

УДК 31.27.53.+; 34.47.51.+; 57.46.32
ББК 40.402

Д.О. Таран
Д.И. Стом
О.А. Бархатова
А.С. Чебомягин

ВЛИЯНИЕ ВЕРМИКУЛЬТУРЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ НИТРОБЕНЗОЛОМ*

Исследовано влияние дождевых червей на изменение токсичности почвы, загрязненной нитробензолом. Показано, что в результате вермитрансформации происходит ослабление токсичности почвы и ее водных вытяжек.

Ключевые слова: вермитрансформация, нитробензол, дождевые черви.

D.O. Taran
D.I. Stom
O.A. Barkhatova
A.S. Chebonyagin

THE IMPACT OF VERMICULTURE ON CHANGE OF TOXICITY OF SOIL POLLUTED BY NITROBENZENE

The influence of earthworms on change on toxicity of soil polluted by nitrobenzene is studied. It is shown, that as a result of vermitransformation decreases toxicity of soil and its water extracts.

Keywords: vermitransformation, nitrobenzene, earthworms.

Введение. В восточной Сибири большое количество предприятий химической промышленности. В результате аварий или при несоблюдении технологических процессов вода и почва оказываются загрязненными нитробензолом [1].

Известны сообщения о том, что в процессе вермитрансформации, в ряде случаев происходит снижение токсичности субстратов, содержащих экотоксиканты.

Цель данного исследования — оценка возможности применения вермикультуры для детоксикации почв, загрязненных нитробензолом.

Объекты и методы исследования. Тест-объектами служили лабораторные культуры дождевых червей (красный калифорнийский гибрид) — *Eisenia fetida andrei Bouche*, 1963, 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 опре-

* Работа выполнена частично при поддержке грантов: Роснауки ФЦП (ГК № 02.740.11.0018 от 15.06.2009 г. и ГК № 02.740.11.0335 от 07.07.2009 г.), а также РФФИ (08-04-98057-Сибирь_а).

деляли количество олигохет 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 полностью зарывались в землю.

Эффективность вермитрансформации оценивали по толщине слоя копролитов. Для этого, в прозрачные стеклянные емкости объемом 500 мл добавляли почву, искусственно загрязненную нитробензолом в необходимых концентрациях, в количестве 200 г, одинаковой влажности — 60%. Затем, в каждую емкость сажали на поверхность почвы по 5, 10, 15, 20 или 25 половозрелых особей одинакового размера (80–100 мм). Садки помещали в затемненное место при 25 °С. Дополнительно червей не кормили. Толщину слоя копролитов измеряли в течении суток. Контролем служила почва, не содержащая нитробензол [4].

Для оценки токсичности с помощью дафний, из исследуемых субстратов готовили водные вытяжки согласно методике [2].

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.

Оценку изменения токсичности почвы производили путем расчета коэффициента детоксикации D [6]

$$D = 1 - \frac{L_o(L_d - L_{d+1})}{L_d(L_o - L_t)} 100\%,$$

где L_o — средняя длина корня проростков пшеницы в контрольном варианте (в отсутствии токсиканта и вермикультуры), см; L_d — средняя длина корня проростков пшеницы в отсутствии токсиканта с вермикультурой, см; L_t — средняя длина корня проростков пшеницы в присутствии токсиканта без вермикультуры, см; L_{d+t} — средняя длина корня проростков пшеницы в с токсикантом и вермикультурой.

Все эксперименты проводили не менее чем в пяти независимых опытах с тремя параллельными измерениями в каждом. Для статистической обработки полученных данных использовали пакет программ Excel Windows [5]. Достоверность различия определяли с помощью критерия Стьюдента. Выводы сделаны при вероятности безошибочного прогноза $P \geq 0,95$.

Результаты их обсуждения. В экспериментах по вермитрансформации, сначала оценивали токсичность нитробензола для червей. Установлено, что 30-и минутная обработка растворами нитробензола в концентрации 1,5 г/дм³ и выше оказалась для червей летальна. Часть особей погибла и при содержании нитробензола 1,3 г/дм³. Максимальной концентрацией нитробензола, не оказывающей выраженного токсического действия, оказалась 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 были летальны для дафний (табл. 1).

На следующем этапе экспериментов производили оценку эффективности вермитрансформации по изменению толщины накопленного слоя копролитов при различном количестве червей. В данном варианте опыта наиболее медленно образовывался слой копролитов при содержа-

нии нитробензола 1,0 и 0,7 г/кг. Максимально эффективно вермитрансформация происходила при более низких концентрациях нитробензола (0,5–0,1 г/кг) и с количеством червей 15 и 20 шт. В этом случае толщина слоя копролитов была близка к контролю (табл. 2).

Таблица 1

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

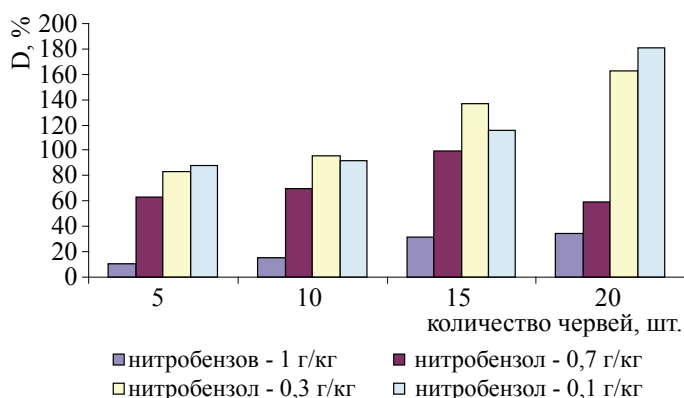
| Концентрация нитробензола в образцах почвы, г/кг | Количество живых дафний вытяжках из образцов, % от контроля | |
|--|---|----------------------------|
| | до вермикюльтивирования | после вермикюльтивирования |
| 1,0 | 0 | 26,6 ± 3,9 |
| 0,7 | 11,3 ± 1,6 | 46,3 ± 6,9 |
| 0,5 | 33,6 ± 5,04 | 76,6 ± 11,5 |
| 0,3 | 63,3 ± 9,5 | 100 |
| 0,1 | 100 | 100 |
| Контроль | 100 | 100 |

Таблица 2

Толщина слоя копролитов в пробах почвы с различным содержанием нитробензола

| Концентрация нитробензола, г/кг | Количество червей | | | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 1,0 | 0,5 ± 0,08 | 1,1 ± 0,17 | 2,4 ± 0,36 | 3,6 ± 0,54 |
| 0,7 | 0,7 ± 0,10 | 2,4 ± 0,36 | 3,1 ± 0,47 | 3,9 ± 0,59 |
| 0,5 | 0,9 ± 0,14 | 2,9 ± 0,44 | 3,7 ± 0,56 | 4,5 ± 0,68 |
| 0,3 | 1,8 ± 0,27 | 3,0 ± 0,45 | 4,4 ± 0,66 | 5,8 ± 0,87 |
| 0,1 | 2,1 ± 0,31 | 3,2 ± 0,48 | 4,9 ± 0,74 | 6,3 ± 0,95 |
| Контроль | 2,7 ± 0,40 | 4,6 ± 0,69 | 6,3 ± 0,95 | 6,5 ± 0,98 |

Примечание: время экспозиции — 24 ч, контроль — почва, не содержащая нитробензол, высота слоя почвы — 6,5 см.



Коэффициент детоксикации при различных концентрациях нитробензола

После извлечения червей, для оценки изменения токсичности в приготовленные вытяжки из данных субстратов поместили дафний. В концентрациях нитробензола 1,0 и 0,7 г/кг наблюдали увеличение количества выживших дафний, по сравнению с вытяжками из почвы в которых

не было червей, однако и после вермикультивирования вытяжки обладали острой токсичностью (выжило менее 50% особей). При более низком уровне нитробензола, также фиксировалось увеличение количества особей. Так вытяжка из образца почвы, с концентрацией нитробензола 0,5 г/кг перестала быть остроотоксичной (погибло менее 50% особей). Значительное увеличение длины корней проростков пшеницы наблюдали даже в моделях, с наиболее высоким содержанием нитробензола при увеличении количества червей. Так при содержании 15 и 20 червей коэффициент детоксикации превышал 100% (рис.).

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

Список использованной литературы

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. Способ определения влияния водных эмульсий нефтепродуктов при вермикультивировании / Н.А. Черных, Д.С. Потапов, Д.И. Стом // Патент № 2290801 РФ, С2. — Иркут. ун-т. — № 2004129004/13; Заявл. 01.10.2004; опубл. 10.01.2007.
4. Потапов Д.С. Новые методы оптимизации вермикультивирования / Д.С. Потапов, Д.И. Стом, А.Э. Балаян // Бюллетень 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. Perminova I.V. Humic Substances as Natural Detoxicants / I.V. Perminova et al. // Humic Substances and Organic Matters in Soil and Water Environment: Characterization, Transformation and interaction. IHSS inc. Dep. Of Soil, Water and Climate University of Minnesota. — 1996. — P. 339–406.

Bibliography (transliterated)

1. Kolotvin A.A. Vliyanie tekhnogennykh organicheskikh zagryaznyayu-shchikh veshchestv na biologicheskuyu aktivnost' pochv / A.A. Kolotvin, A.A. Lobacheva // Ekologicheskaya khimiya. — 2006. — № 3. — S. 198–201.
2. Metodika opredeleniya toksichnosti vody i vodnykh vytyazhek iz pochv, osadkov stochnykh vod, otkhodov po smertnosti i izmeneniyu plodovitosti dafnii // FR.1.39.2007.03222. — M.: Akvaros, 2007. — 52 s.
3. Sposob opredeleniya vliyaniya vodnykh emul'sii nefteproduktov pri vermikul'tivirovani / N.A. Chernykh, D.S. Potapov, D.I. Stom // Patent № 2290801 RF, S2. — Irkut. un-t. — № 2004129004/13; Zayavl. 01.10.2004; opubl. 10.01.2007.
4. Potapov D.S. Novye metody optimizatsii vermikul'tivirovaniya / D.S. Potapov, D.I. Stom, A.E. Balayan // Byulleten' VSNTs SO RAMN. — 1998. — № 2 (8). — S. 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. Perminova I.V. Humic Substances as Natural Detoxicants / I.V. Perminova et al. // Humic Substances and Organic Matters in Soil and Water Environment: Characterization, Transformation and interaction. IHSS inc. Dep. Of Soil, Water and Climate University of Minnesota. — 1996. — P. 339–406.

Информация об авторах

Таран Денис Олегович — аспирант Восточно-Сибирской государственной академии образования, г. Иркутск.

Стом Дэвард Иосифович — доктор биологических наук, профессор Иркутского государственного университета, г. Иркутск, email: stomd@mail.ru.

Бархатова Оксана Анатольевна — кандидат биологических наук, доцент Иркутского государственного университета, г. Иркутск.

Чебонягин А.С. — студент Иркутского государственного университета, г. Иркутск.

Authors

Taran Denis Olegovich — post-graduate student, East Siberian State Academy of Education, Irkutsk.

Stom Daevard Iosifovich — Doctor of Biological Sciences, Professor, Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: stomd@mail.ru.

Barkhatova Oksana Anatoliyevna — PhD in Biological Sciences, Associate Professor, Irkutsk State University, Irkutsk.

Chebonyagin A.S. — student, Irkutsk State University, Irkutsk.