

УДК 574.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДЕЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ПЕСТИЦИДАМИ НА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Воронцов В.В.*ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет»,
Ульяновск, e-mail: puankare1@yandex.ru*

В лабораторных условиях изучались закономерности поведенческих реакций и изменения численности дождевых червей *Lumbricus terrestris* L. под влиянием различных классов пестицидов в зависимости от концентрации и времени экспозиции. Объектом исследования явились препарат контактно-кишечного действия «Актара» (д.в. тиаметоксам), гербицид широкого спектра действия «Гезагард» (концентрат суспензии прометрина) и биологический препарат на основе белкового дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis*. С помощью пробит-анализа кривых летальности и метода Прозоровского установлены медианные дозы препаратов LD50 по результатам 7-дневных опытов для популяции дождевых червей. Пробит-анализ позволяет расчетным методом определить токсикологические характеристики пестицидов для дождевых червей, отражающие колебания индивидуальной чувствительности организмов. Тест на репродуктивную способность проводили по методике регистрации репродуктивных показателей дождевых червей. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что при загрязнении почвы метаболитами «Актары» (в пределах 0,01–0,1 г/кг), «Гезагарда» (до 1 г/кг) и «Дельты-2» (в диапазоне 0,1–1 г/кг) коконы дождевых червей можно использовать для заселения загрязненных пестицидами территорий.

Ключевые слова: дождевые черви, пестициды, выживаемость, токсикологические характеристики

EFFECT OF SOIL POLLUTION MODEL FOR PESTICIDES TO EARTHWORMS BY LABORATORY CONDITIONS

Vorontsov V.V.*Ulyanovsk state university, Ulyanovsk, e-mail: puankare1@yandex.ru*

In the article published behavioral patterns and changes in the number of earthworms *Lumbricus terrestris* L. by influence of various classes of pesticides, depending on the concentration and exposure time in laboratory. The object of the study were preparations contact-intestinal action, «Akhtar» (the active substance thiamethoxam), broad-spectrum herbicide «Gezagard» (suspension concentrate prometryn) and biological product based on the protein delta-endotoxin of *Bacillus thuringiensis*. In the article published behavioral patterns and changes in the number of earthworms *Lumbricus terrestris* L. by influence of various classes of pesticides, depending on the concentration and exposure time in laboratory. The object of the study were preparations contact-intestinal action, «Akhtar» (the active substance thiamethoxam), broad-spectrum herbicide «Gezagard» (suspension concentrate prometryn) and biological product based on the protein delta-endotoxin of *Bacillus thuringiensis*. Using probit-analysis of mortality curves, and the method Prozorovskiy median LD50 doses based on 7 day trials for the population of earthworms. Probit-analysis allows the calculation method to determine the toxicological properties of pesticides to earthworms, reflecting fluctuations in the sensitivity of individual organisms. The test was conducted on the reproductive ability of the method of recording the reproductive performance of earthworms. Our studies suggest that the contamination of the soil metabolites «Akhtar» (in the range 0,01–0,1 g/kg), «Gezagard» (up to 1 g/kg), and «Delta-2» (in the range 0,1–1 g/kg) of cocoons of earthworms can be used to populate the pesticide-contaminated areas.

Keywords: earthworms, pesticides, survival, toxicological characteristics

Биоиндикационные методы оценки состояния природной среды используются в современных экологических исследованиях [1]. Одной из многочисленных и представленных во всех биогеоценозах групп почвообитающих животных – биоиндикаторов – являются дождевые черви. По их количеству и состоянию можно судить о степени загрязнения почв [2, 5]. Актуальность изучения роли дождевых червей как биоиндикаторов территорий, загрязненных пестицидами, определяется в первую очередь тем, что эти вещества вызывают ответную реакцию животных [3, 4]. Данные реакции зависят не только от длительности загрязнения, но и от дозы загрязнителя. В научных публикациях практически отсутствуют данные о влиянии пестицидов на дождевых червей. Актуаль-

ность и недостаточная изученность данной проблемы послужила предпосылкой для настоящего исследования.

Материалы и методы исследования

Для оценки влияния пестицидов на поведенческие реакции и выживаемость дождевых червей использовали специальные лабораторные кюветы из органического стекла (0,4×0,15×0,02 м). Размеры посуды подбирались исходя из рекомендаций по характеру распределения дождевых червей по профилю почвы. По данным Д.А. Криволуцкого [3], основное количество особей располагается в поверхностном слое почвы на глубине 10–20 см. В кюветы помещалась усредненная проба гумусового слоя чернозема выщелоченного, влажностью 30 ± 10%, по одному килограмму загрязненной почвы в каждой кювете. Затем в них помещали 10 дождевых червей *Lumbricus terrestris* L.

Почва для модельных лабораторных исследований была отобрана с территории станции «Опытная»

(верхний 10–20 см слой), затем просушена и просеяна через сито с ячейкой 5 мм. Влажность доводили дистиллятом до 70%. К почве (рН = 6,85) для питания червей добавляли ферментированный навоз из расчета 20% от общей массы (рН = 8,3). Полученный субстрат перемешивали.

В экспериментах использовались половозрелые особи дождевого червя *Lumbricus terrestris* из маточной популяции. В первом опыте червей вносили через сутки после подготовки субстрата по 10 особей в контейнер, содержали 7 дней при $T_{\text{воздуха}} = 20 \pm 2^\circ\text{C}$. Во втором – по 10 особей на контейнер, содержали 28 дней при $T_{\text{воздуха}} = 20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Результаты исследования и их обсуждение

Для создания модельного загрязнения в лабораторных условиях была использована дерново-подзолистая почва с территории станции «Опытная» (верхний 10 см слой), затем просушена и просеяна через сито с ячейкой 3 мм. Влажность доводили дистиллятом до 70%. К почве (рН = 6,85) для питания червей добавляли ферментированный навоз из расчета 20% от общей массы (рН = 8,3). Полученный субстрат перемешивали, в смесь вносили растворы исследуемых пестицидов различных концентраций, выбор которых основывался на рабочих ин-

струкциях к препаратам. Загрязненную почву распределяли по кюветам ($V = 3,3 \text{ дм}^3$) навесками по 0,5 кг. Каждую концентрацию загрязнителя брали в трехкратной повторности. Было использовано 75 кювет.

В экспериментах использовались половозрелые особи дождевого червя *Lumbricus terrestris* из маточной популяции. В опытах червей вносили через сутки после подготовки субстрата по 10 особей в кювету. Данный промежуток времени был выбран как наиболее оптимальный для достижения стабилизации почвы и адаптации червей к новым условиям обитания. Эксперимент длился 7 дней для исследования острой токсичности препаратов и 28 дней – для исследования хронической токсичности препаратов и влияния на репродуктивную способность особей.

В качестве контроля использовали почву с территории полевых исследований с навозом, но без загрязнителей. Была зафиксирована 93%-я выживаемость червей в течение 28 дней. Таким образом, исходный субстрат соответствовал требованиям методики [3] и был пригоден для использования в экспериментах. Анализ почвы представлен в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели модельного субстрата – чернозема выщелоченного, (2008)

Глубина, см	рН		H_T	$Ca^{2+} Mg^{2+}$, мг-экв/100г почвы	V
	Водн.	Сол.			
0–20	5,68	5,45	3,20	27,8	89,6
20–40	5,85	5,52	2,82	28,0	90,8

Степень токсичности исследуемых пестицидов устанавливалась с помощью верхней и нижней границ диапазона их токсического действия, т.е. испытывались концентрации, приводящие к гибели 100% дождевых червей (LD_{100}), а также дозы, не

вызывающие иммобилизацию ни одного тест-организма в опытной группе (LD_0).

Анализ зависимости смертности дождевых червей от дозы внесения пестицида «Актара» в почву представлен в табл. 2.

Таблица 2

Влияние инсектицида «Актара» на смертность червей в лабораторных условиях

Доза внесения в почву, г/кг	Смертность <i>Lumbricus terrestris</i> , среднее значение по 5 кюветам, экз.						
	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	6 сутки	7 сутки
10	9,8 ± 0,4*	10	10	10	10	10	10
1,0	9,8 ± 0,4*	9,8 ± 0,4	9,8 ± 0,4	9,8 ± 0,4	9,8 ± 0,4	9,8 ± 0,4	9,8 ± 0,4
0,1	0	0	0	0	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	1,2 ± 0,1
0,01	0	0	0	0	0	0	0
Контроль	0	0	0	0	0	0	0

Примечание: * – различия по сравнению с контролем существенны при $p < 0,05$.

Препарат «Актара» в малой концентрации 0,01 г/кг почвы не вызвал иммобилизацию дождевых червей. Наблюдения показали, что количество особей ока-

залось постоянным на протяжении всех 7 дней исследования и составило по 10 экз. на каждую лабораторную кювету (см. табл. 2).

Концентрация препарата 0,1 г/кг почвы оказалась более токсичной, и, начиная с 5 суток эксперимента, смертность дождевых червей составила $0,6 \pm 0,1$ особей. На 6 сутки исследования смертность оставалась на прежнем уровне, лишь на 7 день возросла до $1,2 \pm 0,1$ экз. на лабораторную кювету. При увеличении концентрации препарата до 1 г/кг почвы наблюдения показали стабильную динамику смертности практически всех особей еще в 1 сутки эксперимента, что составило $9,8 \pm 0,4$ экз. на лабораторную кювету, а затем осталась неизменной до последнего дня эксперимента.

Максимальная доза препарата 10 г/кг почвы вызвала 100%-ю гибель всех дождевых червей на вторые сутки исследования в течение первых 5 часов.

Реакции червей в течение первых 10–30 минут после внесения препарата «Актара» можно классифицировать по поведению на три группы, основываясь на исследовании Козлова К.С. (2003).

1. Отсутствие изменений в поведении. Поведенческие реакции оказались без изменений по отношению к таковым наблюдаемым до внесения препарата. Количество червей, отнесенных к данной реакции, составило в среднем 45%. В основном это особи, которые находились на дне экспериментальных осадков или в придонной части. Такая же реакция была характерна практически для всех дождевых червей, обработанных дозами препарата 0,01 и 0,1 г/кг почвы.

2. «Пограничный таксис». Дождевые черви поднимаются до границы просачивания препарата, начинают двигаться вдоль нее, проявляя ответную реакцию на загряз-

нение, в поисках незагрязненной почвы. Количество червей, отнесенных к данной реакции, составило в среднем 30%.

3. «Вертикальный таксис». Дождевые черви проходят загрязненный пестицидами слой почвы перпендикулярно границе просачивания и выходят на поверхность. Количество червей, отнесенных к данной реакции составило, около 25%.

Анализируя поведенческие реакции дождевых червей на загрязнение, можно сказать, что наиболее лучшей формой двигательной активности для выживаемости червей является реакция горизонтальной миграции из зоны загрязнения в чистую почву – реакция «пограничного таксиса». Гибель червей, проходящих слой почвы, загрязненной пестицидами, перпендикулярно границе просачивания и выходящих на поверхность, составляет 100%.

К реакции «вертикального таксиса» можно отнести следующие стадии:

- сокращение кожно-мышечного мешка;
- снижение двигательной активности;
- захватывающие движения ротовым отверстием;
- иммобилизация.

Таким образом, *Lumbricus terrestris* оказались чувствительными к воздействию малых концентраций хлорорганического пестицида «Актара».

Препарат «Гезагард» в концентрациях от 0,01 до 0,1 г/кг почвы не оказал влияния на смертность дождевых червей. Наблюдения показали, что количество особей оказалось неизменным на протяжении всех 7 дней исследования и составило по 10 экз. на каждую лабораторную кювету (табл. 3).

Таблица 3

Влияние гербицида «Гезагард» на смертность червей в лабораторных условиях

Доза внесения в почву, г/кг	Смертность <i>Lumbricus terrestris</i> , среднее значение по 5 кюветам, экз.						
	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	6 сутки	7 сутки
50,0	$4,8 \pm 0,9^*$	$5,8 \pm 0,8^*$	$7,4 \pm 0,5^*$	$8,2 \pm 0,6^*$	$9,0 \pm 0,3$	$9,4 \pm 0,2^*$	$9,6 \pm 0,2$
10,0	0	$0,8 \pm 0,4^*$	$1,2 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,4$	$4,6 \pm 0,5$	$6,2 \pm 0,4$	$7,2 \pm 0,6^*$
1,0	0	0	0	0	0	$1,4 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,3$
0,1	0	0	0	0	0	0	0
0,01	0	0	0	0	0	0	0
Контроль	0	0	0	0	0	0	0

Примечание: * – различия по сравнению с контролем существенны при $p < 0,05$.

Концентрация препарата 1 г/кг почвы оказалась более эффективной, и, начиная с 6 суток эксперимента, смертность дождевых червей составила в среднем $1,4 \pm 0,4$ особей. На 7 день смертность особей возросла до $1,6 \pm 0,3$ экз. на лабораторную кювету. При увеличении концентрации препарата до 10 г/кг почвы отме-

чена стабильная возрастающая динамика смертности особей, начиная со 2 суток экспериментов, что составило $0,8 \pm 0,4$ экз. на лабораторную кювету. В каждый из последующих дней происходило незначительное увеличение данного показателя с $1,2 \pm 0,2$ экз. на третий день исследования до $6,2 \pm 0,4$ экз. на 6 сутки. К кон-

цу эксперимента смертность составила $7,2 \pm 0,62$ особей на кювету. Анализируя полученные экспериментальные данные, можно утверждать, что токсичность препарата зависит не только от дозы внесения, но и от времени экспозиции.

Так как доза в 10 г/кг почвы оказалась сублетальной, тестировалась концентрация «Гезагарда» 50 г/кг.

Максимальная доза препарата в 50 г/кг почвы вызвала почти 95%-ю гибель всех дождевых червей к концу эксперимента. В 1 сутки исследования смертность составила $4,8 \pm 0,9$ экз. на лабораторную кювету. На второй день показатель вырос до $5,8 \pm 0,8$, на третий до $7,4 \pm 0,5$, на $8,2 \pm 0,6$ на четвертый, на $9,0 \pm 0,3$ на пятый, до $9,4 \pm 0,2$ на шестой и до $9,6 \pm 0,2$ на седьмой день исследования. Увеличение тенденции гибели особей предположительно связано с накоплением метаболитов препарата в тканях червей, попадающих в особей с пищей или благодаря абсорбции внешних крапей.

Менее выраженная токсичность «Гезагарда» по сравнению с «Актарой» обусловлена

тем, что данный пестицид является неспецифическим для данной группы организмов.

Поведенческие реакции дождевых червей в течение первых 10–30 минут в условиях загрязнения почвы препаратом «Гезагард» также можно классифицировать вышеуказанными характеристиками. К первой группе относятся в среднем 65% особей, находившихся на дне экспериментальных осадков или в придонной части. Также эта реакция была характерна практически для всех дождевых червей с дозами препарата 0,01; 0,1 и 1 г/кг почвы. Ко второй группе относятся в среднем 15%, к третьей – около 20%.

Анализ действия биологического препарата на основе белкового дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* показал, что смертность червей наступает лишь при концентрации препарата 10 г/кг почвы на шестые сутки исследования. Она составила $0,4 \pm 0,1$ экз. на лабораторную кювету и являлась статистически не достоверной. В концентрациях от 0,01 и до 1 г/кг почвы поведение червей оставалось неизменным как до внесения пестицида в почву (табл. 4).

Таблица 4

Влияние инсектицида «Дельта-2» (на основе дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis*) на смертность червей в лабораторных условиях

Доза внесения, г/кг	Смертность <i>Lumbricus terrestris</i> , среднее значение по 5 кюветам, экз.						
	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	6 сутки	7 сутки
50,0	0	0	0	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$
10,0	0	0	0	0	0	$0,4 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,1$
1,0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	0
0,01	0	0	0	0	0	0	0
Контроль	0	0	0	0	0	0	0

Примечание: * – различия по сравнению с контролем существенны при $p < 0,05$.

При внесении в почву препарата максимальной концентрации смертность червей наступила на четвертые сутки и составила $0,8 \pm 0,2$ особи на лабораторную кювету. К седьмому дню эксперимента смертность дождевых червей возросла до $1,4 \pm 0,2$ экз. на кювету, но оказалась статистически незначимой.

Реакция червей в течение первых 10–30 минут после внесения препарата «Дельта-2» на основе дельта-эндотоксина была практически одинаковой у всех особей во всех анализируемых концентрациях. Поведенческие реакции оказались без изменений (как до внесения препарата). Количество червей, отнесенных к данной реакции, составило в среднем 95%.

Таким образом, можно сделать вывод о безопасности применения инсектицидного препарата на основе белкового дельта-

эндотоксина *Bacillus thuringiensis* на представителей мезофауны на примере дождевых червей.

Тест на репродуктивную способность проводили по методике регистрации репродуктивных показателей дождевых червей (EPS 1/RM/43, 2007). Для этого их помещали в кюветы с загрязненной почвой при параллельном контроле на протяжении 28 дней (EPS 1/RM/43, 2007). Ежедневно подсчитывали процент выживших особей, коконы изымались, помещались для инкубации в чашки Петри с аналогичным субстратом (навески по 10 грамм на чашку) на 21 день при $T_{\text{воздуха}} = 23 \pm 2^\circ\text{C}$, влажности 80%. Через 3 недели содержимое чашек проверяли, ювенильных особей дождевых червей отсаживали, их количество регистрировали. Целые коконы оставляли в чашках еще на 7 дней, после чего про-

цедуру повторяли. В табл. 6 представлены результаты восьминедельных исследований репродуктивной способности червей в за-

грязненном субстрате, а также результаты изучения токсического действия загрязненного субстрата на коконы (табл. 5).

Таблица 5

Влияние загрязненного субстрата на репродуктивные показатели дождевых червей

Вид загрязнителя в субстрате	Концентрация загрязнителя	Общее число коконов	Количество коконов, отложенных 1 червем за 7 дней	Количество ювенильных особей в коконе	Количество живых коконов от общего числа коконов, %
Контроль		200 ± 4,5	0,81 ± 0,40	2,04 ± 0,16	92,0 ± 4,0
Препарат «Актара»	0,01 г/кг	88 ± 2,4	1,10 ± 0,14	1,87 ± 0,20	66,2 ± 3,8
	0,1 г/кг	59 ± 2,9	1,63 ± 0,24	2,35 ± 0,38	62,7 ± 4,0
	1,0 г/кг	22 ± 2,0	0,53 ± 0,08	0,65 ± 0,08	30,0 ± 2,5
	10* г/кг	-	-	-	-
Препарат «Гезагард»	0,01 г/кг	70 ± 3,4	0,83 ± 0,20	2,01 ± 0,4	38,5 ± 1,6
	0,1 г/кг	50 ± 2,5	0,98 ± 0,38	1,44 ± 0,31	60,0 ± 2,0
	1,0 г/кг	56 ± 4,0	0,90 ± 0,20	1,55 ± 0,17	60,4 ± 2,4
	10* г/кг	53 ± 3,2	0,31 ± 0,14	1,33 ± 0,20	28,3 ± 1,8
	50* г/кг	-	-	-	-
Препарат «Дельта-2»	0,01 г/кг	186 ± 3,8	1,90 ± 0,20	2,01 ± 0,20	38,5 ± 2,6
	0,1 г/кг	180 ± 3,0	1,00 ± 0,12	1,44 ± 0,20	60,0 ± 3,1
	1,0 г/кг	150 ± 2,8	0,90 ± 0,30	1,55 ± 0,15	60,4 ± 2,9
	10 г/кг	46 ± 4,0	0,31 ± 0,42	1,33 ± 0,16	28,3 ± 2,0
	50 г/кг	33 ± 3,8	0,83 ± 0,35	2,01 ± 0,10	38,5 ± 1,9

Примечание. * при данных концентрациях загрязнителя черви переставали откладывать коконы. В загрязненный субстрат вносили коконы червей маточной популяции.

С помощью пробит-анализа кривых летальности и методу Прозоровского установлены медианные дозы препаратов LD₅₀ по результатам 7-дневных опытов для популяции дождевых червей (см. табл. 6).

Пробит-анализ позволяет расчетным методом определить токсикологические характеристики пестицидов для дождевых червей, отражающие колебания индивидуальной чувствительности организмов (рисунок).

Таблица 6

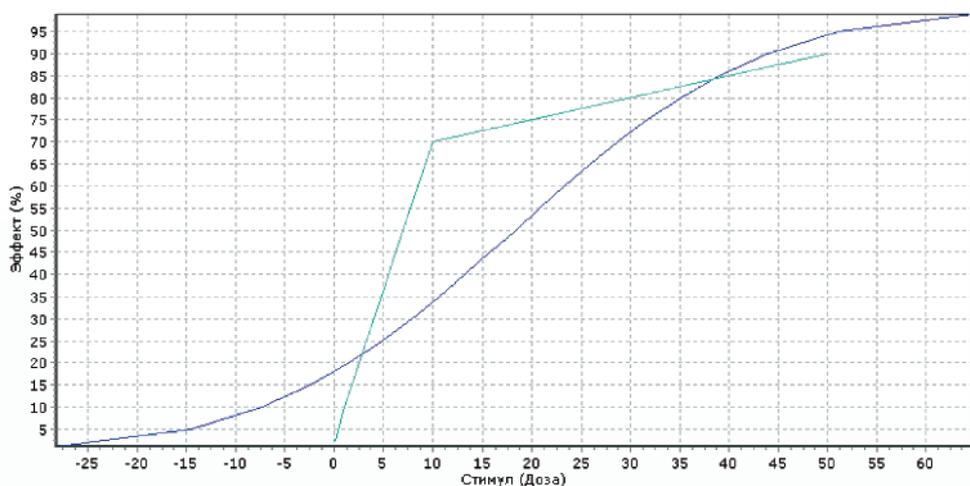
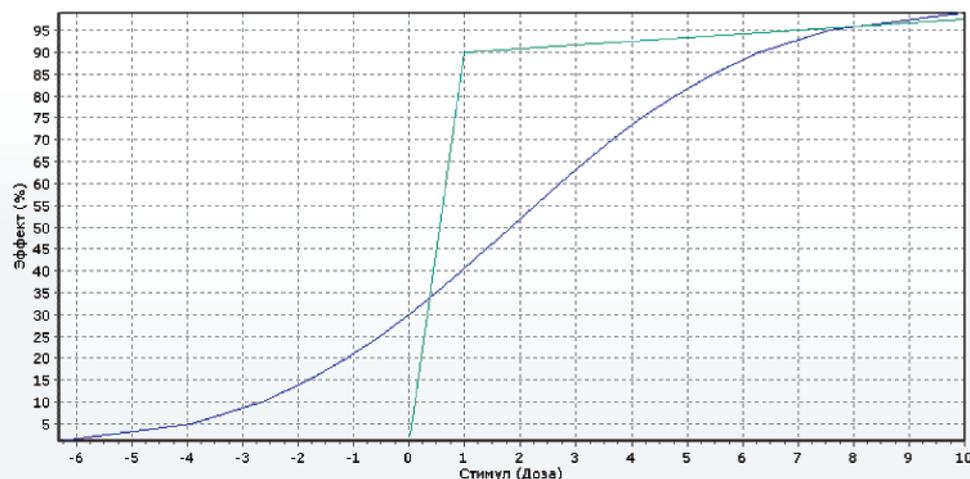
Токсикологические характеристики исследуемых препаратов для дождевых червей (7-дневный эксперимент), г/кг

Наименование препарата	LD ₁₆	LD ₈₄	LD ₅₀	Верхняя граница LD ₅₀	Нижняя граница LD ₅₀	Станд. ошибка LD ₅₀	LD ₁₀₀
«Актара» (д.в. тиаметоксам)	0,66	5,31	1,82	4,13	0,83	1,10	7,06
«Гезагард» (суспензия концентрата прометрина)	1,69	38,26	18,28	28,83	7,73	5,15	48,25
«Дельта-2» (на основе дельта-эндотоксина <i>Bacillus thuringiensis</i>)	70,61	212,64	141,63	213,47	69,78	31,76	248,15

Примечание. Использовалось программное обеспечение StatPlus 2009 Professional 5.8.4 AnalystSoft.

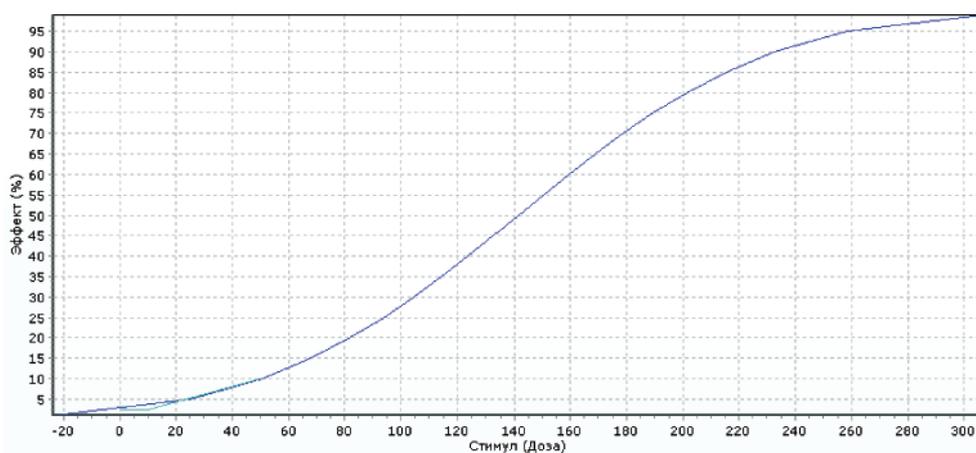
Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что при загрязнении почвы метаболитами «Актары» (в пределах 0,01–0,1 г/кг), «Гезагарда» (до 1 г/кг)

и «Дельты-2» (в диапазоне 0,01–1 г/кг) коконы дождевых червей можно использовать для заселения загрязненных пестицидами территорий.



— Рассчитанная доза (Линия регрессии)
— Доза (Экспериментальные точки)

б



в

Зависимость «пробит эффекта-логарифм дозы» препаративной формы пестицидов для дождевых червей, уровень значимости 0,05:

а – для препарата «Актара» (действующее вещество тиаметоксам);

б – препарат «Гезагارد» (концентрат суспензии прометрина);

в – препарат «Дельта-2» на основе дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis*

Список литературы

1. Гиляров М.С. Индикационное значение почвенных животных при работах по почвоведению, геоботанике и охране среды // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М.: Наука, 1976. – С. 9–18.

2. Криволицкий Д.А. Основные направления современной почвенной зоологии // Почвенная фауна Северной Европы. – М.: Наука, 1987. – С. 11–18.

3. Криволицкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. – М.: Наука, 1994. – 267 с.

4. Тихонов В.В. Участие дождевых червей и бактерий в модификации биологических и химических свойств гумусовых веществ: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2011. – 23 с.

5. Тарасевич А.Ю. Влияние загрязнения почв нефтью, дизельным топливом, машинным маслом на дождевых наземных червей и их репродуктивную способность // Экологическое нормирование, сертификация и паспортизация почв как научная основа рационального землепользования: Международная научно-практическая конференция (с элементами научной школы для молодежи) 30 сентября – 1 октября 2010 г. // материалы докладов / мост. Кулачкова Т.А., Макаров О.А. – М.: Макс Пресс, 2010. – С. 156–159.

References

1. Gilyarov M.S. Indicator value of soil animals in studies on soil science, environmental protection and geobotany // Problems and methods of diagnosis and biological indication of soils. – Moscow: Science, 1976. pp. 9–18.

2. Krivolutsky D.A. The main directions of modern soil zoology / D.A. Krivolutsky // Soil fauna of Northern Europe. Moscow: Science, 1987. pp. 11–18.

3. Krivolutsky D.A. Soil fauna in environmental control / D.A. Krivolutsky. Moscow: Science, 1994. 267 p.

4. Tikhonov V.V. Participation of earthworms and bacteria in the modification of biological and chemical properties of humic substances: Synopsis of candidate. biol. science. Moscow, 2011. 23 p.

5. Tarasevich A.U. Effect of soil contamination by oil, diesel fuel, lubricating oil in the rain manure worms and their reproductive capacity // Ecological standardization, certification and certification of soil as a scientific basis for sustainable land use: the International Scientific Conference (with elements of a scientific school for young people) September 30 – October 1, 2010 // Publication/ Comp. Kulachkova TA, Makarov OA – M.: Max Press, 2010. pp. 156–159.

Рецензенты:

Благовещенская Н.В., д.б.н., доцент, директор Ульяновского областного детского экологического центра, г. Ульяновск;

Шустов М.В., д.б.н., профессор кафедры природопользования ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск.

Работа поступила в редакцию 03.07.2012