



УДК 31.27.53.+; 34.47.51.+; 57.46.32

Детоксикация почвы, загрязненной нитробензолом, дождевыми червями

Д. О. Таран, Д. И. Стом, Д. С. Потапов

Иркутский государственный университет, Иркутск
E-mail: stomd@mail.ru

Аннотация. В модельных опытах исследовали изменение токсичности образцов почвы, загрязненной нитробензолом при переработке ее вермикulturой. Показано, что в результате вермитрансформации происходит частичная детоксикация образцов почвы.

Ключевые слова: вермитрансформация, нитробензол, дождевые черви, токсичность.

Нитробензол используется в больших количествах в производстве анилина и анилиновых красителей. В результате аварий или при несоблюдении технологических процессов вода и почва оказываются загрязненными нитробензолом [1].

Опубликованы сообщения о том, что дождевые черви могут способствовать переработке различных промышленных отходов, рекультивации почв, загрязненных нефтью и продуктами ее переработки [4]. Целью данной работы явилось исследование возможности червей изменять токсичность почв, загрязненных нитробензолом.

Объекты и методы

Тест-объектами служили лабораторные культуры дождевых червей (красный калифорнийский гибрид) – *Eisenia fetida* Andrei Bouche, дафнии (*Daphnia magna* Strauss) и семена пшеницы (сорт «заларинка», разновидность «альбидум»). Токсичность растворов оценивали по выживаемости червей и по изменению их поведенческих реакций (времени зарывания) [3].

В чашки Петри (диаметр 105 мм) наливали по 50 мл растворов различных концентраций нитробензола и сажали в них по 10 червей. После 30-минутного инкубирования в растворах нитробензола червей извлекали, и сразу определяли количество оставшихся в живых. Для оценки скорости зарывания, выживших особей переносили на поверхность насыпанной в садки почвы. Последнюю для всех опытов брали из гумусового слоя луговой почвы (0–15 см), влажность – 60 %. Фиксировали время, когда черви зарывались полностью. Эффективность вермитрансформации оценивали по толщине слоя копролитов. Для этого в прозрачные стек-

лянные емкости объемом 500 мл добавляли почву, искусственно загрязненную нитробензолом в ранее подобранных концентрациях, в количестве 200 г, одинаковой влажности (60 %). Затем, в каждую емкость сажали на поверхность почвы по 10 половозрелых особей одинакового размера (80–100 мм). Садки помещали в затемненное место при 25 °С. Дополнительно червей не кормили. Толщину слоя копролитов измеряли в течение пяти суток. Контролем служила почва, не содержащая нитробензол.

Для оценки токсичности с помощью дафний из исследуемых субстратов готовили водные вытяжки, согласно методике [2; 6]. Семена пшеницы предварительно промывали водой, затем высаживали на почву по 20 шт. на каждую повторность. Семена оставляли на 10 суток при температуре 25 °С и постоянном искусственном освещении (2000 лк). В конце опыта измеряли длину всех корней проростков.

Все эксперименты проводили не менее чем в пяти независимых опытах с тремя параллельными измерениями в каждом.

Для статистической обработки полученных данных использовались общепринятые методы с применением пакета программ Excel for Windows [5]. Достоверность различия определяли с помощью критерия Стьюдента. Выводы сделаны при вероятности безошибочного прогноза $P \geq 0,95$.

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследований, оценивали токсичность нитробензола для червей, в зависимости от концентрации. Из данных табл. 1 видно, что 30-минутная обработка растворами

нитробензола в концентрациях 2,5; 2,0 и 1,5 г/дм³ вызывала 100%-ную летальность. Часть особей погибла и при содержании нитробензола 1,3 г/дм³. Не проявляющей выраженного токсического действия концентрацией нитробензола оказалась концентрация в 1,0 г/дм³.

Анализ токсичности водных вытяжек из образцов почв, искусственно загрязненным нитробензолом показал следующее. Пробы почвы с концентрациями нитробензола 0,5 г/кг и выше, проявляли острое токсическое действие (табл. 2).

При выдерживании в течение 7 суток в растворах нитробензола, во всех концентрациях происходило более чем 50%-ное (от контроля) угнетение средней длины проростков корней пшеницы (табл. 3).

На следующем этапе экспериментов производили оценку эффективности вермитрансформации по изменению толщины накопленного слоя копролитов. В данном варианте опыта слой копролитов был меньше при содержании нитробензола 1,0 и 0,7 г/кг. В этом случае только на 5-е сутки толщина слоя приближалась к контролю. Наиболее эффективно вермитрансформация происходила при более низ-

ких концентрациях нитробензола (0,5–0,1 г/кг). При таком содержании токсиканта уже на 3-е сутки величина слоя копролитов была близка к контролю (табл. 4). Последующий анализ показал, что на 5-е сутки в почве с концентрацией нитробензола 1,0 г/кг погибло 30 % особей, а при концентрации 0,7 г/кг – 20 %. При содержании нитробензола 0,5 г/кг и ниже выживаемость составляла 100 %.

После извлечения червей для оценки изменения токсичности в приготовленные вытяжки из данных субстратов поместили дафний. Как видно из данных табл. 2, в концентрациях нитробензола 1,0 и 0,7 г/кг наблюдали увеличение количества выживших дафний, по сравнению с вытяжками из почвы, в которой не было червей, однако и после вермикюльтивирования вытяжки обладали острой токсичностью (выжило менее 50 % особей). При более низком уровне нитробензола также фиксировали увеличение количества выживших особей. Так, вытяжка из образца почвы, с концентрацией нитробензола 0,5 г/кг перестала быть остроотоксичной (более 50 % особей оставались живыми).

Таблица 1

Влияние раствора нитробензола на красного калифорнийского червя при 30-минутной экспозиции

Концентрация, г/дм ³	Количество живых, % от контроля	Время зарывания, мин
2,5	0	0
2,0	0	0
1,5	0	0
1,3	53,3 ± 10,8	0
1,0	100	126,4 ± 22,6
0,7	100	84,5 ± 16,7
0,5	100	50,2 ± 12,2
0,3	100	29,5 ± 5,8
0,1	100	23,8 ± 4,1
Контроль	100	16,7 ± 3,6

Примечание: контроль – дехлорированная водопроводная вода

Таблица 2

Влияние водных вытяжек из проб почвы, содержащей нитробензол, на выживаемость дафний

Концентрация нитробензола в образцах почвы, г/кг	Количество живых дафний в вытяжках из образцов, % от контроля	
	до вермикюльтивирования	после вермикюльтивирования
1,0	-	26,6 ± 5,2
0,7	11,3 ± 3,6	46,3 ± 8,7
0,5	33,6 ± 7,9	76,6 ± 12,1
0,3	63,3 ± 11,6	100
0,1	100	100
Контроль	100	100

Примечание: время экспозиции – 96 часов, контроль – дехлорированная водопроводная вода

Таблица 3

Длина корней проростков пшеницы в образцах почвы, содержащей нитробензол

Концентрация, г/дм ³	До вермикюльтивирования		После вермикюльтивирования	
	длина корней, см	прирост, % от контроля	длина корней, см	прирост, % от контроля
1,0	1,3 ± 0,2	83,3 ± 14,3	5,1 ± 1,1	38,5 ± 7,3
0,7	1,7 ± 0,3	78,2 ± 12,4	6,9 ± 1,3	16,8 ± 3,2
0,5	2,6 ± 0,5	66,6 ± 10,7	7,4 ± 1,2	10,8 ± 2,6
0,3	3,3 ± 0,9	57,6 ± 9,8	7,8 ± 1,5	6,1 ± 1,2
0,1	3,7 ± 0,7	52,5 ± 10,1	7,9 ± 1,2	4,8 ± 0,9
Контроль	7,8 ± 1,6	-	8,3 ± 1,9	-

Примечание: время экспозиции – 10 суток, контроль – чистая почва, не содержащая нитробензол, не подвергавшаяся воздействию вермикюльтуры

Таблица 4

Толщина слоя копролитов, см в пробах почвы с различным содержанием нитробензола

Концентрация нитробензола, г/кг	Время, сутки				
	1	2	3	4	5
1,0	1,1 ± 0,3	2,5 ± 1,2	3,9 ± 1,2	5,7 ± 1,5	6,1 ± 1,3
0,7	2,4 ± 0,4	4,7 ± 1,5	5,3 ± 1,7	6,0 ± 1,8	6,2 ± 1,5
0,5	2,9 ± 0,6	5,1 ± 1,9	6,1 ± 2,3	6,3 ± 1,2	6,3 ± 1,7
0,3	3,0 ± 0,9	4,8 ± 1,3	6,2 ± 1,8	6,3 ± 1,5	6,3 ± 1,5
0,1	3,2 ± 1,2	5,9 ± 2,1	6,3 ± 1,4	6,3 ± 1,7	6,3 ± 1,4
Контроль	4,6 ± 1,7	6,3 ± 1,7	6,3 ± 2,1	6,3 ± 1,9	6,3 ± 1,9

Примечание: время экспозиции – 5 суток, контроль – почва, не содержащая нитробензол, высота слоя почвы – 6,5 см

Значительное увеличение длины корней проростков пшеницы после вермитрансформации наблюдали даже в опытах, с наиболее высоким содержанием нитробензола. Прирост от контроля в этих концентрациях составил: в 1,0 г/кг – 38,5 %, и в 0,7–2 г/кг – 16,8 %.

Подытоживая результаты проведенных экспериментов, можно сделать заключение, что в результате вермитрансформации происходит частичное снижение токсичности модельных образцов почвы, загрязненной нитробензолом.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Фронтенко Г. С. за предоставленную вермикюльтуру.

Работа выполнена частично при финансовой поддержке гранта РФФИ и ГФЕНА 06-04-39003.

Литература

1. Колотвин А. А. Влияние техногенных органических загрязняющих веществ на биологическую

активность почв / А. А. Колотвин, А. А. Лобачева // Экологическая химия, 2006. – № 3. – С. 198–201.

2. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний // ФР.1.39.2007.03222. – М. : Акварос, 2007. – 52 с.

3. Патент № 2290801 РФ, С2. Способ определения влияния водных эмульсий нефтепродуктов при вермикюльтивировании / Н. А. Черных, Д. С. Потапов, Д. И. Стом; Иркут. ун-т. – № 2004129004/13; Заявл.01.10.2004; опубл. 10.01.2007.

4. Потапов Д. С. Новые методы оптимизации вермикюльтивирования / Д. С. Потапов, Д. И. Стом, А. Э. Балаян // Бюл. ВСНЦ СО РАМН, 1998. – № 2(8). – С. 35–40

5. Piegorsch W. W. Statistics for Environmental Biology and Toxicology (Interdisciplinary Statistics) / W. W. Piegorsch, A. J. Bailer // Chapman & Hall, 1997. – 579 p.

6. Sama S. S. S. Review of recent ecotoxicological studies on cladocerans / S. S. S. Sama, S. J. Environ Nandini // Sci. and Health. B. – 2006. – Vol. 41, № 8. – P. 1417–1430.

The vermiculture detoxication of soil polluted by nitrobenzene

D. O. Taran, D. I. Stom, D. S. Potapov

Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. The humus substances influence onto biological effects of nitrobenzene solutions is analyzed. It is established that nitrobenzene toxic activity is weakened at occurrence of humates

Keywords: toxicity, vermitransformation, nitrobenzene, earthworms, humic substances.

*Стом Дэвард Иосифович,
Иркутский государственный университет, 664003
г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5,
доктор биологических наук, профессор
тел. (3952) 24-18-70, факс (395 2) 24-18-55
E-mail: stomd@mail.ru*

*Stom Devard Iosifovitch
Irkutsk State University
5, Sukhe-Batora St., Irkutsk, 664003
D. Sc. in Biology, Prof.
phone (395 2) 24-18-70, fax: (395 2) 24-18-55
E-mail: stomd@mail.ru*

*Таран Денис Олегович
Иркутский государственный университет, 664003
г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5,
тел. (3952) 24-18-70, факс (395 2) 24-18-55*

*Taran Denis Olegovitch
Irkutsk State University
5, Sukhe-Batora St., Irkutsk, 664003
doctoral student
phone (395 2) 24-18-70, fax: (395 2) 24-18-55*

*Потапов Денис Сергеевич
Иркутский государственный университет, 664003
г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5,
тел. (3952) 24-18-70, факс (395 2) 24-18-55*

*Potapov Denis Sergeevitch
Irkutsk State University
5, Sukhe-Batora St., Irkutsk, 664003
research scientist
phone (395 2) 24-18-70, fax: (395 2) 24-18-55*