

УДК 638.1:632.95.024.2

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕСТИЦИДОВ

Р.С. ПОЛТОРЖИЦКАЯ, М.И. ЧЕРНИК

*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселеского»,
г. Минск, РБ*

Поступила в редакцию 09.07.2015 г.

В период сбора нектара и пыльцы пчелы становятся достаточно уязвимой мишенью при поступлении в биоценозы пестицидов. Для сведения к минимуму негативного влияния средств защиты растений на пчеловодную отрасль и потери урожаев в растениеводстве от недостатка опылителей в настоящее время все пестициды проходят токсикологическую оценку в отношении медоносных пчел. Интенсивно изучается их влияние на основные биологические и хозяйственные характеристики семей. Несмотря на то, что во всем мире работы по изучению токсического действия пестицидов на полезных насекомых-опылителей получили широкое распространение, исследования экологических защитных механизмов, способствующих предотвращению или сведения к минимуму токсического воздействия на медоносных пчел, находятся на стадии накопления фактов. Общеизвестно, что процесс интоксикации любого живого организма возможен только при условии проникновения в него ядовитого вещества в количествах, достаточных для подавления жизненно важных систем и функций. Самым первым условием для этого является контакт и поступление токсиканта в организм любым из известных путей: через покровы – контактным способом, через органы дыхания – фумигантным и с пищей – трофическим. Именно трофический способ является главным экологическим фактором, определяющим возможность контакта медоносной пчелы с токсикантами, поскольку нектар и пыльца растений являются единственным полноценным для них кормом. В свою очередь растения служат источником питания для многочисленной армии насекомых-вредителей, с которыми возникает необходимость периодически проводить борьбу. Растения при определенных условиях играют роль связующего звена между опылителями и токсикантами, а характер этой связи во многом зависит от абиотических факторов среды – температуры воздуха, влажности, солнечного света, осадков. Многочисленными наблюдениями установлено, что снижение температуры (до 15⁰ С и ниже) и повышенная влажность воздуха приводят к сокращению секреции нектара и уменьшению в нем концентрации сахаров, что делает растения малопривлекательными для посещения их пчелами. Равно как и повышенная (выше 28⁰ С) температура, которая приводит к повышению концентрации сахаров и уменьшению нектаровыделения, создает неблагоприятные условия для деятельности насе-

комых.

Существенное влияние на активность посещения пчелами растений, обработанных инсектицидом, оказывает применяемый при этом препарат. Защитный механизм насекомых от интоксикации известен, как репеллентный эффект. Репеллентное действие инсектицидов изучалось рядом исследователей [1, 3, 4]. По данным литературы большинство токсикантов обладает выраженной репеллентной активностью. Так, пчелы крайне неохотно потребляют сахарный сироп с примесью гербицидов, а при возможности выбора всегда предпочитают чистый [3]. Отмечена как ольфакторная (пчелы покидают кормушки, не принимая пищи), так и пищевая (вкусовая) репеллентность гербицидов. Показано, что, несмотря на нетоксичность для пчел многих гербицидов, некоторые из них имеют настолько неприятный запах, что контактировавшие с ними пчелы-сборщицы подвергаются атакам других пчел [3, 4].

Как известно, информацию о появлении и местонахождении взятка, его количестве и качестве пчелы-разведчицы получают через систему контактных и дистантных хеморецепторов. Посредством танцев и запахов, адсорбированных покровами тела, добытые сведения они передают остальным пчелам-сборщицам своей семьи. Такой же механизм лежит в основе обнаружения насекомыми корма, содержащего интоксикант. Но при этом инсектицид только при достижении его в определенной концентрации в корме способен вызвать реакцию у пчел, как безусловный химический раздражитель. При содержании в корме инсектицидов ниже уровня разрешающей способности информация пчел-разведчиц мобилизует остальных пчел-сборщиц на сбор и заготовку кормовых запасов. В случаях попадания интоксикантов в корма в количестве, равном уровню реагирования насекомых или же выше этого уровня, в улей от пчел-разведчиц поступает информация о сокращении сбора кормов и даже полном прекращении фуражирования. Исследования, проведенные рядом специалистов [3], свидетельствуют, что концентрация действующего вещества инсектицида, вызывающая отрицательную пищевую реакцию у сборщиц нектара или пыльцы, тесно коррелирует с токсической активностью данного соединения (для медоносной пчелы коэффициент корреляции 0,84, статистически достоверен при $P = 0,01$), таблица 1.

Опытным путем рядом исследователей [3, 4] доказано, что чем токсичнее препарат для опылителей данного вида, тем при меньшем содержании его в корме насекомые реагируют на токсикант, и наоборот. Таким образом, наибольшая вероятность возникновения репеллентного эффекта существует при использовании в целях защиты растений высокотоксичных соединений. Независимо от класса применяемых токсикантов, репеллентный эффект проявлялся при обработке растений такими высокотоксичными для пчел химическими соединениями, как метафос, базудин, циперметрин, децис, независимо от способов поступления их в организм пчел [4].

Таблица 1 – Концентрация инсектицида в корме, вызывающая отрицательную пищевую реакцию насекомых

Инсектицид	СК ₅₀ (%д.в.)	Пороговая концентрация	
		% д.в.	Мг/кг
актеллик	0,0002	0,0003	3,0
базудин	0,0002	0,0004	4,0
волатон	0,0003	0,0006	6,0
гардона	0,0008	0,001	10,0
карбофос	0,0008	0,0009	9,0
метатион	0,0006	0,001	10,0
метафос	0,0001	0,0001	1,0
нексион	0,005	0,009	90,0
фозалон	0,008	0,01	100,0
рогоп	0,005	0,004	40,0
фталофос	0,006	0,009	90,0
хостаквик	0,0003	0,0005	5,0
хлорофос	0,0003	0,0006	6,0
элсан	0,0004	0,0006	6,0
децис	0,0003	0,0004	4,0
маврик 2E	0,09	0,02	200,0
каратэ	0,0005	0,0006	6,0
талстар	0,0007	0,0008	8,0
фастак	0,0005	0,0005	5,0
циперметрин	0,0005	0,0005	5,0

На территории РФ разрешено использовать около 700 наименований зарегистрированных пестицидов [2]. Для них установлены уровни предельно допустимого содержания в объектах окружающей среды (вода, воздух, почва), пищевом сырье, продуктах питания и организме человека. Согласно требованиям действующих в России законодательных (Федеральный закон « О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения») и норматив-

ных (СанПиН, ГОСТ, ТУ и др.) документов содержание пестицидов в продуктах пчел контролируется. В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078–01 и Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору в рамках таможенного союза, предельные уровни содержания пестицидов в продуктах пчел для гексахлорциклогексана, ДДТ и его метаболитов (ДДД и ДДЕ) составляют 0,005 мг/кг. Для альдрина и гептахлора требуется полное их отсутствие и введен нижний предел обнаружения – 0,0002 мг/кг. На концентрацию пестицидов в меде и других продуктах пчел также распространяются требования Гигиенических нормативов 1.2.2701–10. Согласно этому документу максимально допустимый уровень действующего вещества пестицидов в меде следующий, мг/кг: *амитраз* – 0,2, *бромпропилат* – 0,02, *ГХЦ* – 0,005. При этом в СанПиН указано, что наличие других пестицидов в продуктах питания запрещено, но необходимо контролировать их остаточное количество, а также препараты, использовавшиеся при производстве, транспортировке и хранении продовольственного сырья [8].

Из всех существующих групп пестицидов наиболее токсичны для медоносной пчелы инсектициды [3,8,10]. Доказано, что не все препараты этой группы в одинаковой степени губительно действуют на полезных насекомых данного вида. Будучи не схожими по химическому составу и строению молекулы, они существенно различаются по своей физиологической активности [3,11]. Некоторые из них, обладая широким спектром действия против вредных членистоногих, проявляют весьма низкую токсическую активность в отношении медоносной пчелы [3,4,7,11]. Причины данного явления пока не выяснены. И все же подавляющее число инсектицидов проявляет высокую токсичность для пчел, а применение многих из них в мероприятиях защиты растений сопряжено с большой опасностью интоксикации пчел [6].

По степени опасности для пчел пестициды в Беларуси делятся на 4 класса: высокоопасные – P_1 , среднеопасные – P_2 , малоопасные – P_3 и практически неопасные – P_4 . Для них определены экологические регламенты применения с учетом климатических условий, погранично-защитной зоны и ограничения лета пчел.

Для пестицидов, относящихся к классу P_1 – высокоопасные, необходимо соблюдать следующие экологические регламенты:

- обработку растений проводить ранним утром или поздним вечером;
- скорость ветра – до 1–2 м/с;
- погранично-защитная зона для пчел – не менее 4–5 км;
- температура воздуха ниже 15⁰ С;
- ограничение лета пчел – 96–120 часов.

Для пестицидов, относящихся к классу P_2 – среднеопасные, предписано соблюдение следующие экологические регламенты:

– обработку растений проводить ранним утром или поздним вечером;

- скорость ветра – до 2–3 м/с;
- погранично-защитная зона для пчел – не менее 3–4км;
- температура воздуха ниже 15⁰С;
- ограничение лета пчел – 48–72 часа.

Для класса малоопасных – П₃ и практически неопасных – П₄ для пчел пестицидов экологические регламенты по времени и температуре обработок остаются, как для опасных и среднеопасных; скорость же ветра составляет 4–5 м/с и 5–6м/с; погранично-защитная зона для пчел – не менее 3–4км и 1–2 км; ограничение лета – 24–48 и 6–12 часов, таблица 2.

Таблица 2 – Условия применения пестицидов в соответствии с классом опасности для пчел

Класс	Условные обозначения	Степень опасности	Скорость ветра, м/с	Погранично-защитная зона для пчел, км	Ограничение лета пчел, час
I	П ₁	высокоопасные	до 1–2	не менее 4–5	96–120
II	П ₂	среднеопасные	до 2–3	не менее 3–4	48–72
III	П ₃	малоопасные	до 4–5	не менее 3–4	24–48
IV	П ₄	практически неопасные	до 5–6	не менее 1–2	6–12

Примечание – обработку растений препаратами, относящимися к любому из классов, следует проводить ранним утром или поздним вечером при температуре воздуха ниже 15⁰С

Из пестицидов, подлежащих контролю в объектах окружающей среды и продуктах питания, для пчел наиболее токсичны (1–2-й класс опасности) большинство инсектицидов и акарицидов (таблица 3). Гербициды и подавляющая часть фунгицидов для пчел малотоксичны и относятся к 3-му классу опасности, другие соединения из этих групп нетоксичны (4-й класс опасности). Однако ряд фунгицидов на основе действующих веществ хлорокси меди и цимоксанила – относятся к 1–2-му классу опасности для пчел. Регуляторы роста растений входят в 3 – 4-й класс опасности. Фуролан [действующее вещество 2– (1,3 –диоксоланил-2) фуран] проявляет 2-й класс опасности. У родентицидов, нематицидов, моллюскоцидов и феромонов классы опасности для пчел не установлены.

На сегодняшний день из 556 наименований средств защиты растений, разрешенных для применения на территории РБ, более 70 относятся к инсектицидам и акарицидам, большинство из которых считаются опасными для пчел, таблица 3.

Таблица 3 – Инсектициды и акарициды, разрешенные для применения в борьбе с фитофагами (на апрель 2011)

Группа по химическому строению	Активно действующее вещество	Наименование препаратов	Класс опасности для пчел
пиретроиды	циперметрин	Арриво, Политрин, Цимбуш*, Циперкилл, Циперон, Циракс, Цитрин*, Циткор, Шарпей, Шерпа*	1
	альфа-циперметрин	Альтер, Фастак, Цунами, Роталаз, Фаскорд	1 2
	бета-циперметрин	Кинмикс	1
	бета-цифлутрин	Бульдок	2
	дельтаметрин	Децис профи, Децис*	2
	бифентрин	Талстар	3
	зета-циперметрин	Тарзан, Фьюри 10EW	1
	гамма-цигалотрин	Вантекс	1
	лямбда-цигалотрин	Каратэ*, Кайзо, Брейк	1 2
	эсфенвалерат	Суми-альфа, Сэмпай	1
	фенпропатрин	Данитол*	2
	фенвалерат	Сумицидин*	2
неоникотиноиды	имидаклоприд	Борей (+Лябда-цигалотрин), Варрант, Имидор, Конфидор200, Командор, Конкорд, Проагро100СЛ, Танрек (Биотлин)	1
	тиаметоксам	Актара	1
	тиаклоприд	Бискайя	3
	ацетамиприд	Агролан, Джайант, Моспилап*, Рексфлор	3
	индоксакарб	Авант	3
никотиноиды	бенсултап	Банкол*	3
карбаматы	пиримикарб метомил	Пиримикс100,	3
		Пиримор Ланнат	1
фосфорорганические соединения	хлорпирифос	Нурелл Д (+циперметрин)	1
	диметоат	Би 58 новый, Данадим, Рогор С	1
	малатион	Новактион, Фуфанон	1
	пиримифос-метил	Актеллик	1
	фенитротрион	Сумитион*	2
	фолазон	Золон	2
антраниламида	хлорантранилипрол	Волиам Тарго (+абамектин)	1
		Кораген	3

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
акарициды	тебуфенпирад	Масаи	3
	гекситиазокс	Ниссоран*	4
	полисульфиды натрия	ПСК	4
	пропаргит	Омайт	4
	сера	Тиовит Джет	4
ингибиторы синтеза хитина	тефлубензурон	Номолт*	4
	дифлубензурон	Димилин*	4
ингибиторы роста насекомых	феноксикарб	Инсегар	4

Примечание – *препараты, разрешенные для использования остатков в 2010–2011 гг. (без права закупок и ввоза)

Однако следует отметить, что разделение пестицидов по классам опасности носит условный характер и сохраняет свою силу строго при соблюдении условий по их применению.

В 2010 году на территории Дзержинского и Солигорского районов Минской области причиной массовой гибели пчелиных семей оказался инсектицид с активно действующим веществом имидаклоприд, примененный с нарушением инструкции. Картофельные поля находились за большим массивом с цветущими сорными растениями, в непосредственной близости (менее 2-х километров) от населенных пунктов и мест расположения пасек препарат применяли во время активного лета пчел, для опрыскивания использовали вертолет. Экологические регламенты применения данного инсектицида были нарушены: во-первых, санитарный разрыв от мест размещения пасек должен быть не менее 5 километров; во-вторых, согласно «Инструкции по технике безопасности применении пестицидов в сельском хозяйстве» запрещается проводить химические обработки сельскохозяйственных культур в период цветения. Создается впечатление, что агрономы и администрация некоторых хозяйств с инструкциями и экологическими регламентами применяемых для защиты растений препаратами не знакомы. Иначе не поддается объяснению столь равнодушное, даже варварское отношение к беззащитным в этой ситуации пчелам.

Только согласованными действиями специалистов по защите растений, руководителей хозяйств, агрономов, пчеловодов можно уберечь пчел, а также других диких насекомых-опылителей и свести к минимуму экологический риск, связанный с применением пестицидов.

Правительства, неправительственные и международные организации и особенно средства массовой информации должны способствовать осознанию того, что именно пчелы опыляют до 80% растений и что благодаря именно этим «крылатым труженицам» приходится 30% мирового продовольствия и поддерживается биологическое разнообразие на земле.

ВЫВОДЫ

1 Из всех существующих групп пестицидов наиболее токсичны для медоносной пчелы инсектициды.

3 Из 556 наименований средств защиты растений, разрешенных для применения на территории Беларуси, более 70 относятся к инсектицидам и акарицидам, большинство из которых представляют опасность для пчел.

4 В целях безопасности для пчел применения всех инсектицидов следует неукоснительно соблюдать экологические регламенты. Лучший способ предотвращения потерь пчел и продукции – вывоз пасек на расстояние 5–6 км от места химических обработок на другие медоносы, что легко осуществимо при наличии передвижных платформ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Алексеницер, М.Л. Токсичность гербицидов для медоносной пчелы/ М.Л. Алексеницер, В.П. Кубайчук, Л.И. Бондарчук // *Сельскохозяйственная биология* –2000. – №6. – С.114–116.

2 Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации/ Минсельхоз России.– М.,–2010.

3 Илларионов, А.И. Экологические механизмы связи медоносной пчелы с обработанными инсектицидами растениями/ А.И. Илларионов // *Агрохимия*. –1995. – №6.

4 Илларионов, А.И. Токсическая активность фосфорорганических инсектицидов для медоносной пчелы в зависимости от строения соединений/ А.И. Илларионов // *Агрохимия*. –1992. – №7. – С. 133–137.

5 Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь: справочное издание. – Минск, ООО «Инфофорум». – 2005.

6 Мониторинг пестицидов в объектах природной среды: физико-химические, экологические и токсико-гигиенические характеристики пестицидов (химических средств защиты растений): справочник. – Н. Новгород, 2007. – Ч.1; Обнинск, 2008. – Ч.2.

7 Назаров, С.С. Охрана пчел от отравления ядохимикатами/С.С. Назаров// – М., Россельхозиздат. 1967. –244с.

8 Пономарев, А. Пчеловодство требует защиты /А. Пономарев, Д. Насонова// *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. –2010. – №1. – С.9–12.

9 Соловьева Л.Ф. Практические советы / Л.Ф. Соловьева // *Защита и карантин растений*.– 2004. – №5. – С.54– 55.

10 Havuar, M. Le fluvalinate appliqué sur pommiers en pleine floraison: contamination des abeilles butineuses et des produits de la ruche/ M. Havuar, L. Kormis, J. Rey// *Agronomie*. – 1990.– V. 10(3).– P.133–137.

11 Jeanne, F. Phytopharmacie et apiculture// *Bull. Techn. Apic.*– 1986.–V. 13(4).– P.185–204.