

*Е.А. Бельская, Институт экологии растений и животных УрО РАН,
620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202,
belskii@ipae.uran.ru*

*Н. Н. Лопухова, Уральский государственный университет,
620083, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 48-а*

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Пестициды – группа токсикантов, используемая человеком для борьбы с вредоносными организмами. Эти вещества способны вызывать нарушение жизнедеятельности не только целевых объектов, но и нецелевых организмов. Эффекты токсического воздействия пестицидов многообразны и проявляются на различных уровнях организации биологических систем: молекулярном, клеточном, тканевом, организменном, популяционном, ценотическом.

Одной из наиболее широко используемых в настоящее время групп пестицидов являются пиретроидные инсектициды, а среди них – децис. Пиретроиды - инсектициды кишечного-контактного действия. Они разрешены к применению в сельском, лесном и коммунальном хозяйстве. На основе пиретроидов выпускаются препараты, предназначенные для борьбы с синантропными насекомыми. По существующим системам оценки опасности для нецелевых организмов пиретроиды отнесены к группам слабо и средне опасных веществ.

Целью настоящего исследования было изучение реакций нецелевых организмов на токсическое воздействие пиретроидного инсектицида дециса: изменение структурных и динамических показателей популяций, эффекты организменного и субклеточного уровня.

В качестве модельного объекта выбрана коровка семиточечная (*Coccinella septempunctata* L.) - один из доминирующих видов комплекса энтомофагов-афидофагов, регулирующих численность тлей в агроценозах. Этот вид широко представлен в природных зонах, встречается практически во всех агро- и биоценозах (Савойская, 1991). Коровка семиточечная обладает биологическими свойствами, облегчающими ее лабораторное разведение: высокой экологической пластичностью, коротким циклом развития, способностью питаться на простых искусственных средах, непродолжительным периодом спаривания и откладки яиц, высокой плодовитостью, компактными яйцекладками.

Схема проведения исследований включала три уровня: в лабораторных и вегетационных опытах изучали субклеточные (биохимические реакции) и организменные реакции на воздействие дециса, в полевых условиях - реакции популяций.

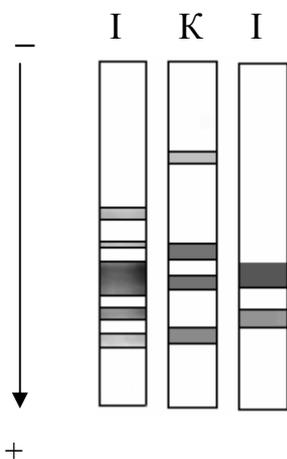
Для характеристики степени поражения личинок при контакте с дечи-

сом использовали следующую шкалу: 0 - без видимых признаков поражения; III - слабая (легкое расстройство координации движения); II - средняя (сильное расстройство координации, личинки способны передвигаться); I - сильная (координация полностью нарушена, личинки реагируют на прикосновение препаровальной иглы изгибанием тела или подергиванием конечностей); погибшие - личинки не реагируют на прикосновение.

При изучении воздействия дециса на **субклеточном уровне** определяли активность холинэстераз (метод Элмана), проводили разделение эстераз методом диск-электрофореза (идентификационный анализ ферментов не проводился) и фосфолипидов (метод тонкослойной хроматографии на силикагеле SL 5/40), а также рассчитывали содержание фосфолипидов в гомогенатах контрольных и контактных личинок.

Нами отмечено снижение активности холинэстеразы у личинок под воздействием дециса до 50 % по сравнению с контролем.

В гомогенатах контрольных личинок третьего возраста нами выделено четыре фракции эстераз, второго – максимально три фракции. У пораженных личинок наблюдается изменение электрофореграмм по сравнению с контролем: усиление быстро движущихся фракций эстераз (появление новых полос и увеличение их толщины), а также исчезновение медленно движущихся фракций (рис. 1). В некоторых случаях регистрировали сильное угнетение комплекса эстераз, когда на электрофореграмме было заметно лишь две их фракции. Наименее подвижные фракции эстераз у многих насекомых идентифицированы как холинэстеразы, более подвижны карбоксил-, ацетил- и арилэстеразы (Волкова, Титова, 1983, 1985; Еремина, Рославцева, 1987).



Поэтому мы предполагаем, что контакт с децисом приводит к исчезновению малоподвижной изоформы холинэстеразы, чем объясняется снижение активности этого фермента, и повышению активности других ферментов.

Рис. 1. Электрофореграммы эстераз личинок третьего возраста коровки семиточечной степени поражения (I) и в контроле (K)

У пораженных личинок второго возраста достоверно увеличивалось содержание всех фракций фосфолипидов (стартовые фосфолипиды, фосфатидилсерин, лизофосфатидилхолин, фосфатидилинозит, сфингомиелин, фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидные кислоты и нейтральные жиры) по сравнению с контролем, которое, как правило, возрастало при повышении степени поражения личинки.

Изменение комплекса ферментов детоксикации и количества фосфолипидов мы рассматриваем как биохимический ответ на токсическое воздействие, позволяющий личинкам восстанавливать свою жизнедеятельность.

При изучении реакций **организменного уровня** определяли чувствительность особей к децису на разных стадиях онтогенеза и сублетальные эффекты: длительность развития пораженных особей в процессе онтогенеза, влияние на процессы размножения, в том числе тератогенный эффект.

Личинки второго возраста показали достоверно более высокую чувствительность, чем имаго и личинки старших возрастов. Среднесмертельные концентрации личинок второго возраста при учете гибели в течение одних суток после прекращения контакта с ядом были в 2,6-3,6 раза ниже, по сравнению с личинками третьего и четвертого возраста и в 24,5 раза - с имаго.

Личинки, подвергшиеся воздействию яда, чаще погибали в процессе их развития до куколки, чем контрольные личинки (см. таблицу). Общая продолжительность их развития зависела от тяжести поражения, достоверно увеличиваясь у личинок с явными признаками поражения. Отдаленные эффекты воздействия дециса на личинок выражались в снижении варьирования размеров самок, полученных от пораженных личинок, и появлении имаго с неразвернувшимися надкрыльями (тератогенный эффект) в вариантах с контактными личинками (3,3-6,1 %). В контроле уродства отсутствовали.

При воздействии дециса на самок коровки наблюдалась тенденция увеличения изменчивости среднесуточного количества яиц после контакта с децисом. Коэффициент вариации этого показателя у самок в пределах контрольной и «контактной» групп особей составил в разные годы $14,8 \pm 3,9$ - $46,2 \pm 16,3$ % и $47,1 \pm 11,8$ - $71,4 \pm 22,6$ % соответственно. Изменчивость среднесуточного количества яиц, отложенных отдельными особями на протяжении периода размножения, составила в контроле $82,7 \pm 7,4$ - $106,3 \pm 15,6$ %, в варианте с децисом - $113,8 \pm 23,2$ - $139,4 \pm 13,8$ %. Увеличение данного показателя под воздействием дециса может свидетельствовать о дестабилизации физиологических процессов, связанных с размножением. В дочернем поколении отмечено достоверное повышение уродливых форм имаго в потомстве от самок, контактировавших с децисом ($9,3 \pm 1,5$ % - опыт, $2,5 \pm 2,5$ % - контроль).

Популяционный уровень. При опрыскивании децисом растений пшеницы в фазу выхода в трубку отмечали снижение численности кокциnellид: имаго – в течение одной, личинок - двух недель после обработки (рис. 2). Повышенная элиминация личиночных стадий развития приводила к трансформации возрастной структуры локальных популяций в сторону преобладания имаго. На обработанных участках наблюдали увеличение количества имаго на поверхности почвы (рис. 2б). Изменение вертикального распределения жуков мы объясняем нарушением поведения насекомых под воздействием сублетальных доз пиретроида, так как известно, что жуки на обработанных растениях активно передвигаются, чистятся, перемещаются на землю (Wiles, Jepson, 1994).

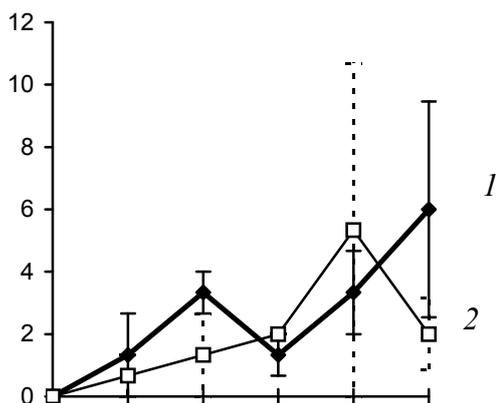
Эффекты воздействия дециса на личинок коровки 7-точечной

Степень поражения	Смертность, %		Общая продолжительность развития, сутки	Коэффициент вариации размеров надкрылий				Уродства имаго, %
	личинки	предкуколки + куколки		самки		самцы		
				длина, мм	ширина, мм	длина, мм	ширина, мм	
второй возраст								
I	90,5±4,5*	0	14,8±0,8*	1,5±0,6	7,1±2,9	-	-	0
II	57,7±9,7*	0	13,5±0,6*	6,3±1,8	4,9±1,4	3,8±1,3	5,3±2,2	0
III	38,9±11,5	9,1±8,7	12,0±0,5	10,0±3,2	7,3±2,3	6,4±2,0	8,3±2,4	0
0	28,6±17,1	0	13,0±0,8	3,1±1,3	7,2±2,9	-	-	20,0±17,9
контроль	18,5±7,5	0	11,6±0,3	8,1±1,6	7,5±1,5	3,6±0,9	5,0±1,3	0
третий возраст								
I	96,2±3,8*	0	11,9±0,3	-	-	-	-	0
II	75,0±5,8*	28,6±12,1	13,5±0,6*	1,7±0,6*	5,0±1,6*	9,9±3,1	8,9±2,8	0
III	53,7±7,8*	5,3±5,1	12,9±0,3*	4,5±1,3*	8,0±2,3	6,5±1,4	6,7±1,4	11,1±7,4
0	50,0±15,8	20,0±17,9	13,5±0,6*	-	-	5,8±2,3	4,1±1,7	0
контроль	20,5±5,7	5,7±3,6	11,9±0,3	8,0±1,2	11,1±1,7	9,3±1,6	9,9±1,6	0

* Достоверные различия с контролем

Количество особей на
100 взмахов сачком

a



Количество особей
на 10 лов./сут.

б

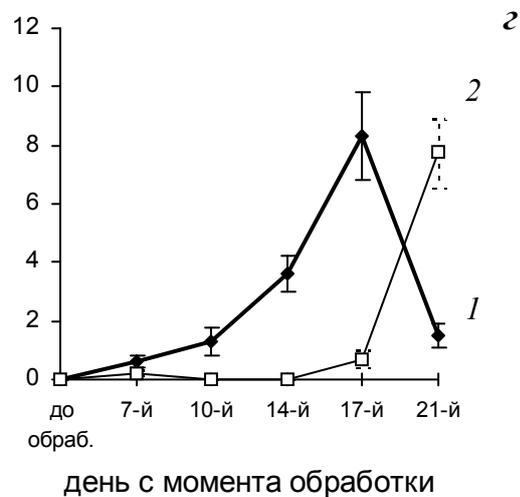
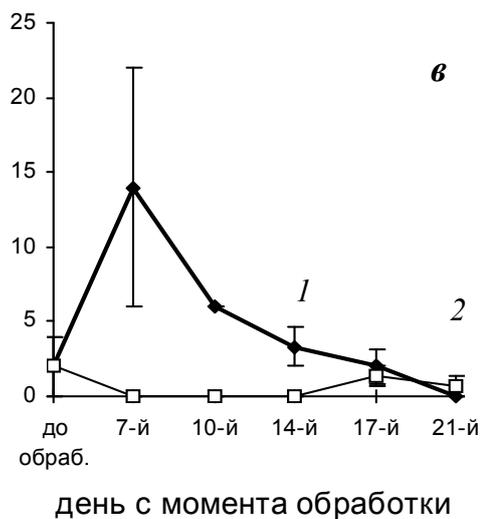
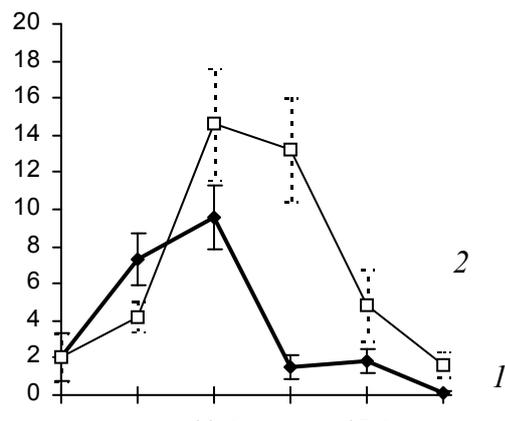


Рис.2. Динамика численности кокциnellид в агроценозе яровой пшеницы после обработки децисом: 1 – контроль, 2 – децис; *a*, *б* - имаго, *в*, *г* – личинки.

Таким образом, ближайшими и отдаленными последствиями токсического воздействия дециса на организм насекомого являются смертность особей, удлинение периода развития, дестабилизация физиологических процессов, связанных с размножением, появление уродливых форм имаго в дочернем поколении. К компенсаторным реакциям организма можно отнести перестройку комплекса ферментов детоксикации и увеличение содержания количества фосфолипидов. Токсические эффекты организменного уровня реализуются в реакциях популяций: снижении численности, изменении возрастной и пространственной структуры.

Список использованной литературы

1. Волкова Р. И., Титова Э. В. Множественные молекулярные формы эстераз

2. Волкова Р. И., Титова Э. В. Эстеразы нервных ганглиев таракана: множественные молекулярные формы и ингибиторная специфичность //Биохимия. 1985. Т. 50, вып.3. С.475-484.
3. Еремина О.Ю., Рославцева С.А. Инсектицидность пиретроидов для полезных насекомых и действие перметрина на их эстеразы //Агрохимия. 1987. №3. С.99-108.
4. Савойская Г.И. Тлевые коровки. М.: Агропромиздат, 1991. 88 с.
5. Wiles J.A., Jepson P.C. Sub-lethal effects of deltamethrin residues on the within-crop behaviour and distribution of *Coccinella septempunctata* //Entomol. exp. et appl. 1994. Vol. 72, №1. P. 33-45.

Ученые записки НТГСПА. Материалы VI Всероссийского популяционного семинара «Фундаментальные и прикладные проблемы популяционной биологии». Нижний Тагил, 2004. С.121-123.