

УДК 574

Биодиагностика экологического состояния почв свалок ТБО Ульяновской области с использованием вермикультуры *E. Foetida*

ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

Бильдякова Ольга Вячеславовна, студентка

*Научный руководитель: Любомирова Васелина Николаевна,
кандидат биологических наук, ст.преподаватель кафедры «Биология,
ветеринарная генетика, паразитология и экология»*

Биотестирование с использованием дождевых червей играет важную роль в ходе оценки результатов рекультивации (биоремедиации) территорий, загрязненных поллютантами. Биотестирование позволяет быстро и эффективно оценить интегральную токсичность почвы до, во время и после биоремедиации; оценить эффективность технологий ремедиации; помогают установить насколько продукты разложения поллютантов токсичны для окружающей среды. Это обеспечивает оперативный контроль экологической безопасности технологий, применяемых для ремедиации.

Для современных свалок твердых бытовых отходов характерен замедленный цикл разложения, за который отвечают почвенные педобионты, являющиеся компонентами детритных цепей. Согласно выдвинутой рабочей гипотезе замедленный цикл разложения может быть обусловлен дефицитом или снижением активности педобионтов, из-за токсичности почв свалок, являющихся средой их обитания [1,2]. Для проверки рабочей гипотезы проводилось биотестирование токсичности почв несанкционированных свалок твердых бытовых отходов в районах Ульяновской области с использованием вермикультуры *E. foetida* [3,4].

Тест-животных обычно выбирают среди наиболее чувствительных к загрязняющим компонентам видов. Другое важное требование заключается в том, что воздействие токсиканта на животное должно вызывать ответную реакцию, которую можно визуальнo оценить и выразить в каких-то единицах [5,6].

Для биотестирования экологического состояния почв в последнее время, в соответствии с международным стандартом *ИСО 11268-1*, используют дождевых червей. С использованием дождевых червей оцениваются показатели: острая токсичность (*acute toxicity*) и репродуктивный потенциал (*reproduction*). По мнению экотоксикологов, репродуктивный тест является ведущим в списке рекомендуемых для оценки интегральной токсичности почвы. В норме почва не должна оказывать ни острого, ни хронического токсического действия на тест-объект [7,8].

В задачи исследования входило: оценить острое токсическое действие почвы на дождевых червей по их выживаемости и поведенческим реакциям; ходе длительного биотестирования определить хроническое токсическое действие почвы на дождевых червей по их выживаемости и плодовитости; по результатам тестирования почв выявить наиболее токсичные свалки.

Биотестирование основано на исследовании выживаемости и поведенческих реакций дождевых червей при воздействии токсических веществ, содержащихся в почве свалок в соответствии с международными стандартами ИСО 11268-1, ИСО 11268-2, ИСО 11268-3 и ЕРА ОРРТС 850.6200. Тестировались почвы несанкционированных свалок ТБО Ульяновского, Чердаклинского, Старомайнского, Мелекесского районов и п. Октябрьский. В качестве контроля использовали почву с территории лесного массива, которая по результатам химического анализа не содержала токсичных вещества.

Исследования интегральной токсичности почв проводились в осенний и весенний периоды, поскольку в зимний период почвы свалок труднодоступны из-за снежных заносов и завалов на подъездных путях, а в летний период свалки либо периодически, либо постоянно горят.

Показателем выживаемости служила доля особей, выживших в тестируемой почве; показатель плодовитости рассчитывался как среднее количество молодежи или количество коконов, умноженное на два (по числу зародышей) в пересчете на каждую выжившую особь.

Первый этап исследований – оценка острой токсичности, которая осуществлялась кратковременным биотестированием, проводили в сентябре – октябре, когда большая часть свалок уже не дымилась.

Screening test основан на наблюдении за дождевыми червями *E. foetida* в течение 48 часов (2-х суток), чтобы по их поведенческим реакциям и выживаемости оценить, насколько почвы токсичны по отношению к живым организмам. Показателем выживаемости служило среднее количество тест-объектов, выживших в тестируемой почве, по сравнению с контролем за определенное время. Оценочными критериями являлись поведенческие реакции, в частности - скорость зарывания, отсутствие зарывания, активное ползание по поверхности тестируемой почвы и попытки покинуть ящик с субстратом (avoidance test). Эти приемы традиционно используются при формировании субстрата для вермикультуры. Критерием высокой интегральной токсичности являлась гибель дождевых червей на уровне 50% и более за 2 суток тестирования, по сравнению с контролем. Достоинством такого скринингового теста являются высокая чувствительность, надежность, простота постановки, экономия времени и средств.

Таблица 1.
Поведенческая реакция *E. foetida* при скрининг–тесте

№	Почвы со свалок районов:	Поведенческая реакция
1	Старомайнский	Долгое зарывание

2	п.Октябрьский	Активное ползание
3	Ульяновский	Долгое зарывание
4	Мелекесский	Попытки к выползанию
5	Чердаклинский	Активное ползание
6	Тереньгульский	Попытки к выползанию
7	Сурский	Долгое зарывание
8	Карсунский	Активное ползание
9	Павловский	Попытки к выползанию
10	Базарно-Сызганский	Попытки к выползанию
11	Контроль	Свободное зарывание

Результаты проведенного краткосрочного биотестирования (Рис. 1, табл.1) показали, что поведенческие реакции дождевых червей при заселении их в почву со свалок резко отличались от нормы.

Черви не зарывались в почву, продолжали активно ползать, пытались покинуть ящики. В контроле таких реакций черви не проявляли (табл.1).

Результаты исследования времени зарывания в почвы свалок приведены на рисунке 1б. Самое продолжительное время зарывания было зафиксировано на почвах свалок Тереньгульского, Павловского и Старомайнского районов.

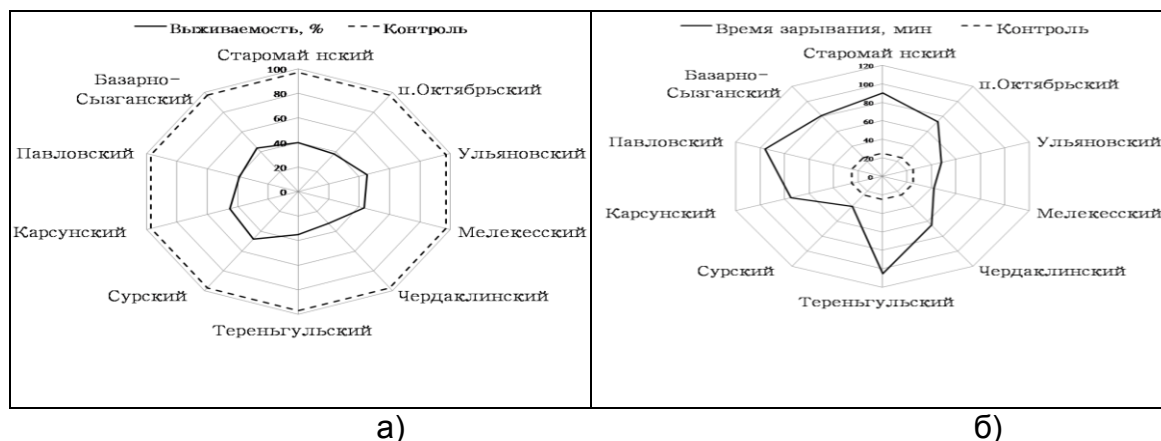


Рис. 1. Результаты скрининг-теста выживаемости (а) и времени зарываемости (б) дождевых червей в почвах свалок

Скрининг-тест выживаемости дождевых червей в осенний период в почвах свалок показал, что во всех случаях выживаемость была ниже критического 50% уровня (рис. 1а), что говорит об острой интегральной токсичности почв в отношении дождевых червей, для которых почва - естественная среда их обитания. В контроле за этот период выживаемость составила 97%, количество коконов – 76 шт., молоди – 27 особей.

На следующем этапе работы в соответствии с действующим международным стандартом проводились исследования *хронической токсичности* почв свалок. Согласно методике, продолжительность исследований составляла 30 суток. Поэтому всех выживших в остром опыте червей вновь вернули в ящики с тестируемыми почвами свалок и продолжили их культивирование с соблюдением требований по температуре и влажности.

По истечении 30 суток содержимое ящиков с почвой, в том числе и контрольного, перебрали и просеяли, чтобы выявить взрослых особей, коконы и молодь дождевых червей. В почвах всех ящиков, кроме контрольного, не было выявлено ни взрослых червей, ни молодки, ни коконов.

Следующий этап исследований проводился в *весенний период* (в апреле - мае). Так же как, и в первой серии опытов, были отобраны пробы почв с территорий свалок, распределены по ящикам и заселены дождевыми червями. Продолжительность опыта, согласно методике, составляла 30 дней.

По истечении 30 суток почвы, заселенные червями, были извлечены из ящиков, разобраны для подсчета выживших взрослых особей и молодки, а затем - просеяны для извлечения и подсчета коконов червей.

Весеннее тестирование интегральной токсичности почв свалок показало, что в условиях хронического 30 суточного опыта выживаемость дождевых червей была ниже критического уровня и не превышала 33% (рис. 2).

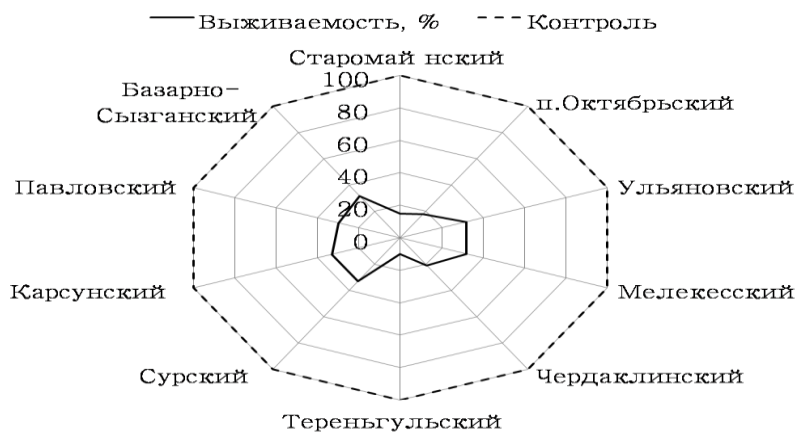


Рис. 2. Выживаемость дождевых червей в почвах с территорий свалок в весенней серии опытов (30 суток).

Самый низкий процент выживаемости отмечался в почвах свалок Тереньгульского района - $10 \pm 3\%$, Старомайнского района - $15 \pm 2\%$ и п. Октябрьский - $18 \pm 4\%$. В почвах свалок Сурского, Карсунского, Павловского, Ульяновского, Мелекесского, Чердаклинского районов выживаемость была в два раза выше, чем в почвах со свалок Тереньгульского, Старомайнского районов и п. Октябрьский (рис. 2). Результаты весенних опытов, также как и осенних, свидетельствовали о высоком уровне токсичности почв свалок.

Однако, судя по показателям выживаемости тест-объектов, почвы свалок, из весенней серии опытов обладали менее высоким уровнем токсичности, чем из осенней серии.

Оценка репродуктивного потенциала дождевых червей в весенней серии опытов проводилась по количеству коконов и молоди. В почвах со свалок Старомайнского и Тереньгульского районов ни молоди, ни коконов червей обнаружено не было.

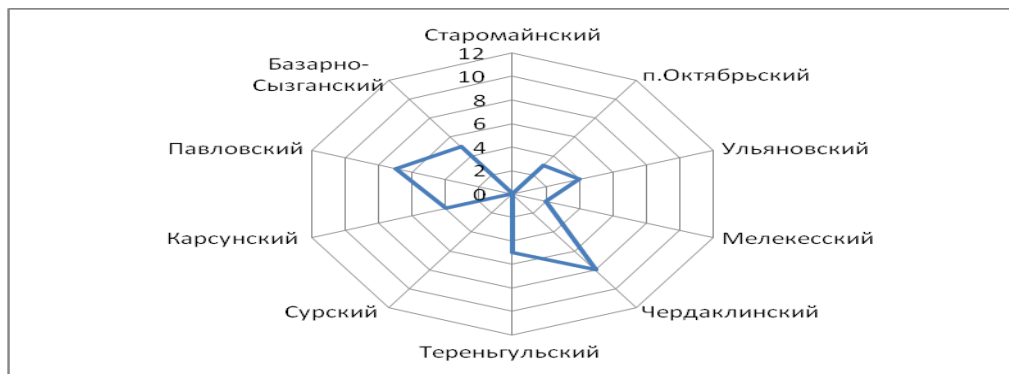


Рис. 3. Плодовитость дождевых червей (в коконах) в почвах свалок в весенней серии опытов

В почвах других свалок по истечении 30 суток количество коконов было минимальным. Опыт проводился в трех повторностях, мы оценивали результаты по максимальному значению показателя. В почве со свалки п. Октябрьский было обнаружено 3 кокона, со свалки Ульяновского района - 4, Карсунского -4, Мелекесского -2, Чердаклинского - 8, Сурского -5, Павловского - 7, Базарно-Сызганского – 6 (рис. 3).

Молодь во всех ящиках с почвой отсутствовала, нельзя исключить, что после покидания яйцевых оболочек, попадая в токсичную внешнюю среду, - она погибала. В контроле за 30 дней сохранность, оцениваемая как выживаемость, составила 100%, приплод составил 58 особей, количество коконов – 74 экз.

В итоге, анализируя данные осеннего и весеннего опытов, мы пришли к заключению, что почвы свалок всесезонно обладают высокой интегральной токсичностью по отношению к живым организмам, для которых почва является естественной средой обитания. Однако, судя по количеству выживших дождевых червей, в осенний период после многомесячного горения свалок, почвы наиболее токсичны, поскольку скрининг-тест показал низкую выживаемость тест-объектов, а в условиях хронического опыта, по истечении 30 суток живых червей или их половых продуктов в почвах ни одной из свалок не было обнаружено. В весенней серии опытов выживаемость также была низкой, но по истечении 30 суточного хронического опыта в почве оставались живыми и взрослые особи от 10 до 33% и единичные экземпляры молоди и коконов. Согласно оценочным критериям стандарта, почвы свалок, по результатам и весеннего, и осеннего хронического тестирования, относятся к категории почв высокой интегральной токсичности

Выводы:

1. Результаты проведенного краткосрочного биотестирования показали, что поведенческие реакции дождевых червей при заселении их в почву со свалок резко отличались от нормы.
2. Почвы свалок, по результатам и весеннего, и осеннего хронического тестирования на многоклеточных, относятся к категории почв высокой интегральной токсичности
3. Результаты весенних опытов, также как и осенних, свидетельствовали о высоком уровне токсичности почв свалок.

Дождевые черви выступают в качестве биоиндикаторов экологического состояния почвы, как естественной среды их обитания (tests for the habitat function of soil). Биотестирование позволяет быстро и эффективно оценить интегральную токсичность почв и является экономически эффективным по сравнению с химическим анализом почвы.

Список литературы

1. Безуглова, О.С. Почвы территорий полигонов твердых бытовых отходов и их экология./ О.С. Безуглова, Д.Г. Невидомская, И.В. Морозов// Ростов-на-Дону: ЮФУ - 2010. – С.232.
2. Международный стандарт ИСО 11268-1 «Определение загрязнения по острой летальной токсичности у земляных червей».
3. Международный стандарт ИСО 11268-2 «Определение загрязнения по подавлению репродуктивности у земляных червей».
4. Международный стандарт ИСО 11268-3 «Определение загрязнения по острой летальной токсичности у земляных червей в полевых условиях».
5. Пижл, В. Значение дождевых червей как биоиндикаторов загрязнения почвы пестицидами / В. Пижл // Экология. – 1989. – № 5. – С. 86–88.
6. Романова Е.М. Экологические проблемы, порождаемые несанкционированными свалками на территории Ульяновской области / Е.М. Романова, В.Н. Намазова // Сотрудничество для решения проблемы отходов: Матер. V Междунар. конф., 2-3 апреля 2008г., г. Харьков - Украина - X - 2008 - С. 194-195.
7. Романова Е.М. Региональные особенности несанкционированных свалок твердых бытовых отходов Ульяновской области./ Е.М. Романова, В.Н. Намазова // Вестник АГАУ: Научный журнал №7 (45) июль, Барнаул - 2008 - С. 50-55.
8. Циприян В.И. Экотоксикологическая оценка качества почвы / М.М. Коршун, Д.Е. Дацюк // Гигиена и сан. – 1993. – № 1 - с. 25–28.