

В соответствии с экотоксикологической оценкой пестицидов все препараты разбиты на 4 группы. Применение препаратов того или иного класса опасности требует соблюдения регламентов в момент внесения препарата и правил защиты медоносных пчел от интоксикации.

1-й класс опасности – высокоопасные для пчел пестициды. Экологические регламенты: обработку проводить ранним утром или поздним вечером, при температуре воздуха выше 15°C или ниже 30° С, скорости ветра до 1 – 2 м/с; погранично-защитная зона для пчел составляет не менее 4 км; ограничение лета пчел 4 – 5 суток.

2-й класс опасности – среднеопасные для пчел пестициды. Обработку проводить в утренние или вечерние часы, при температуре воздуха выше 15°C и ниже 30°C, при скорости ветра до 2 -3 м/с; погранично-защитная зона для пчел не менее 3-4 км, ограничение лета пчел 2 – 3 суток.

3-й класс опасности – малоопасные для пчел пестициды. Обработку проводить в утренние или вечерние часы, при температуре не ниже 15°C и не выше 30°C, при скорости ветра до 4 – 5 м/с; погранично-защитная зона для пчел 2 –3 км; ограничение лета пчел – 1 – 2 суток.

4-й класс опасности - практически неопасные для пчел пестициды. Обработку проводить при скорости ветра до 5 – 6 м/с, погранично-защитная зона для пчел не менее 1 – 2 км, ограничение лета пчел в течение 6 – 12 часов.

Специальные пчеловодные мероприятия:

- вывоз пасеки за пределы погранично-защитной зоны;
- изоляция пчел в гнезде.

Вывоз пасеки гарантирует большую безопасность пчелосемей по сравнению с изоляцией их в гнезде.

При проведении обработок пестицидами в условиях теплиц, где применяются на опылении медоносные пчелы, необходимо убрать ульи из теплиц не только на момент обработки, но и на весь период ограничения лета пчел.

При изоляции пчел в ульях гнезда расширяют до полного комплекта рамок или ставят магазины. На двухкорпусные или многокорпусные ульи ставят дополнительные корпуса с половинным количеством рамок. На верхний корпус помещают раму с металлической сеткой (размер ячеек 2,5x2,5 мм или 3x3 мм), которую накрывают холстиком и кладут сверху подушку. В день обработки рано утром, до начала лета пчел, летки плотно закрывают, с сетки снимают утепление. В жаркую безветренную погоду под крышки подкладывают рейки толщиной 1 – 2 см. В улей дают воду в сотах, кормушках или поилках. Вечером после окончания лета пчел летки открывают.

Пчелы сравнительно легко выдерживают изоляцию в гнезде, если обеспечена вентиляция, затемнение и снабжение водой. Необходимо исключить все факторы, которые могут вызвать возбуждение пчел, поскольку это приводит к резкому подъему температуры в гнезде и к гибели пчел. Одним из возбуждающих факторов является свет. Поэтому при изоляции нужно исключить доступ солнечного света внутрь гнезда.

Определенная температура в гнезде поддерживается рабочими пчелами за счет усиленного испарения воды и вентиляции. Известно, что изолированная

в гнезде пчелиная семья расходует в 10 раз больше воды, чем нормальная. Поэтому нужно обеспечить бесперебойное и обильное снабжение пчел водой на весь период их изоляции.

Кроме того, следует обеспечить семьи доброкачественным кормом – медом и пергой.

В случае риска попадания ульев под обработку пестицидами или нахождения их в зоне сноса препарата рекомендуется убрать прилетные доски. Если это невозможно, промыть их сразу после обработки для удаления возможных загрязнений ядами.

Сроки ограничения лета пчел, указанные в «Списке...», не всегда согласуются с экспериментальными данными (таблица), поэтому предпочтительней ориентироваться на максимальный из указанных сроков. Лимиты по ограничению лета пчел соответствуют минимальной и максимальной из рекомендованных нормам расхода препарата.

Разночтения в рекомендуемых сроках изоляции пчел при использовании гербицидов касаются препаратов 4-го класса опасности: базагрона, 48% в.р., гексилура, 80% с.п., лонтрела, 30% в.р., тотрила, 22,5% к.э. Для этих препаратов экспериментально установлен срок ограничения лета пчел -1сутки, для зеллека, 12,5% к.э. –1-2 суток, зенкора, 70% с.п. –3 суток. Нитран, 30% к.э., 1-го класса опасности в эксперименте был опасен для пчел только в первые сутки после применения (Соловьева Л.Ф.,1995).

Для фунгицидов 4-го класса опасности: бенлата, 58% с.п., байлетона, 25% с.п., иллоксана, 36% к.э., ридомила, 25% с.п., сандофана М8, 25% с.п., и тубарида 60% с.п., ограничение лета пчел установлено в течение 6-12 часов, в то время как результаты экспериментов свидетельствуют о необходимости изоляции пчел в течение суток. Напротив, фунгицид 2-го класса опасности топаз, 10% к.э., проявил себя как неопасный препарат, поэтому изолировать пчел в течение суток необходимо только с целью предупреждения заноса препарата в улей.

В настоящее время некоторые приемы профилактики отравлений пчел пестицидами находятся в стадии разработки.

Для предупреждения отравлений пчел пестицидами разрабатываются регламенты, обеспечивающие гарантированную безопасность пчелиных семей. На энтомофильных сельскохозяйственных растениях изучают динамику лета пчел с целью установления оптимального времени обработки пестицидами именно на данной культуре в данной зоне ее возделывания. Например, на люцерне, возделываемой на семена, дневная активность пчел начинается в 6 – 7 часов утра и заканчивается в 19 – 20 часов. Средняя продолжительность рабочего дня составляет 5-6 часов, а максимальная – до 14 часов. Следовательно, наиболее подходящим временем для обработки люцерны пестицидами по экологическим показателям будет время до 6 и после 20 часов(Димитров П.,1991).

Сроки изоляции пчел в гнезде при использовании инсектицидов,сутки

Препарат	По «Списку...на 1998 г.»	По Соловьевой Л.Ф., 1993, 1995	По Илларионову А.И., 1997	По Титову В.Ф.,1989; Беспаловой Т.С.,1990
Авермектин	-	1	-	-
Амбуш, 25% к.э.	Не включен	-	1-1,5	2-3
Астурас, с.п.	- // -	1*	-	-
Афидал, х.ч.	- // -	1*	-	-
Апплауд, 25%с.п.	- // -	2	-	-
Волатон, 50%к.э.	4-5	-	2-3,5	-
Децис, 2,5%к.э.	2-3	3	0	1-2
Дурсбан, 40,8%к.э.	4-5	-	5-6	-
Карате, 5%к.э.	4-5	-	2-5	-
Карбофос, 5%к.э.	4-5	-	1-3	-
Лепидоцид.с.п.	4-5	1	-	-
Маврик 2F, 25%к.э.	1-2	-	0	-
Мезоксим, 25%к.э.	Не включен	-	0	-
Метатион, 50%к.э.	4-5	-	1,5-3	-
Омайт, 60%к.э.	0,25-0,5	1	-	-
Ровикурт, 25%к.э.	4-5	-	-	7-8
Сумицидин, 20%к.э.	4-5	3	1	1-2
Сумитион, 50%к.э.	4-5	3	-	-
Спрут, в.р.	Не включен	1*	-	-
Санмайт	2-3	1	-	-
Тиодан,35%к.э.	4-5	-	0-1	-
Талстар, 10%к.э.	Не включен	-	2	-
Требан, 30%к.э.	- // -	-	2	-
Фастак, 10%к.э.	4-5	2-3	1,5	-
Фосфамид, 40%к.э.	не включен	-	5-6,5	-
Фозалон, 35%к.э.	2-3	-	1-2	-
Фоксим, 70%к.э.	Не включен	4	-	-
Фоскарбан, 50%к.э.	- // -	3	-	-
Хостаквик, 50%к.э.	4-5	-	2-3,5	-
Цимбуш, 25%к.э.	4-5	3	-	-
Циперкил, 25%к.э.	4-5	-	3-4	3- 4
Цианокс, 50%к.э.		-	7-8	-
Цидиал, 50%к.э.		-	4-5	-

*Изоляция вылета для профилактики заноса в гнездо препарата с нектаром.

Интенсивно ведутся работы в направлении поиска репеллентов, обеспечивающих предотвращение лета пчел на участки, обработанные пестицидами. Например, установлена возможность применения перед внесением инсектицидов смеси феромонов в высоких концентрациях (изопентилацетат, 10 и 100г на 10л воды), которая отпугивает пчел-сборщиц и шмелей в течение 30 минут после применения на масличном рапсе и на бобах (Pickett J. et al., 1985). Ранние опыты по использованию фенола и других репеллентов для отпугивания опылителей с обработанных пестицидами участков цветущих культур не нашли продолжения и практического использования в России (Богоявленский С.Г., 1955).

Одним из путей защиты пчел от отравлений является использование приманочной культуры. Например, при обработке весной садов и люцерны пестицидами в пределах дальности лета пчел размещают озимый рапс. Установлено, что 1 га цветущего рапса обеспечивает 100 пчелиных семей, отвлекая их от посещения обработанных участков сада и люцерны. Кроме того, ульи в период обработки не нужно перемещать (Маркосян Ж.К., 1986).

7. Другие антропогенные воздействия на пчел

Несмотря на исключение из арсенала химических средств защиты растений препаратов на основе неорганических соединений (мышьяка, фтора, бария), которые являются очень опасными для медоносной пчелы, проблема интоксикации пчелиных семей неорганическими соединениями остается актуальной. В литературе имеются сообщения об интоксикации насекомых-опылителей, в том числе и медоносных пчел, соединениями фтора, олова, цинка, кадмия и мышьяка из выбросов промышленных источников. На пасеках, расположенных около металлургических и других промышленных предприятий, наблюдали гибель значительного количества пчел в период медосбора вследствие интоксикации их соединениями мышьяка. По данным исследователей (Terzic V., 1989), осаждающиеся из газообразных выбросов предприятий соединения этого элемента обнаруживали на цветах медоносов, в пыльце и в пчелах в количествах, в 2-42 раза превышающих минимальные летальные дозы для пчел.

Медоносные пчелы могут служить биоиндикаторами загрязнения окружающей среды. Например, отлов и анализ пчел в разных частях контролируемой территории позволил провести картирование распределения фторидов антропогенного и природного происхождения (Bromenshenk, 1996).

Изучение токсичности для пчел минеральных удобрений свидетельствует о том, что применяемая для подкормки растений мочевины в рабочих концентрациях может вызывать гибель пчел. Потребление 1,7 мг мочевины (в пересчете на азот) рабочей пчелой вызывало отравление с

признаками поноса и гибель на 4-й день (Chorbinski P. et al, 1995). Установлено, что пчелы не потребляют 4%-й раствор аммиачной селитры в 50%-м сахарном сиропе. Эта концентрация значительно меньше рабочей, поэтому подкормка аммиачной селитрой не должна вызывать гибели пчел при кишечном воздействии.

Установлены негативные последствия таких антропогенных воздействий на медоносных пчел, как искусственное УФ-облучение и электрические поля высоковольтных линий электропередачи.

Искусственное УФ-облучение вызывает изменение физиологического состояния расплода, что стимулирует взрослых пчел к удалению расплода из сот. Наиболее чувствительны эмбриональная и начало постэмбриональной стадии: летальная экспозиция естественного солнечного облучения составляет 1-3 минуты, а искусственного УФ-облучения – 9-11 секунд. Устойчивость имаго выше на 2-3 порядка (Еськов Е.К., 1996).

Под влиянием электрических полей высоковольтных линий электропередачи наблюдали снижение медопродуктивности пчелиных семей. В зоне высоковольтных линий сверхвысокого напряжения нарушаются процессы нормальной жизнедеятельности семьи. Восприятие электрического поля пчелами определяет внутригнездовые взаимодействия пчел. С увеличением силы семьи ее возбудимость под действием электрического поля возрастает (Брагин Н.И., 1984).

Минимальная напряженность электрического поля промышленной частоты, стимулирующая возбуждение семьи, составляет 0,5 – 0,8 кВ/м. При электрическом поле, равном 20 кВ/м, не наблюдается нарушений метаморфоза, но у особей осенней генерации отмечается снижение содержания жира и азота, что ухудшает зимовку пчел. Высоковольтные линии (500кВ) вызывают у пчелиных семей склонность к ненормально высокому прополисованию улья. При этом наблюдается уменьшение продолжительности жизни имаго, сокращение количества выращиваемого расплода, снижение летной активности.

Семьи, находящиеся длительное время под высоковольтными линиями, слабо адаптируются к электрическому полю и характеризуются повышенной агрессивностью и возбудимостью. При снижении напряженности электрического поля уменьшается отрицательное влияние на пчелосемьи, а при удалении ульев на 30 м и более от проекции крайней фазы на землю жизнедеятельность семей нормализуется так же, как и при заземлении ульев, находящихся на более близком расстоянии.

Изучив влияние электрического поля промышленной частоты на медоносных пчел, авторы рекомендуют при размещении пчелиных семей ближе 20-30 м от крайних проводов воздушных линий электропередач 500-700 кВ и ближе 10-20 м от крайних проводов воздушных линий электропередач 220-230кВ крышки ульев заземлять или располагать ульи под живыми

деревьями или кустарниками. При удалении ульев от линий электропередач на большее расстояние никаких негативных влияний электрического поля на медоносных пчел не ожидается (Брагин Н.И.,1984).

Кроме воздействия на пчел неорганических соединений из промышленных выбросов и минеральных удобрений, искусственных УФ-излучений и электрического поля промышленной частоты, в качестве антропогенного фактора следует выделить воздействие магнитных полей, искусственно создаваемых человеком в гнезде пчел с целью повышения их продуктивности. Было показано, что ни понижение плотности магнитного поля в 4 –8 раз, ни его повышение в 500-700 раз по сравнению с естественным (0,4-0,5 Гс) не отражается на жизнеспособности и поведении рабочих пчел (Есков Е.,1996). Нейтральное отношение медоносных пчел к аномалиям индукции магнитного поля делает несостоятельной рекомендацию по использованию устройства для их магнитной стимуляции.

Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Какие факторы определяют токсичность пестицидов для пчел?
2. Какие группы пестицидов наиболее (наименее) опасны для медоносных пчел и почему?
3. Чем определяется степень токсичности пестицидов для пчел?
4. Какова роль препаративной формы инсектицидов в интоксикации медоносных пчел?
5. Каким способом медоносные пчелы контактируют с пестицидом в биоценозе?
6. От чего зависит сохранение опасности для пчел обработанной пестицидами растительности?
7. Какова роль технологии применения пестицидов в интоксикации медоносных пчел?
8. Имеется ли видовая устойчивость насекомых-опылителей и породные различия в резистентности медоносных пчел к инсектицидам?
9. Какие факторы оказывают влияние на резистентность пчелиной семьи к интоксикации?
10. Роль абиотических факторов в интоксикации медоносных пчел пестицидами.

Раздел 2

11. Виды токсикологической характеристики пестицидов в отношении медоносных пчел. В каких единицах они выражаются?
12. Классы токсичности пестицидов для пчел, принятые в России.
13. Чем российская классификация токсичности пестицидов для медоносных пчел отличается от классификаций, принятых в других странах?
14. Какими методами определяется токсичность пестицидов для медоносных пчел?
15. Классификация пестицидов по степени опасности для медоносных пчел.
16. Чем отличается оценка пестицидов по токсичности и по степени опасности для пчел?
17. Классификация пестицидов по степени опасности для пчел, принятая в России. Чем она отличается от классификаций других стран?
18. Методы определения степени опасности пестицидов для медоносных пчел.
19. Как определить срок опасности для пчел обработанных растений?
20. Как определить возможность заноса пестицидов в гнездо пчел?

Раздел 3

21. Как распределяются инсектициды по степени опасности для пчел?

22. Какую опасность для пчел представляют биологические инсектициды и почему?
23. Какое влияние на пчел оказывают регуляторы роста и развития насекомых и почему?
24. Токсичность фосфорорганических инсектицидов для пчел.
25. Токсичность синтетических пиретроидов для пчел.
26. Перечислите инсектициды, экотоксикологические характеристики которых не соответствуют приведенным в «Списке...».
27. Каковы основы безопасности для пчел пиретроидных инсектицидов?

Раздел 4

28. Распределение гербицидов по классам опасности.
29. Как влияют гербициды на пчел?
30. Опасность гербицидов зенкора, 70% с.п., солей и эфиров 2,4-Д, препаратов 2М-4Х.
31. Как влияют фунгициды на медоносных пчел?
32. Распределение фунгицидов по классам опасности.
33. Назовите неопасные для пчел фунгициды, применяемые на энтомофильных сельскохозяйственных культурах.
34. Каковы сроки изоляции пчел при использовании гербицидов и фунгицидов. От чего они зависят?

Раздел 5

35. Признаки отравления медоносных пчел пестицидами.
36. Признаки отравления медоносных пчел синтетическими пиретроидами.
37. Влияние сублетальных доз инсектицидов на медоносных пчел.
38. Влияние гербицидов и фунгицидов на медоносных пчел.
39. Лечебные мероприятия при отравлении медоносных пчел пестицидами.

Раздел 6

40. Организационные мероприятия по профилактике отравления пчел пестицидами.
41. Агротехнические мероприятия по отравлению медоносных пчел пестицидами.
42. Экологические регламенты применения пестицидов 1-го класса опасности.
43. Экологические регламенты применения пестицидов 2-го класса опасности.
44. Экологические регламенты применения пестицидов 3-го класса опасности.
45. Экологические регламенты применения пестицидов 4-го класса опасности.
46. Правила изоляции медоносных пчел в гнезде.
47. Перечислите пестициды, для которых установленные сроки изоляции медоносных пчел в гнезде не согласуются с приведенными в «Списке...».

48.Опишите известные приемы обеспечения гарантированной безопасности медоносных пчел при использовании пестицидов.

Раздел 7

49.В каких ситуациях возникает опасность интоксикации медоносных пчел неорганическими соединениями?

50.Какова токсичность для медоносных пчел минеральных удобрений?

51.Какое влияние оказывают на медоносных пчел электрические поля линий электропередачи и аномалии индукции магнитного поля?

52.Как защитить медоносных пчел от электрических полей воздушных линий электропередачи?

53.Как предотвратить отравление медоносных пчел неорганическими соединениями?

Словарь терминов

Антропоические факторы – факторы воздействия человеческой деятельности на природную среду, они могут быть отрицательными и положительными.

Антропогенное воздействие – любой вид хозяйственной деятельности человека в его отношении к природе; источник различных антропоических факторов.

Биопрепарат – препарат для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, разработанный на основе микроорганизмов или их метаболитов.

Биотоп - естественное, относительно однородное жизненное пространство определенного биоценоза, которое включает в себя минеральные и органические вещества, климатические факторы, свет, давление, движение среды, влажность, рН среды, механические и физико-химические свойства субстрата, который может быть твердым (почва), жидким (вода) и газообразным (атмосфера).

Биоценоз – биологическая система, представляющая собой совокупность популяций различных видов растений, животных и микроорганизмов, населяющих определенный биотоп; между б. и биотопом, вместе образующими экосистему, существует тесное взаимодействие, основанное на постоянном обмене веществом, энергией и информацией.

Интоксикация – патологическое состояние, вызванное общим действием на организм токсических веществ экзогенного и эндогенного происхождения.

Консумент – организм, питающийся готовым органическим веществом. К. первичный– организм, питающийся растительными организмами. К. вторичный - организм, питающийся первичными консументами.

Контаминирование – загрязнение.

Ксенобиотики – вещества, чужеродные живому, биосфере; чаще всего являются ядовитыми (пестициды, тяжелые металлы, фенолы и др.).

Пестициды – ядохимикаты, препараты для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, для уничтожения паразитов сельскохозяйственных животных и т.п.

Пиретроид – препарат, воздействие которого на насекомых сходно с действием синтетического аналога биогенного инсектицида, содержащегося в соцветиях *Pyrethrum spp.*

Резистентность – устойчивость организма (популяции, биоценоза) к воздействию различных факторов.

Селективность – избирательная токсичность, способность вещества поражать определенные виды живых организмов без повреждения других, даже если они находятся в тесном контакте; чем меньшее число видов реагирует на воздействие данного препарата, тем более высокой селективностью он характеризуется.

Селективные (избирательные) препараты – препараты, которые воздействуют на определенную группу организмов.

Синергизм – синергическое действие – взаимодействие факторов, при котором эффект оказывается большим, чем сумма влияний от действия отдельных факторов.

Токсикант – ядовитое, вредное для здоровья вещество.

Токсический эффект – изменение какого-либо показателя или жизненно важных функций организма под воздействием токсиканта.

Токсичность – 1) свойство вещества или организма оказывать вредное воздействие на другие организмы; 2) токсикометрический показатель, вычисляемый как величина, обратная абсолютному значению среднелетальной дозы (1/ЛД₅₀) или концентрации (1/ЛК₅₀).

Энтомопатогенный – вызывающий заболевание насекомых.

Энтомофильные растения – растения, опыляемые с помощью насекомых (перепончатокрылые, мухи и др.), переносящих пыльцу на своем теле.

Содержание

Введение	3
1. Факторы, определяющие токсичность пестицидов для пчел	3
Физико-химические свойства препаратов	4
Способ контакта пчел с пестицидом	7
Синергизм при совместном применении пестицидов	9
Породы пчел и физиологическое состояние пчелиной семьи	10
Абиотические факторы	12
2. Категории безопасности пестицидов для пчел	13
3. Влияние инсектицидов на пчел	18
4. Влияние гербицидов, фунгицидов и регуляторов роста и развития растений на пчел	24
5. Диагностика и лечение химических токсикозов	26
6. Профилактика отравления пчел пестицидами	28
7. Другие антропогенные воздействия на пчел	32
Контрольные вопросы	35
Словарь терминов	38

