



УДК: 502.52

DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-1-97-103

ИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРВЕЙ И РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЕРМИКОПОСТИРУЕМЫХ ПОЧВ

И.Ю. Корнеева

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева
Костычева, 1, Рязань, Россия, 390044

Показателями тест-объектов для биотестирования токсичных почв, загрязненных отходами кожевенного и цементного производств, при ремедиации субстратов вермикомпостированием являются: для червей (*Lumbricina*) — холодоустойчивость, весовые и адаптивные характеристики, репродуктивность и восстановление популяций, количество особей, коконов, молоди; для растений: пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) — ростовые показатели, салата обыкновенного (*Lactuca sativa* L.) — водоудерживающая способность, оводненность листьев.

Ключевые слова: биотестирование, вермикомпостирование, ремедиация почв, индикаторные показатели, черви, пшеница, салат обыкновенный

Актуальность

С целью устранения или минимизации риска угроз в условиях деградации среды, как отмечает В.И. Харитонов [1], необходим метод выявления уровней воздействия потенциально опасных факторов. Разработка методов оценки безопасности среды при утилизации и переработке промышленных отходов является приоритетным направлением деятельности экологов. Ю.А. Можайский, В.Ф. Евтюхин и Т.К. Никулина изучали содержание тяжелых металлов в почве и растительности [2]. Н.А. Черных, изучая загрязнение почв тяжелыми металлами, анализировала качество произрастающих на них растений [3]. К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков пользовались методами биотестирования при биологической диагностике и индикации почв [4]. Е.В. Налета с коллегами выясняли зависимость фитотоксических свойств почв от концентраций тяжелых металлов [5]. Большой вклад в оценку возможности использования осадка сточных вод (ОСВ) в качестве удобрений внесли Е.С. Иванов с соавторами [6]. В.И. Левин, С.Д. Правкина и Т.В. Хабарова в своем исследовании обосновали применение вермикомпостов с использованием ОСВ [7].

Актуален интерес к биотестированию — универсальному, эффективному, малозатратному и легко исполнимому способу определения токсичности субстратов. Применяемые аналитические и химические методы контроля негативного воздействия на окружающую среду достоверно не гарантируют экологическую без-

опасность. Значимым является непосредственно оказываемый эффект от загрязнения, а не его уровень. Биотестирование представляет собой метод, позволяющий установить токсичность среды по реакции животных и растений независимо от концентрации и классификации веществ, вызвавших загрязнение среды [8]. Серьезный экологический ущерб наносят несанкционированные свалки, в частности кожевенных и цементных отходов. Экологический мониторинг необходимо дополнять исследованиями с использованием животных и растений, пригодных для биоиндикации и биотестирования [9].

Реакции беспозвоночных, способных к ремедиации токсичных почв, изучены недостаточно. При этом динамика биохимических и цитоморфологических показателей беспозвоночных, индикаторно отражающих стресс-реакцию на экотоксикацию среды, является показательной [10].

Выявление индикаторных показателей червей, компостируемых токсичный субстрат, а также растений, произрастающих на очищаемых вермикультурой почвах, является актуальной целью научной работы.

В основные задачи исследования входило: выявить индикаторные показатели червей и растений для биотестирования токсичности вермикомпостируемых почв, загрязненных отходами кожевенного и цементного производств.

Материалы и методы

Работа проводилась в Учебно-научном инновационном центре «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» в период 2012—2015 гг.

Антропогенное воздействие на почву со стороны отходов кожзавода анализировалось на следующих экспериментальных образцах субстратов: 1 — контрольный образец почвы, в котором нет отходов предприятия, при этом концентрация ГМ (тяжелых металлов) в нормах ПДК; 2 — почва с 15 г/кг отходов кожевенного производства; 3 — почва с 30 г/кг отходов кожзавода; цементного завода: образцы почв: 4 — контрольный (экологически благоприятная среда без загрязнения), 5, 6 — соответствующие 2-му и 3-му субстратам с той разницей, что в них добавлены отходы цементного предприятия.

Методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии была определена концентрация ГМ в экспериментальных образцах почв [11]. Для выявления биоиндикаторных показателей, отражающих стресс-реакции на токсичность среды, в качестве тест-объектов использовали червей семейства дождевых червей (*Lumbricina*), а также сорта культурных растений: пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) и салата обыкновенного (*Lactuca sativa* L.).

При проведении биотестирования использовали следующие методы: для определения воздействия на весовые характеристики червей по методу К.С. Козлова [12] — их репродуктивную активность, появление ювениалов и восстановление популяций [13]; холодоустойчивость, выживаемость особей и коконов ISO 11268-2:2003 [14]; динамику биохимических и цитоморфологических маркеров по методу А.Л. Шабадаша [15] и рекомендациям С.А. Нефедовой [9]. Для выявления индикаторных маркеров растений, отражающих токсичность почв при ремедиации вермикомпостированием, изучали ростовые показатели, водо-

удерживающую способность, оводненность листьев экспериментальных растений по рекомендациям А.А. Ничипоровича [16].

Статистическая обработка проводилась согласно методике Н.А. Плохинского [17].

Результаты исследований

Среди видового разнообразия *Lumbricina*: белокончиковый дождевой, навозный, калифорнийский красный, рыжий дождевой черви, красноватый дождевик, восьмигранная дендробена, являются тест-объектами, проявляющими индикаторную реакцию на токсичность почв, загрязненных отходами кожевенного и цементного предприятий.

В первом случае для биотестирования эффективно использовать следующих представителей *Lumbricina* — восьмигранную дендробену (*Dendrobaena octaedra*) по весовым показателям, холодоустойчивости, репродуктивной активности; во втором — белокончикового дождевого червя (*Octolasion lacteum*) по весовым показателям и восьмигранную дендробену (*Dendrobaena octaedra*) — по восстановительным способностям популяции.

В качестве биоиндикаторных реакций червей эффективно использовать холодоустойчивость. В благоприятной среде коконы червей вида «восьмигранная дендробена» (*Dendrobaena octaedra*) переносят температуры до -45°C ; взрослые особи — до -14°C .

Эффективным индикаторным маркером для биотестирования загрязненных почв является динамика весовых показателей восьмигранной дендробены (*Dendrobaena octaedra*) при воздействии кожевенного предприятия, белокончикового дождевого червя (*Octolasion lacteum*) — цементного. После восьмой недели экспозиции при среднем (15 г/кг) и сильном (30 г/кг) загрязнении среды отходами кожевенного предприятия по сравнению с особями, обитающими в благоприятной среде, вес червей вида «восьмигранная дендробена» изменяется на 22 и 45% соответственно; при средней и сильной токсичности субстрата, на который оказывается антропогенное давление отходами цементного предприятия, вес белокончикового дождевого червя снижается на 32 и 58% соответственно.

Цитохимические и цитоморфологические показатели червей можно использовать в качестве индикаторных маркеров токсичности почвы в период ее ремедиации вермикомпостированием.

При биотестировании токсичности почв, загрязненных отходами цементного производства, оптимальными объектами являются навозный червь и красноватый дождевик. Под действием неблагоприятной среды у них наблюдается увеличение количества гликогеновых гранул в амебоцитах в 1,4 раза (30%). При токсикации субстрата отходами кожзавода в клетках гемолимфы представителей восьмигранной дендробены количество крупных гранул, выявляемых Шик-реакцией, возрастает в 2,3 раза (56%), у особей белокончикового дождевого червя — в 2,4 раза (58%).

Цитохимическими показателями червей, позволяющими маркировать загрязнение субстрата отходами цементного производства, является увеличение крупных гранул гликогена в амебоцитах на 2,6%; кожевенного — на 7,0%; цитомор-

фологических — увеличение встречаемости микроядер у навозного червя и красноватого дождевика в среднем до 7,5 ед. (81%).

Ростовые показатели, водоудерживающую способность и оводненность листьев растений можно использовать в качестве биоиндикаторных маркеров, отражающих токсичность среды при ремедиации почв вермикомпостированием. Индикаторные показатели растений для биотестирования токсичности вермикомпостируемых почв, загрязненных отходами кожевенного производства, следующие: ростовые показатели пшеницы по доле проросших семян — 1,6%, массе корней проростков — 25%, массе побегов — 17%, длине побегов — 17%, длине максимального корня проростка — 5%; динамика высоты растений салата под сильным давлением среды по отношению к контролю составила: на 4-е сутки — 74,4%, 20-е — 92,4%, 30-е — 93,7%, на 40-е — 94,9%; отходами цементного производства — ростовые показатели пшеницы — по доле проросших семян — 4,7%, массе корней проростков — 33%, массе побегов — 43%, длине побегов — 17%, длине максимального корня проростка — 7,0%; динамика высоты растений салата: на 4-е сутки — 72,6%, 20-е — 92,5%, 30-е — 94,1%, на 40-е — 95,1%; показатели оводненности листьев и водоудерживающей способности после вторичной ремедиации сильно (варианты 3/6) загрязненной среды отходами кожевенного и цементного производств относительно нормы на 40-е сутки увеличились на 5,6 и 1,9%.

Вывод

Достоверными индикаторными показателями червей (*Lumbricina*) видов «белокончиковый дождевой червь» (*Octolasion lacteum*), «навозный червь» (*Eisenia fetida*), «красноватый дождевик» (*Lumbricus rubellus*), «восьмигранная дендробена» (*Dendrobaena octaedra*) являются холодоустойчивость, репродуктивная активность, восстановительные способности популяции. В качестве индикаторных маркеров для биотестирования токсичности почв при их ремедиации вермикомпостированием эффективно использовать ростовые показатели пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.), водоудерживающую способность и оводненность листьев салата обыкновенного (*Lactuca sativa* L.).

Заключение

Биотестирование дает возможность достоверно определить токсичность среды. Индикаторные показатели червей и растений для оценки экологического состояния вермикомпостируемых почв необходимо применять в производственных лабораториях и полевых условиях работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Харитонов В.И. Задачи гигиены и экологии применительно к проблеме экологически обусловленной заболеваемости // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2015. № 2. С. 137—145.
- [2] Можайский Ю.А., Евтюхин В.Ф., Никулина Т.К. Изучение содержания тяжелых металлов в почве и растительности // Рязанский экологический вестник. 1995. № 3. С. 52—55.

- [3] Черных Н.А., Челтыгмашева И.С., Баева Ю.И. Загрязнение почв тяжелыми металлами и качество растениеводческой продукции // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2003. № 9. С. 179–187.
- [4] Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2003.
- [5] Налета Е.В., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на фитотоксические свойства почв городов Ростовской области // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 729–739.
- [6] Иванов Е.С., Чердакова А.С. Экологическая оценка возможности использования осадка сточных вод очистных сооружений г. Рязани в качестве удобрений // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2012. № 4 (16). С. 31–36.
- [7] Левин В.И., Правкина С.Д., Хабарова Т.В. Экологическое обоснование применения вермикомпостов с использованием осадка сточных вод на выработанном агроземе торфяно-минеральном // Проблемы агрохимии и экологии. 2014. № 2. С. 24–28.
- [8] Мелехова О.П., Сарапульцева Е.И., Евсеева Т.И. и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. заведений / под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. 3-е изд., стер. М.: Академия, 2010.
- [9] Нефедова С.А. Эколого-физиологические механизмы адаптации животных к антропогенным воздействиям (на примере Рязанской области): автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Петрозаводск, 2011.
- [10] Цветков И.Л., Попов А.П., Коницев А.С. Способ определения токсического загрязнения сточных и природных пресных вод: патент РФ № 2308719. Опубликовано 20.10.2007. Бюлл. № 29.
- [11] Шарло Г. Методы аналитической химии // Изд.: Химия, 1965.
- [12] Валькова С.А. Комплексы беспозвоночных-сапрофагов в лесных экосистемах Кольского севера: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2009.
- [13] Козлов К.С. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на дождевых червей: дисс. ... канд. биол. наук. Томск, 2003.
- [14] ISO 11268-2:2003. Качество почвы. Воздействие загрязняющих веществ на земляных червей (*Eisenia fetida*). Ч. 2. Определение воздействия на их размножение. 2005.
- [15] Шабаташ А.Л. Рациональная методика гистохимического обнаружения гликогена и ее теоретическое обоснование // Изв. АН СССР Сер. Биол. 1947. № 6. С. 745–760.
- [16] Ничипорович А.А. О потере воды срезанными растениями в процессе завядания // Журнал опытной агрономии Юго-Востока. 1926. Т. 3. Вып. 1. С. 12–15.
- [17] Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978.

© Корнеева И.Ю., 2017

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 9 август 2016

Дата принятия к печати: 22 октября 2016

Для цитирования:

Корнеева И.Ю. Индикаторные показатели червей и растений для оценки экологического состояния вермикомпостируемых почв // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2017. Т. 25. № 1. С. 97–103.

Сведения об авторе:

Корнеева Ирина Юрьевна, соискатель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева». Контактная информация: e-mail: irina_korn986@mail.ru

INDICATOR THE INDICATORS OF EARTHWORMS AND PLANTS TO ASSESS THE ECOLOGICAL STATUS VERMICOMPOSTING SOIL

I.Yu. Korneeva

FSBEI HE «Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev»
Kostychev 1, Ryazan, Russia, 390044

Performance test-objects for biotesting toxic soils, contaminated waste leather and cement productive activities, remediation of the substrates are vermicomposting: worms (*Lumbricina*) — low-temperature stability, weight and adaptive descriptions, the reproducibility and recovery of populations, number of specimens, cocoons, juveniles; for plants: *Triticum aestivum* L. — growth parameters, *Lactuca sativa* L. — is the water-holding capacity, water content of grain leaves.

Key words: biotesting, vermicomposting, remediation of soils, indicator indicators, worms, wheat, salad ordinary

REFERENCES

- [1] Haritonov V.I. Problems of hygiene and ecology in relation to a problem of ecologically caused incidence. *The Russian medicobiological messenger of a name of the academician I.P. Pavlov*. 2015. 2. 137—145.
- [2] Mozhajsij Ju.A., Evtjuhin V.F., Nikulina T.K. Studying of content of heavy metals in the soil and vegetation. *The Ryazan Ecological messenger*, 1995. 3. 52—55.
- [3] Chernyh N.A., Cheltygmasheva I.S., Baeva Ju.I. Pollution of soils heavy metals and quality of crop production. *Bulletin of the Russian Peoples' Friendship University. Series: Ecology and health and safety*, 2003. 9. 179—187.
- [4] Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskaya diagnostics and indication of soils: methodology and methods of researches. *Rostov-on-Don: RGU publishing house*. 2003.
- [5] Naleta E.V., Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh. Pollution influence by heavy metals on phytotoxic properties of soils of the cities of the Rostov region. *The Polythematic network electronic scientific magazine of the Kuban state agricultural university*, 2015. 112. 729—739.
- [6] Ivanov E.S., Cherdakova A.S. An ecological assessment of a possibility of use of sieges of sewage of treatment facilities of Ryazan as fertilizers. *The Bulletin of the Ryazan state agrotechnological University of P.A. Kostychev*, 2012. 4 (16). 31—36.
- [7] Levin V.I., Pravkina S.D., Habarova T.V. Ecological justification of application of vermicompost with use of a deposit of sewage on the developed agrozem Torahs-fyano-mineral. *Problems of agrochemistry and ecology*. Moscow, 2014. 2. 24—28.
- [8] Melehova O.P., Sarapul'ceva E.I., Evseeva T.I. i dr. Biological control of environment: bioindication and biotesting. Publishing center «Akademiya», Moscow, 2010. 3rd prod.
- [9] Nefedova S.A. Ekologo-fiziologichesky mechanisms of adaptation of animals to anthropogenous influences (on the example of the Ryazan region): abstract of a dissertition of the Dr.Sci.Biol.: 03.02.08, 03.03.01, Petrozavodsk, 2011.
- [10] Cvetkov I.L., Popov A.P., Konichev A.S. Way of definition of toxic pollution of waste and natural fresh waters Russian Federation Patent No. 2308719. It is published 10.20.2007. Bulletin No. 29.
- [11] Sharlo G. Methods of analytical chemistry. Prod.: Chemistry, 1965.
- [12] Val'kova S.A. Complexes of invertebrates-saprofagov in forest ecosystems of the Kola North abstract of a dissertition of the Cand.Biol.Sci.: 03.00.16. Syktyvkar, 2009. 31 p.
- [13] Kozlov K.S. Influence of pollution of the soil oil products on earthworms dissertition of the Cand. Biol.Sci. Tomsk, 2003. 153 p.
- [14] ISO 11268-2:2003. ISO 11268-2:2003. Quality of the soil. Impact of the polluting substances on earthworms (*Eisenia fetida*). Part 2. Definition of impact on their reproduction. 2005.

- [15] Shabadash A.L. Rational technique of histochemical detection of a glycogen and its theoretical justification. *Izv. Academy of Sciences of the USSR of Sulfurs. Biol.*, 1947. 6. 745–760.
- [16] Nichiporovich A.A. About water loss by the cut-off plants in the course of a zavyadaniye. *The Magazine of skilled agronomics of the Southeast*. 1926. 3. (1). 12–15.
- [17] Plohinskij N.A. *Mathematical methods in biology*. Mosk publishing house. un-that. 1978.

Article history:

Received: 9 August 2016

Revised: 22 October 2016

Accepted: 10 January 2016

For citation:

Korneeva I.Yu. (2017) Indicator the indicators of earthworms and plants to assess the ecological status vermicomposting soil. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*, 25 (1), 97–103.

Bio Note:

Korneeva I. Yu., Applicant, FSBEI HE «Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev». *Contact information*: e-mail: irina_korn986@mail.ru