

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПОЧВОГРУНТОВ КАРЬЕРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА Р. НЕВЫ МЕТОДАМИ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ

Т.В. Бардина¹, канд. биол. наук, В.И. Бардина¹

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия

ENVIRONMENTAL CONTROL OF SOILS GROWTHS OF CAREERS ON THE TERRITORY OF THE CLEANAGE OF THE NEVA RIVER BY METHODS OF PHYTOTESTING

T.V. Bardina¹, Cand. Sc., V.I. Bardina¹

¹Saint-Petersburg Scientific-Research Centre for Ecological Safety RAS, St. Petersburg, Russia

Для экотоксикологической оценки почвогрунтов рекультивированного карьера, расположенного в Приневской низменности и имеющего гидравлическую связь с р. Невой, использованы разные методы лабораторного фитотестирования.

For ecotoxicological assessment of the soil grounds of a reclaimed quarry located in the Prinevskaya lowland and having a hydraulic connection with the Neva river, used various methods of laboratory phytotesting.

В настоящее время при оценке экологических рисков при загрязнении почвенного покрова учитывают данные не только химических исследований, но и экотоксикологических, проводимых с помощью биотестирования [1, 2]. Биотестирование относится к интегральным методам оценки состояния природных сред, в том числе загрязненных почвогрунтов. В почвогрунтах объектов, где образовались очаги загрязнения со сложным составом токсикантов, содержится большое количество загрязняющих веществ неизвестного состава, обладающих кумулятивным токсическим эффектом, который не позволяет сделать достоверный экологический прогноз только на основе химических определений. Экотоксикологические исследования, проведенные с помощью биотестирования, дают информацию о негативных изменениях до появления видимых изменений в экосистеме. В настоящее время важным направлением исследований является выявление возможности применения разных биотест-систем для целей экологического контроля конкретных объектов [3].

Среди широкого круга тест-организмов большой интерес для биотестирования почв представляют растения. Фитотестирование, проводимое в лабораторных условиях, где с помощью растений выявляется наличие острой токсичности объекта, является разновидностью биотестирования. Лабораторные методы фитотестирования отличаются экспрессностью, доступностью, простотой эксперимента, экономичностью, хорошей воспроизводимостью и достоверностью полученных результатов. Эта разновидность биотестирования получила широкое распространение в исследовательских проектах и для решения практических экологических задач, как наиболее дешевый и оперативный метод [4].

Существуют два способа фитотестирования: элюатный (анализ водной вытяжки) и контактный (аппликатный) способ, который обеспечивает контакт тест-культуры с твердыми частицами образца. Целесообразность проведения фитотестирования не только на водном экстракте, но и на твердом образце, подтверждено исследованиями [5,6]. Для повышения достоверности полученных результатов необходимо использовать аттестованные методики.

Объект исследования и методы.

Объектом исследования являлись почвогрунты карьера, образованного после добычи строительных материалов карьера, расположенного на правом берегу р. Невы. Рекультивация карьера была произведена с использованием отсыпки суглинистым грунтом в смеси с частично разложившимися твердыми бытовыми отходами. На территории карьера был зафиксирован высокотоксичный дренажный сток, поступающий по гидрографической сети в р. Нева [7]. Эти воды дренажного стока по результатам химического анализа являются высоко опасными. По результатам определения содержания валовых форм тяжелых металлов почвогрунты относятся к категории умеренно опасного загрязнения. Содержание таких органических токсикантов, как нефтепродукты и бенз(а)пирен не превышало соответствующие нормативы и фон.

Целью нашего исследования было обоснование возможности использования разных методов фитотестирования для экологической оценки почвогрунтов таких специфических объектов с набором большого количества токсикантов, как рекультивированные карьеры с применением твердых бытовых отходов.

На объекте были выбраны 3 площадки (5мх5м), отличающиеся гетерогенностью по рельефу. Отбор смешанных проб с площадки осуществлялся с горизонтов 0-5 и 5-20см.

В настоящее время большинство исследователей используют водные вытяжки для постановки фитотеста. Элюатное фитотестирование выявляет наличие растворимых токсикантов, которые могут поступать в сопредельные среды. Нами для выявления острой токсичности было проведено элюатное фитотестирование на семенах двух тест-культур: на овсе-*Avena sativa*, рекомендованное Минздравом [8] и на редисе –*Raphanus* [9].

Контактное фитотестирование проводится в основном по международным стандартам ISO 11269-1 и ISO 11269-2. В научно-исследовательском центре экологической безопасности Российской Академии Научи разработана методика контактного фитотестирования, которая включена в Федеральный Реестр методик [10]. В качестве тест-культуры используется пшеница мягкая (*Triticum aestivum*). Степень токсичности пробы устанавливается на основании разработанной шкалы при определении изменения всхожести семян (N_1) и роста корней (N_2) по сравнению с контрольной пробой.

Результаты.

В результате проведенного фитотестирования водных экстрактов на семенах овса было выявлено присутствие токсичности на одной площадке (№1, глубина 5-20см). В других случаях эффект торможения не превышал 20%, следовательно, эти образцы не обладали токсичностью по данному тест-организму (табл.1).

Таблица 1. Результаты фитотестирования водных вытяжек из проб на семенах овса

№ Пробы, глубина, см	Средняя длина корней, мм	td	Фитоэффект, E_T^* %	Тест-реакция
Контроль	22,5	-	-	Норма
1, 0-5	22,2	0,17	1,3	Норма
1, 5-20	15,1	3,73	32,9	Эффект торможения
2, 0-5	23,1	0,25	2,7	Норма
2, 5-20	20,1	1,74	10,7	Норма
3, 0-5	23,3	0,55	3,6	Норма
3, 5-20	18,6	2,22	17,3	Норма

Примечание: $E = [(X_c - X_s) / X_c] \cdot 100\%$, где X_s и X_c - средние значения длины корней проростков в образце и контроле; td-коэффициент достоверности

В виду избирательной чувствительности разных тест-культур при фитотестировании на семенах редиса была выявлено наличие слабой токсичности уже на другой площадке № 2 (табл.2).

Таблица 2. Результаты элюатного фитотестирования образцов почвогрунта на семенах редиса

№ площадки	Глубина, см							Степень токсичности
		Среднее, %	N ₁	td	Среднее, мм	N ₂	td	
Контроль 1		90,0±3,5	-	-	42,0±1,5	-	-	-
1	0-5	82,5±1,8	-8,3	1,90	55,1±0,8	+31,2	7,60	Стимуляция роста
	5-20	85,0±7,1	-6,1	0,63	38,0±5,4	-9,5	0,70	Нет токсичности
2	0-5	82,5±1,8	-8,3	1,90	33,1±1,2	-21,2	4,57	Слабая токсичность
	5-20	90,0±0	0	0	53,8±0,1	+28,1	7,77	Стимуляция роста
3	0-5	100±0	+11,1	2,83	48,4±4,2	+15,2	1,43	Стимуляция роста
	5-20	80,0±3,5	-11,1	2,0	45,1±0,4	+7,4	1,98	Стимуляция роста

Примечание: приведены средние значение ± ошибка, N – степень изменения контролируемого параметра (длины корней проростка или всхожести семян) по сравнению с контрольным образцом t_d^* коэффициент достоверности; t_s – коэффициент Стьюдента $t_{st} = 2,78$, контроль – чистая почва, $n=3$, $P=0,95$

Токсикологический анализ с помощью авторской методики фитотестирования на семенах пшеницы выявил наличие токсичности на двух площадках на глубине 0-20см (табл. 3).

Таблица 3. Результаты контактного фитотестирования образцов почвогрунта на семенах пшеницы

№ площадки	Глубина, см	Всхожесть			Корень			Степень токсичности
		Среднее, %	N ₁	td	Среднее, мм	N ₂	td	
Контроль 1		90,0±3,5	-	-	42,2±3,4	-	-	-
1	0-5	78,3±4,1	-13,0	2,16	32,0±6,5	-24,2	1,40	IV-степень, малотоксичные
	5-20	60,0±0	-33,3	8,49	22,0±4,2	-47,8	3,73	III- степень, умеренно токсичная
2	0-5	91,7±2,0	-1,9	0,41	34,7±3,1	-17,7	1,63	V-практически не токсичная
	5-20	90,0±9,4	0	0	36,9±3,1	-12,6	1,16	V-практически не токсичная
Контроль 2		87,5±5,3	-	-	32,9±0,7	-	-	-
3	0-5	70,0±5,3	-20,0	2,67	28,1±1,3	-14,3	3,11	IV-степень, малотоксичные
	5-20	70,0±2,0	-20,0	2,67	31,4±3,2	-4,5	0,33	IV-степень, малотоксичные

Примечание: средние значение ± ошибка, N – степень изменения контролируемого параметра (длины корней проростка или всхожести семян) по сравнению с контрольным образцом, t_d^* коэффициент достоверности; t_s – коэффициент Стьюдента $t_{st} = 2,78$, контроль – чистая почва, $n=3$, $P=0,95$

Заключение.

С помощью методов фитотестирования была выявлена токсичность почвогрунтов ранее рекультивированного карьера с применением ТБО. Образование токсичных веществ в почвогрунте привело к загрязнению дренажного стока.

Было показано, что различные тест-культуры при фитотестировании имеют неравную чувствительность к широкому спектру токсикантов, присутствующих в почвогрунте объекта.

При установлении острой фитотоксичности почвогрунта рекультивированного карьера более чувствительный отклик был получен при применении метода контактного биотестирования на пшенице.

При оценке экологического состояния таких сложных объектов, как карьеры, рекультивированные с помощью ТБО, методами фитотестирования недостаточно использование только методов элюатного биотестирования. В данном случае при экотоксикологической оценки загрязненных почвогрунтов необходимо одновременно применять элюатные и контактные методы фитотестирования.

При использовании нескольких тест-культур оценка токсичности должна осуществляться по наиболее чувствительному варианту для выявления риска в экосистеме.

Литература

1. Bardina T.V., Chugunova M.V., Kulibaba V.V., Polyak Y.M., Bardina V.I., Kapelkina L.P. Applying bioassay methods for ecological assessment of the soils from the brownfield sites // *Water Air Soil Pollut.* 2017. V. 228.
2. Олькова А.С. Биотестирование в научно-исследовательской и природоохранной практике России // *Успехи современной биологии.* -2014.- Т.134.- №6.- С. 614-622.
3. Matejczyk M, Grazyna AP, Nałecz-Jawecki G, Ulfing K, Markowska-Szczupak A. 2011. Estimation of the environmental risk posed by landfills using chemical, microbiological and ecotoxicological testing of leachates. *Chemosphere* 82:1017–1023.
4. Терехова В.А., Воронина Л.П., Николаева О.В., Бардина Т.В., Калмацкая О.А., Кирюшина А.П., Учанов П.В., Креславский В.Д., Васильева Г.К. Применение фитотестирования для решения задач экологического почвоведения // *Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России.* 2016. №3. С. 37-41.
5. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. М.: «Протектор», 2001, 304с.
6. Бардина Т.В., Кулибаба В.В., Чугунова М.В., Бардина В.И. Диагностика экотоксичности почв промышленных объектов прошлого экологического ущерба с помощью биотест-систем. // *Проблемы региональной экологии.* 2016. №2. С. 20-25.
7. Кулибаба В.В., Петухов В.В., Зинатулина Е.И., Меринова Е.С. Рекультивированные карьеры Приневской низменности- специфическая разновидность объектов накопленного экологического ущерба // *Региональная экология.* №1(43). 2016. С.7-13.
8. МР.2.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности.
9. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: МГУ, 2001.-689с.
10. ФР.1.39.2006.02264. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно-загрязненных почв.