

УДК 579.64

## ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ПОЧВУ С ПОМОЩЬЮ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

Калашников Иван Евгеньевич, МБОУ СОШ №23 с. Новозаведенного  
pisarenko23@mail.ru

**Аннотация:** В модельном эксперименте с помощью биотестирования на дождевых червях была определена токсичность пестицидов различных классов, при внесении их в почву, полученные результаты позволяют одновременно судить о наличии токсикантов в почве и давать оценку уровню токсичности почвы по реакции дождевых червей.

**Ключевые слова:** биотестирование, пестициды, острая и хроническая токсичность почвы.

Kalashnikov Ivan (Russia)

## ASSESSMENT OF PESTICIDES TOXIC EFFECTS ON THE SOIL WITH THE HELP OF EARTHWORMS

**Abstract:** in our model experiment, the toxicity of pesticides of various classes put into the soil was analyzed using biotesting on earthworms, the results allow us to find out the presence of toxicants in the soil as well as assess the level of soil toxicity relying on the reaction of earthworms.

**Keywords:** biotesting, pesticides, acute and chronic soil toxicity.

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в сельской местности, для борьбы с колорадским жуком, особую популярность приобрели пестициды различных химических классов. Пестициды могут при обработке попадать в почву, и сохраняться в ней [5]. Поэтому необходимо изучение токсического действия пестицидов на жизнедеятельность организмов, обитающих в почве. Для этого можно использовать метод биотестирования, в качестве тест-объектов в данном случае могут быть использованы дождевые черви. По количеству и состоянию дождевых червей можно судить о степени загрязнения почв пестицидами, так как пестициды вызывают ответную реакцию животных [2]. Данные реакции зависят не только от длительности загрязнения, но и от дозы и состава загрязнителя. В научных публикациях практически отсутствуют данные о влиянии пестицидов на дождевых червей. Актуальность и недостаточная изученность данной проблемы послужила предпосылкой для настоящего исследования.

**Объект исследования.** Дождевые черви *Lumbricus terrestris* L.

**Предмет исследования.** Оценка токсического воздействия пестицидов на почву.

**Цель работы:** оценка токсического воздействия пестицидов на почву с помощью дождевых червей.

**Задачи:**

1. Изучить поведенческие реакции дождевых червей при влиянии пестицидов.
2. Оценить влияние острой и хронической токсичности почвы с пестицидами на выживаемость и плодовитость дождевых червей.

**Практическая значимость работы.** С помощью проведенного исследования показано острое и хроническое токсическое воздействие на почву различных классов пестицидов. Выявлены пестициды с максимальным и минимальным токсическим действием. Результаты данного исследования могут быть использованы для экотоксикологической оценки почв, загрязненных пестицидами.

Значительную часть загрязнений природной среды составляют химические вещества, намеренно вносимые человеком в экосистемы для защиты от болезней, сорняков, вредителей. Влияние некоторых пестицидов на природную среду изучено недостаточно по причине сложных вариантов их взаимодействия с элементами основных компонентов биотопа и с другими химическими соединениями. Необходимость применения пестицидов обусловлена тем, что без них урожайность сельскохозяйственных культур резко падает и составляет лишь 20-40% от возможной при их использовании. Большинство пестицидов – это чистые ксенобиотики, вещества небιологического происхождения, являющиеся хроноконцентрационными кумулятивными ядами, то есть их токсическое действие обуславливается не только концентрацией, но и длительностью воздействия. При этом токсическое действие пестицидов обладает материальной (систематическое

накопление вещества в тканях организма) и функциональной кумуляцией (суммирование), может вызывать функциональных изменений отдельных органов и систем. При многолетнем использовании медьсодержащих фунгицидов было обнаружено полное исчезновение дождевых червей. Терещенко П.В. [8] в лабораторном опыте установил негативное действие пестицидов на дождевых червей, проявляющееся в снижении подвижности, образовании капсул и узлов. Автор отмечает, что ингибирующее действие на червей временное, и они полностью восстанавливают свою подвижность в почве, содержащей препараты в количествах, соответствующих нормам их расхода. При исследовании контактного действия инсектицидов (ДДТ, гептахлор, фталофос, циперметрин, альфаметрин, фенвалерат) на половозрелых дождевых червей *Eisenia foetida* методом контакта со стеклянной поверхностью, обработанной ацетоновыми растворами инсектицидов, выявлена высокая устойчивость червей к тестируемым препаратам [9]. Исследователи указывают на прямую зависимость усиления морфологических изменений органов дождевых червей от степени загрязнения почвы [1].

### 1.МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в течение июля и августа 2021года. Нами исследовалось токсическое действие на почву четырех видов пестицидов, относящихся к разным классам химических соединений, сведения о которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сведения об используемых в опытах пестицидов

Название пестицида	Состав	Нормы внесения
1.Битоксибациллин	Биологический инсектицидный препарат созданный на основе бактерии <i>Bacillus thuringiensis</i> , обладающей кишечным действием.	20г на 5 литров воды
2.Алатар	Химический класс: Пиретроиды + фосфорорганические соединения (ФОС). Действующее вещество малатион + циперметрин в концентрации 225 + 50 г/л. Обладает синергическим эффектом.	5 мл на 4 литра воды
3.Клотиамет	Химический класс: неоникотиноиды. Действующее вещество клотианидин в концентрации 500 г/кг. Является инсектицидом контактного, кишечного и системного действия.	0,5г на 10 литров воды

4.Би-58	Химический класс фосфорорганических соединений. действующее вещество — диметоат (сложный эфир фосфорной кислоты) в концентрации 400 г/л. Является инсектицидом контактного действия.	5мл на 10 литров воды
---------	--	-----------------------

Все приведенные в таблице 1 препараты включены в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации и свободно реализуются торговой сетью [3].

Почву для проведения опытов отбирали с территории картофельного поля ООО «Новозаведенское». В экспериментах использовались половозрелые особи дождевых червей (с клителлумом), которых отбирали из популяции червей на приусадебном участке.

Исследуемые пестициды растворяли в воде, согласно рекомендуемым нормам, и опрыскивали 1 кг почвы, которую помещали в пластиковые ёмкости.

В ёмкости, на поверхность почвы, помещали по 10 штук половозрелых дождевых червей. Ёмкости закрывали полиэтиленовыми крышками с отверстиями для аэрации и содержали при постоянной температуре ( $t=20 - 240$  C) и естественном освещении.

Контрольный вариант – почва, увлажненная водопроводной водой. Опыты проводили в трехкратной повторности. Для определения токсичности почвы использовали кратковременное биотестирование (screening test), в течение 7 дней, которое позволяет определить острую токсичность тестируемой пробы почвы с пестицидами на дождевых червей по их выживаемости и поведенческим реакциям [6]. Для определения острой токсичности различных пестицидов в почве использовали формулу расчета:

$A=(Xk-Xt): Xk \cdot 100$ , где  $A$  – показатель острой токсичности, %;

$Xk$  – среднее количество выживших дождевых червей в контроле;

$Xt$  – среднее количество выживших червей в опытных вариантах.

При  $A \leq 10\%$  – тестируемый препарат не оказывает острого токсического действия. При  $A \geq 50\%$  – тестируемый препарат оказывает острое токсическое действие.

Хроническое действие пестицидов на дождевых червей оценивали в ходе более длительного биотестирования, в течение 28 суток экспозиции, по выживаемости и плодовитости [7].

Для проведения сравнительного анализа степени токсичности различных пестицидов в почве использовали методику расчета индекса токсичности оцениваемого фактора (ИТФ) по Р. Р. Кабирову с соавторами по формуле:  $ИТФ = (ТФ0/ТФк)$ , где  $ТФ0$  – значение тест-функции в опыте, а  $ТФк$  – значение в контроле [4]. Затем сравнивали полученные результаты со шкалой токсичности. Шкала токсичности: 5 – норма:  $ИТФ = 0.91 - 1.10$ ; 4 –

низкая токсичность: ИТФ = 0.71 – 0.90; 3 – средняя токсичность: ИТФ = 0.5 – 0.7; 2 – высокая токсичность: ИТФ <0.5; 1 – сверхвысокая: ИТФ = 0.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Определение острой токсичности почвы

При краткосрочном биотестировании в почве с добавлением препарата Алатар изменений поведенческих реакций отмечено не было, в пробе с Битоксибациллином наблюдаются незначительные изменения поведенческих реакций в виде ползания по поверхности почвы таблица 1.

Таблица 1

Действие пестицидов на поведенческие реакции  
дождевых червей

Название препарата	Поведенческая реакция
Контроль	Свободное зарывание
Битоксибациллин	Ползание по поверхности, зарывание медленное
Алатар	Активное ползание, свободное зарывание
Клотиамет	Долгое зарывание
Би-58	Ползают медленно по поверхности, долгое зарывание.

Значительное угнетение двигательной активности животных, проявляющееся в долгом зарывании в грунт, было отмечено в препарате Клотиамет, в пробах с Би-58 наблюдалось явное угнетение поведенческих реакций, черви медленно ползали по поверхности, часть тела осталась на поверхности почвы. Показателем поведенческих реакций животных также является скорость зарывания в грунт.

Скорость зарывания дождевых червей в почву варьировала в разных препаратах от 9,9 мин до 4,1 мин таблица 2. Зарывание червей в препаратах происходит медленнее по сравнению с контролем во всех пробах. Наиболее долго черви зарывались в почве с препаратом Алатар 9,9 минуты, разница с контролем составила 5,8 минут. В препарате Клотиамет скорость зарывания 7,6 минут, в Битоксибациллине 5,8 минут, наименьшая скорость зарывания 4,6 минуты отмечена в Би-58.

Таблица 2

Скорость зарывания дождевых червей в почву, обработанную пестицидами

Показатели	Контроль	Название препарата			
		БИ-58 новый	Битоксибацилли н	Алатар	Клотиамет
Скорость зарывания, мин	4,1	4,6	5,8	9,9	7,6

\*Для определения токсичности проб почвы, с внесенными в неё пестицидами, на протяжении семи суток ежедневно вели учет за смертностью дождевых червей в пробах таблица 3.

Таблица 3

Динамика смертности дождевых червей в пробах почвы с инсектицидами

Название препарата	Смертность , среднее значение по повторностям, шт						
	1сутки	2сутки	3сутки	4сутки	5сутки	6сутки	7сутки
Контроль	0	0	0	0	0	0	0,3
Би-58	0	0	0	0	0	0	0
Битоксибацилин	0	0	0	0	0	0	0
Алатар	0	0	0	0	1	2	0
Клотиамет	0	0	0	1	2	2	3

В контроле, Би-58 и Битоксибацилине гибели дождевых червей в течение семи дней не происходило. В пробах почвы с препаратом Алатар смертность червей наблюдается на 5 сутки (1 особь) и 6 сутки (2 особи). В почве с Клотиаметом смертность наступает на 4 сутки (1 особь) продолжается на 5 и 6 сутки (2 особи) и увеличивается к седьмому дню (3 особи).

После 7 суток эксперимента в пробах с препаратами Битоксибацилин и Би-58 выживаемость составила 100%, это больше чем в контроле, где этот показатель 96,7% таблица 4.

Таблица 4

#### Выживаемость дождевых червей в пробах почвы через 7 суток

Показатели	Контроль	Название препарата			
		БИ-58 новый	Битоксибацилин	Алатар	Клотиамет
Количество выживших, ШТ (среднее по повторностям)	9,7	10	10	8,5	2
Выживаемость, %	96,7	100	100	85	20

В пробе с Алатаром выжили 85% червей, наименьшая выживаемость 20% отмечена в пробе с препаратом Клотиамет. При осмотре погибших особей в препарате Клотиамет были обнаружены многочисленные повреждения кожного эпителия червей в виде желтых крупинок, в некоторых местах тело червей увеличивалось в размерах, покрывалось густой слизью, образовывались вздутия.

Количественные показатели острой токсичности почвы представлены в таблице 4.

Таблица 4

#### Острая токсичность проб почвы с внесенными в неё пестицидами

Показатели	Название препарата			
	БИ-58 новый	Битоксибацилин	Алатар	Клотиамет
Острая токсичность, %	3,4	3,4	12,6	79,3

Согласно используемой методике препараты Би-58, Битоксибацилин и Алатар не оказывают острого токсического действия, и безопасны для дождевых червей при их применении, так как показатель смертности не

достигал уровня 50%. Препарат Клотиамет оказывает острое токсическое действие, смертность животных составила 79,3 %, что свидетельствует об остром токсическом действии данного пестицида на дождевых червей.

## 2.2. Определение хронической токсичности почвы

Количество выживших червей в пробах почвы после 28 дней экспозиции по сравнению с показателями острой токсичности было ниже на 5% только в пробе с Битоксибациллином таблица 5.

Таблица 5

Выживаемость дождевых червей при хронической токсичности

Показатели	Контроль	Препараты			
		БИ-58 новый	Битоксибациллин	Алатар	Клотиамет
Количество выживших, шт (среднее по повторностям)	9,7	10	9,5	8,5	2
Выживаемость, шт средняя	96,7%	100%	95%	100%	100%

В остальных пробах почвы выживаемость не изменилась по сравнению с кратковременным тестированием, следовательно, степень токсичности почвы с внесенными в неё пестицидами после 28 суток экспозиции не увеличилась.

При изучении хронической токсичности проводили оценку не только выживаемости дождевых червей, но и производили подсчет коконов, ювенильных, неполовозрелых и половозрелых особей.

Коконы в пробах почвы были обнаружены в контроле и пробе с Би-58, в остальных пробах коконов обнаружено не было, но наличие ювенильных и неполовозрелых особей подтверждает их наличие в более ранний период, чем тот в который проводился учет. Ювенильные особи присутствовали во всех пробах, неполовозрелые особи наблюдалось в пробах с Битоксибациллином, Алатаром и Клотиаметом, что касается половозрелых червей, то они присутствовали во всех пробах почвы таблица 6.

Таблица 6

Возрастной состав дождевых червей в пробах почвы

Название препарата	Возрастной состав дождевых червей, шт			
	Коконы	Ювенильные	Неполовозрелые	Половозрелые
Контроль	4	4	0	10
Би-58	3	7	0	10
Битоксибациллин	0	4	6	9,5
Алатар	0	3	2	8,5
Клотиамет	0	1	2	1

Во всех пробах почвы наблюдается превышение контрольных показателей по приросту численности на 1 половозрелую особь. Наибольший прирост численности на 1 половозрелую особь отмечен в препаратах Битоксибациллин и Клотиамет, наименьший в Алатаге таблица 7.

Таблица 7

Численность особей в пробах почвы с пестицидами при оценке хронической токсичности

Показатели (среднее по повторностям)	Контроль	Препараты			
		БИ-58 новый	Битоксибациллин	Алатаг	Клотиамет
Всего особей на начало опыта, шт	9,7	10	9,5	8,5	2
Всего особей, шт на конец опыта	14	17	19,5	13,5	4
Прирост численности через 28 суток, шт	4,3	7	10	5	2
Прирост численности на 1 половозрелую особь, шт	1,4	1,7	2	1,5	2

Для проведения сравнительного анализа степени токсичности различных пестицидов в почве мы произвели расчет индекса токсичности оцениваемого фактора и определение на основании этих величин степени токсичности почвы таблица 7.

Таблица 7

Результаты определения токсичности проб почвы с различными пестицидами

Название препарата	Показатели			
	Острой токсичности (7 суток)		Хронической токсичности (28 суток)	
	ИТФ по выживаемости червей	Степень токсичности почвы	ИТФ по выживаемости червей	Степень токсичности почвы
Би-58	1,03	5	1,0	5
Битоксибациллин	1,03	5	0,95	5
Алатаг	0,87	4	1,0	5
Клотиамет	0,20	2	1,0	5



Из данных представленных в таблице видно, что по отношению к дождевым червям из всех исследуемых пестицидов только Клотиабет обладает высокой токсичностью, при внесении его в почву в первые семь суток, через 28 суток он не проявляет токсического действия. Остальные пестициды не проявляют токсического действия как после 7 суток, так и после 28 суток.

### 3.ВЫВОДЫ

Таким образом, с помощью биотестирования на дождевых червях была определена токсичность пестицидов различных классов, при внесении их в почву, полученные результаты позволяют одновременно судить о наличии токсикантов в почве и давать оценку уровню токсичности почвы по реакции дождевых червей, используемых при проведении исследований. По результатам проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Исследуемые пестициды оказывают влияние на поведенческие реакции дождевых червей, в результате их действия наблюдается угнетение двигательной активности и скорости зарывания.

2.Снижение выживаемости при острой токсичности почвы с внесенными в неё пестицидами проявляется в препарате Клотиамед, остальные пестициды не проявляют токсического действия как после 7 суток, так и после 28 суток и не влияют на выживаемость и репродуктивную способность дождевых червей.

#### 4. ЛИТЕРАТУРА

1. Атощенко В.Ф. Морфо-анатомические изменения у дождевых червей, вызываемые химическими веществами антропогенного происхождения / В.Ф. Атощенко, Ж.А. Яковлева // Пробл. почв. зоол.: Биоразнообразие и жизнь почв. системы: Матер. 2-го (12-го) Всерос. совещ. по почв. зоол., [Москва, 1999]. – М., 1999. – С. 145–146.
2. Воронцов В.В. Кулагина К.В. Влияние загрязнения почв хлорорганическими пестицидами на дождевых червей // Приволжский научный вестник № 6 (10) – 2012
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2021
4. Кабиров Р. Р., Сагитова А. Р., Суханова Н. В. Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории // Экология. 1997. № 6. С. 45 – 48.
5. Жарикова Г.А. Оценка интегральной токсичности почв биотестированием на дождевых червях / Г.А. Жарикова // <http://www.green-pik.ru/sections/98.html&article=19>
6. Международный стандарт ИСО 11268-1. Определение загрязнения по острой летальной токсичности у земляных червей. URL: <http://expert.gost.ru>
7. Международный стандарт ИСО 11268-2 «Определение загрязнения по подавлению репродуктивности у земляных червей».
8. Терещенко П.В. Действие гербицидов на дождевых червей / П.В. Терещенко // Известия ТСХА. – 1997. – № 3. – С. 99–107.
9. Терещенко П.В. К вопросу о воздействии инсектицидов на дождевых червей / П.В. Терещенко // Агрохимия. – 1996. – № 12. – С. 101–105.