

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЯ РЕМЕДИАНТОВ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО УРОВНЮ ФИТОТОКСИЧНОСТИ

Фомина Н.В.

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

В статье представлен сравнительный анализ эффективности действия разных групп ремедиантов нефтезагрязненного почвогрунта, определяемый по уровню фитотоксичности в лабораторном эксперименте. Установлено, что сорбент «СОРГ» при высоких уровнях загрязнения способствовал увеличению показателей энергии прорастания и всхожести семян тест-культуры и снижению уровня фитотоксичности. Применение биомассы цианобактерий наоборот способствовало увеличению токсичности почвогрунта, что указывает на нецелесообразность ее использования в качестве ремедианта.

Ключевые слова: нефть, загрязнение, почвогрунт, ремедианты, фитотестирование, уровень, токсичность.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF ACTION OF OIL POLLUTION REMEDIANTS ON THE LEVEL OF PHYTOTOXICITY

Fomina N.V.

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

The article presents a comparative analysis of the effectiveness of remediants different groups of oiled soil pollutants, determined by the level of phytotoxicity in a laboratory experiment. It was found that the sorbent "SORG" at high levels of contamination contributed to an increase in the energy of the seeds sprouting and germination in the test culture and a decrease in the level of phytotoxicity. The use of biomass cyanobacteria on the contrary contributed to an increase in the toxicity of soil, which indicates the inadvisability of its use as a remediant.

Key words: oil, pollution, soil, remediants, phytotesting, level, toxicity.

Введение. Снижения уровня техногенного воздействия на экосистемы можно добиться, используя разные способы ремедиации химический, физико-химический и биологический. Точно определить, какой из них является наиболее эффективным, не всегда удастся, однако понятно, что биологические способы очистки все же безопаснее для окружающей среды. В качестве метода, оценивающего эффективность действия того или иного ремедианта (препарата например, сорбента и т.д.), можно использовать биотестирование (Белюченко и др., 2005).

В настоящее время наиболее популярен метод очистки от нефтяного загрязнения почв, воды и грунтов с помощью разных сорбентов, однако

природные сорбенты используются в меньшей степени. Однако основное достоинство комплексов биологических методов очистки почв заключается в том, что они не разрушают плодородный слой, не оказывают попутного негативного воздействия на все компоненты окружающей среды, не создается препятствий к восстановлению первоначального микробного сообщества в почве (Домрачева, Кондакова, 2011; Сопрунова и др., 2015). Биологический сорбент (ремедиант) может применяться как автономно, так и в сочетании с традиционными средствами механического сбора.

Цель исследования – сравнение эффективности действия ремедиантов разного происхождения для очистки почвогрунта от нефтяного загрязнения.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлся почвогрунт «Универсальный» (торфяной питательный грунт из верхового торфа с добавлением песка, известковых материалов, макро и микроэлементов), который был загрязнен разными концентрациями нефти 1.5 и 10 %. Период инкубации загрязненного почвогрунта составлял 6 месяцев. В качестве ремедиантов использовали сорбент серии «СОРГ» и биомассу цианобактерий рода *Nostoc* sp. Сорбент «СОРГ» применяется для сорбции нефти и нефтепродуктов на твердых и жидких поверхностях. Цианобактерии вносили в почвогрунт в виде биомассы (3,5 г/литр). Биомасса получена путем культивирования в течение 1 месяца на среде для цианобактерий VG-11 при этом концентрация составляла $5 \cdot 10^9$ клеток на 1 г биомассы.

Определение фитотоксичности нефтезагрязненного почвогрунта с ремедиантами проводили на влажных почвенных пластинах с помощью тест-культуры кресс-салат сорта «Темп» (ГОСТ 12038-84). Фитотоксичность оценивали по количественному показателю прорастания семян (лабораторная всхожесть) и биометрическому показателю (длина проростка). Оценка фитотоксичности проведена по эффекту торможения длины проростка проводилась по следующим критериям: менее 20 % – фитотоксичность не проявляется (норма); 20-40 % – слабая фитотоксичность; 40- 60 % – средняя; более 60 % – сильная фитотоксичность (Титова и др., 2011).

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование почвогрунта, искусственно загрязненного нефтью проводится для оценки эффективности очищающей способности разных ремедиантов.

Данные, представленные в таблице 1 показывают отсутствие токсичности почвогрунта в контроле, а при 1 %-ом уровне загрязнения установлена слабая токсичность всхожесть в среднем составила 85 %. Сорбент снизил токсичность при этом всхожесть семян тест-культуры составила 91 %, тогда как биомасса цианобактерий не проявила эффекта очищения и показатели остались на том же уровне. Анализ данных опытных образцов почвогрунта при 5 %-ом уровне нефтяного загрязнения показал наличие высокой токсичности без использования ремедиантов при этом значения всхожести семян тест-культуры составили лишь 31 %. Применение сорбента «СОРГ» снизило токсичность до средней степени и всхожесть семян составила 44,5 %. Биомасса цианобактерий не проявила ремедиационных свойств и уровень токсичности остался высоким

при этом значения всхожести семян-тест-культуры стали ниже, чем до применения ремедианта - 24,5 % (табл.1). Максимальное загрязнение почвогрунта (10 %) привело к нарастанию очень высокой степени токсичности, определяемой по всхожести семян тест-растения - 10,2 %. Применение сорбента «СОРГ» при данном уровне загрязнения способствовало увеличению показателей энергии прорастания и всхожести семня тест-культуры по сравнению с контролем в 2 раза, тогда как при использовании биомассы цианобактерий токсичность грунта только усилилась. Значения энергии прорастания и всхожести семян тест-культуры во втором варианте снизились до 8,4 и 5,2% соответственно (табл.1).

Таблица 1 – Показатели энергии прорастания и всхожести тест-объекта при проращивании на загрязненном почвогрунте ($X_{cp} \pm m_x$)

Вариант Опыта	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Оценка токсичности по всхожести семян тест-объекта
Контроль (грунт без обработки).	92,0±1,1	95,0±1,5	отсутствует
1 % загрязнение	83,0±1,4	85,0±1,2	оч. слабая
1 % загрязнение + ремедиант	<u>85,0±1,3*</u> 83,0±1,2	<u>91,0±1,2</u> 87,2±1,2	<u>отсутствует</u> оч. слабая
5 % загрязнение	32,2±1,2	31,0±1,3	высокая
5 % загрязнение + ремедиант	<u>40,0±1,4</u> 27,6±1,2	<u>44,5±1,4</u> 24,5±1,3	<u>средняя</u> высокая
10 % загрязнение	9,5±1,1	10,2±1,5	оч. высокая
10 % загрязнение +ремедиант	<u>19,0±1,1</u> 8,4±1,2	<u>22,8±1,1</u> 5,2±1,3	<u>высокая</u> оч. высокая

*Числитель - сорбент «СОРГ», знаменатель - биомасса цианобактерий рода *Nostoc* sp.

Анализ данных по длине проростка тест-растения, представленный на рисунке 1 показал, что значения при 1 %-ом уровне загрязнения по сравнению с контролем снижены незначительно 11,8 и 12,2 см, тогда как при 5%-ом и 10%-ом уровнях загрязнения показатели уменьшились в среднем в 1,5 и 3,5 раза соответственно (рис.1). Инкубация почвогрунта с ремедиантами в течение 6 месяцев в данных вариантах способствовала увеличению значений длины проростка тест-культуры при использовании сорбента до 9,3 и 5,5 см по сравнению с 8,2 и 3,4 см без ремедианта соответственно. Применение биомассы цианобактерий достоверно не увеличило значения длины пророста тест-растения показатели составили лишь – 8,4 и 3,5 см (рис.1).

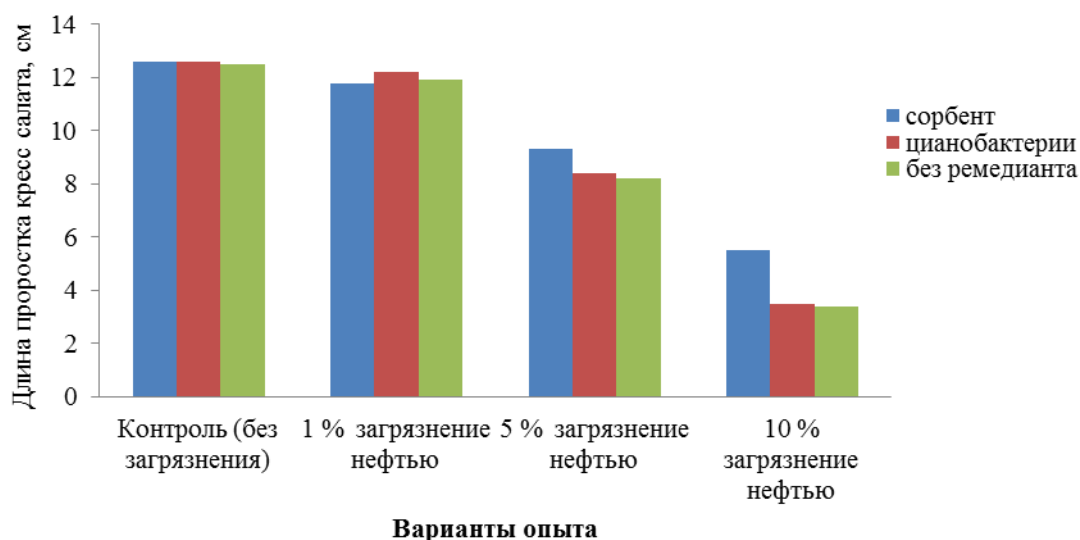


Рисунок 1 – Средние показатели длины проростка тест-культуры

Расчет уровня фитотоксичности нефтезагрязненного почвогрунта по ингибированию длины проростка позволил выявить тенденцию наиболее эффективного применения сорбента в качестве ремедианта при всех уровнях загрязнения. Уровень токсичности снизился с 34,4 % до 26,2 % при 5 %-ом уровне загрязнения и с 72,8 % до 56,4 % соответственно при 10 %-м уровне. Использование биомассы цианобактерий усилило токсичность до 33,3 и 72,2 % соответственно при высоких уровнях загрязнения (рис.2).

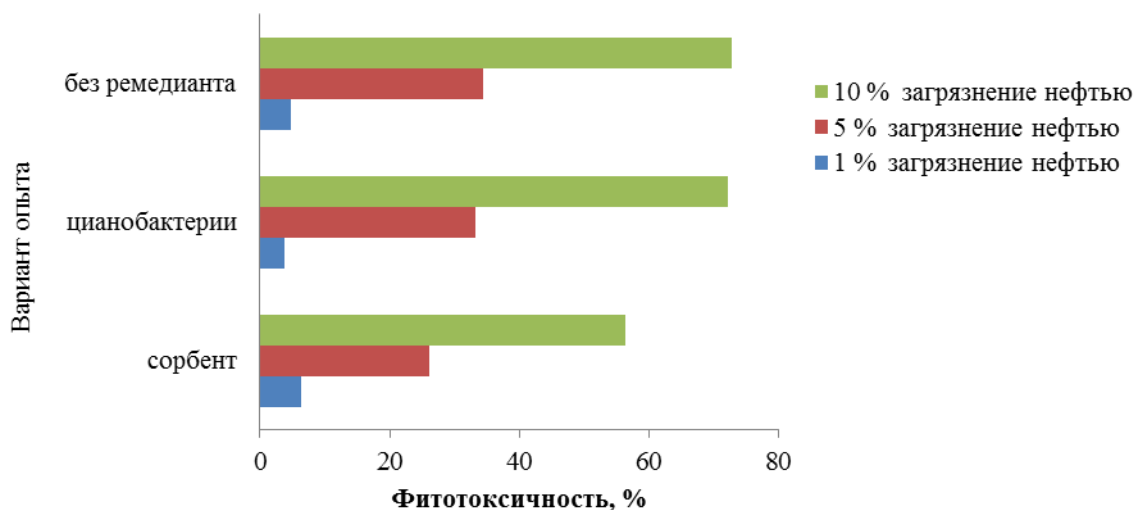


Рисунок 2 – Фитотоксичность нефтезагрязненного почвогрунта по ингибированию проростка тест-растения до и после применения ремедиантов

Максимальное действие сорбента проявилось при очень высоком уровне загрязнения, тогда как цианобактерии погибли и при 5 и при 10 %-ом уровнях загрязнения, поэтому достоверных различий при сравнении с данными, полученными в варианте с загрязненным почвогрунтом не установлено. В целом процесс очистки, осуществляемый сорбентом «СОПГ» эффективен, так

как показатели энергии прорастания и всхожести, а так же биометрические характеристики тест-культуры увеличились.

Заключение. Анализ действия нефтезагрязненного почвогрунта, проведенный методом «почвенных пластин» показал, что применение сорбента «СОРГ» при высоких уровнях загрязнения способствует увеличению показателей энергии прорастания и всхожести семян тест-культуры по сравнению с исходным уровнем загрязнения в 2 раза, тогда как при использовании биомассы цианобактерий токсичность грунта наоборот усилилась. Расчет уровня фитотоксичности согласно сравнению длины проростка тест-культуры с контролем позволил выявить тенденцию эффективного применения сорбента при всех уровнях загрязнения почвогрунта нефтью, токсичность снизилась в 1,3 раза. Цианобактерии погибли при высоких уровнях загрязнения, поэтому достоверных различий с загрязненным почвогрунтом не установлено. Современная технология очистки нефтезагрязненных почв и почвогрунтов должна быть основана на применении ремедиантов, эффективно снижающих токсичность почвы, особенно при высоких уровнях загрязнения. Сравнение двух видов ремедиантов (сорбента и биомассы смешанной культуры цианобактерий) показало, что наиболее высокой эффективностью обладает сорбент серии «СОРГ», тогда как биомасса цианобактерий проявляет ремедиационную способность, лишь при минимальном уровне загрязнения, а при максимальных загрязнениях сама инактивируется.

Литература

1. Белюченко, И.С. Роль биотестирования в комплексной оценке состояния окружающей среды / И.С. Белюченко, Г.В. Волошина, А.Ю. Костюк и др. // Экологические проблемы Кубани. № 30. 2005. С. 156-158.
2. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М., 1984.
3. Домрачева, Л.И. Биоремедиационные возможности почвенных цианобактерий / Л.И. Домрачева, Л.В. Кондакова // Биологический мониторинг природно-техногенных систем. Сыктывкар, 2011. С. 26–38.
4. Сопрунова, О.Б. Способы очистки почв от загрязнения нефтью и нефтепродуктами, применяя микробные биотехнологии / Сопрунова О.Б., Акжигитов А.Ш., Казиев А.А. // Молодой ученый, 2015. №7. С. 240-242. URL <https://moluch.ru/archive/87/16609/> (дата обращения: 16.06.2018).
5. Титова, В.И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учеб. пособие для вузов / Нижегород. гос. с.-х. академия /Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. 170 с.
6. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. М.: ВЛАДОС, 2001. 288 с.