

УДК: 577.336:581.144.2:502.55(21)

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ АДСОРБЕНТОВ НА СОСТОЯНИЕ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЯ ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ГРУНТА

Яковлева-Носарь С.О., к.б.н., доцент, Полякова И.А., к.б.н., доцент,
Лях В.А., д.б.н., профессор

Запорожский национальный университет

Исследовано влияние адсорбирующих добавок на состояние корневой системы растения на ранних стадиях развития у тагетеса и канареечника на фоне нефтяного загрязнения субстрата выращивания. Установлено, что внесение сапропеля (20–200 г/кг) или кизельгура (10–50 мл/кг) в песок с 5 % загрязнением нефтью благоприятно влияет на формирование корневых систем канареечника и тагетеса. Лучшими были варианты с внесением указанных адсорбентов в более высоких концентрациях.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, адсорбирующая добавка, торф, сапропель, кизельгур, корневая система растения.

Яковлева-Носарь С.О., Полякова И.О., Лях В.О. Вплив органічних адсорбентів на стан кореневої системи рослини при нафтовому забрудненні ґрунту / Запорізький національний університет, Україна

Досліджено вплив адсорбуючих добавок на стан кореневої системи рослини на ранніх стадіях розвитку в тагетеса та канаркової трави на тлі нафтового забруднення субстрату вирощування. Встановлено, що внесення сапропелю (20–200 г/кг) або кизельгуру (10–50 мл/кг) у пісок з 5 % забрудненням нафтою сприятливо впливає на формування корневих систем канаркової трави і тагетеса. Кращими були варіанти з внесенням указаних адсорбентів у більш високих концентраціях.

Ключові слова: нафтове забруднення, адсорбуюча добавка, торф, сапропель, кизельгур, коренева система рослини.

Yakovleva-Nosar' S.O., Poliakova I.A., Lyakh V.A. The influence of organic adsorbents on the state of root system of plant in soil polluted with oil / Zaporizhzhya National University, Ukraine.

The effect of adsorbing additives on the state of plant root system at early stages of development in marigold and ribbon grass against the oil pollution substrate cultivation was investigated. It was found that adding sapropel (20–200 g/kg) or diatomaceous earth (10–50 ml/kg) in a 5% sand oil pollution favorably affects the formation of the root systems of ribbon grass and marigold. Adding of these adsorbents at higher concentrations had the greatest effect.

Key words: oil pollution, adsorbing additive, peat, sapropel, diatomaceous earth, root system.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных секторов природоохранных мероприятий являются методы ремедиации – очистки загрязненных земель от токсикантов. При разработке новых технологий преследуются две цели – повышение эффективности очистки и сокращение затрат при ее проведении. Нефть и нефтепродукты относятся к наиболее распространенным поллютантам природной среды, вызывая существенные изменения в химическом составе, свойствах и структуре почвы. Нефть является распространенным техногенным загрязнителем, при разливах которой на длительное время нарушается нормальное функционирование почвенной экосистемы, ухудшается почвенное плодородие и резко меняется интенсивность и направленность окислительно-восстановительных процессов [1]. Наиболее перспективным методом для устранения углеводородных загрязнений в промышленно развитых странах в настоящее время считается фиторемедиация – очистка почвы с помощью растений. Основным преимуществом данного метода является его наибольшая экономическая обоснованность по сравнению с другими применяемыми методами при сохранении того же уровня эффективности очистки [2, 3]. Среди средств, разработанных для ликвидации загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами, одно из ведущих мест занимают сорбенты [2]. Спектр сорбентов можно расширить за счет использования органических веществ природного происхождения.

Цель наших исследований – изучить возможность применения в качестве адсорбирующих добавок торфа, сапропеля и кизельгура для обеспечения роста и развития корневой системы растения при загрязнении грунта нефтью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов изучения были выбраны два вида растений из разных семейств, которые, по литературным данным, являются относительно толерантными к загрязнению почвы нефтепродуктами [4-6] тагетес прямостоячий (*Tagetes erecta* L.) и канареечник канарский (*Phalaris canariensis* L.). Кроме того, тагетес является широко распространенным декоративным засухоустойчивым растением, способным активно влиять на микрофлору почвы. Канареечник же – неприхотливое, достаточно толерантное к недостатку влаги злаковое растение.

В качестве сорбентов использовали следующие материалы: торф, сапропель и кизельгур. Кизельгур (диатомит) – осадочная горная порода, в состав которой входят отмершие диатомовые водоросли. Диатомит обычно применяется как адсорбент и фильтр в текстильной, нефтехимической, пищевой промышленности [7]. Для наших исследований источником данного материала в виде «молока» явилось пивоваренное производство, где он был использован для очистки пива. Все три сорбента были предоставлены Восточной Торфяной Компанией.

В чистый песок, который служил в качестве контроля 1, добавляли сырую нефть в концентрации 5 %. Вариант с 5 % концентрацией нефти в песке являлся, соответственно, контролем 2. В загрязненный нефтью песок вносили торф, сапропель и кизельгур в двух концентрациях. В результате были получены почвенные смеси с содержанием торфа 20 и 200 г/кг (варианты 3 и 4), сапропеля – 20 и 200 г/кг (варианты 5 и 6) и кизельгура 10 и 50 мл/кг (варианты 7 и 8). Вся экспериментальная матрица состояла из 8 вариантов (табл. 1).

Таблица 1 – Схема эксперимента

Номер варианта	Вариант
1	Песок чистый (контроль 1)
2	Песок, загрязненный нефтью (5,0 %) (контроль 2)
3	Песок, загрязненный нефтью (5,0 %) + торф (20 г/кг)
4	Песок, загрязненный нефтью (5,0 %) + торф (200 г/кг)
5	Песок, загрязненный нефтью (5,0 %) + сапропель (20 г/кг)
6	Песок, загрязненный нефтью (5,0 %) + сапропель (200 г/кг)
7	Песок, загрязненный нефтью (5,0 %) + кизельгур (10 мл/кг)
8	Песок, загрязненный нефтью (5,0 %) + кизельгур (50 мл/кг)

Через несколько дней после подготовки почвенных смесей одновременно были высажены сеянцы двух видов растений на стадии семядольных листьев в пластмассовые стаканчики объемом 200 мл в трех повторностях. В каждый стаканчик высаживали по 3 сеянца. Растения помещали в условия фитотрона с фотопериодом 18 часов / 6 часов (день/ночь). На 21-й день после высадки во всех вариантах анализировали состояние корневых систем исследуемых растений. Для этого измеряли длину главного корня и подсчитывали количество боковых корней у растений тагетеса и количество придаточных корней – у канареечника.

Полученный цифровой материал обработан методами математической статистики [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 представлены данные относительно длины главного корня растений тагетеса. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что изучаемый показатель во многих вариантах сопоставим с контролем 1. Но лучший показатель отмечен для варианта 6.

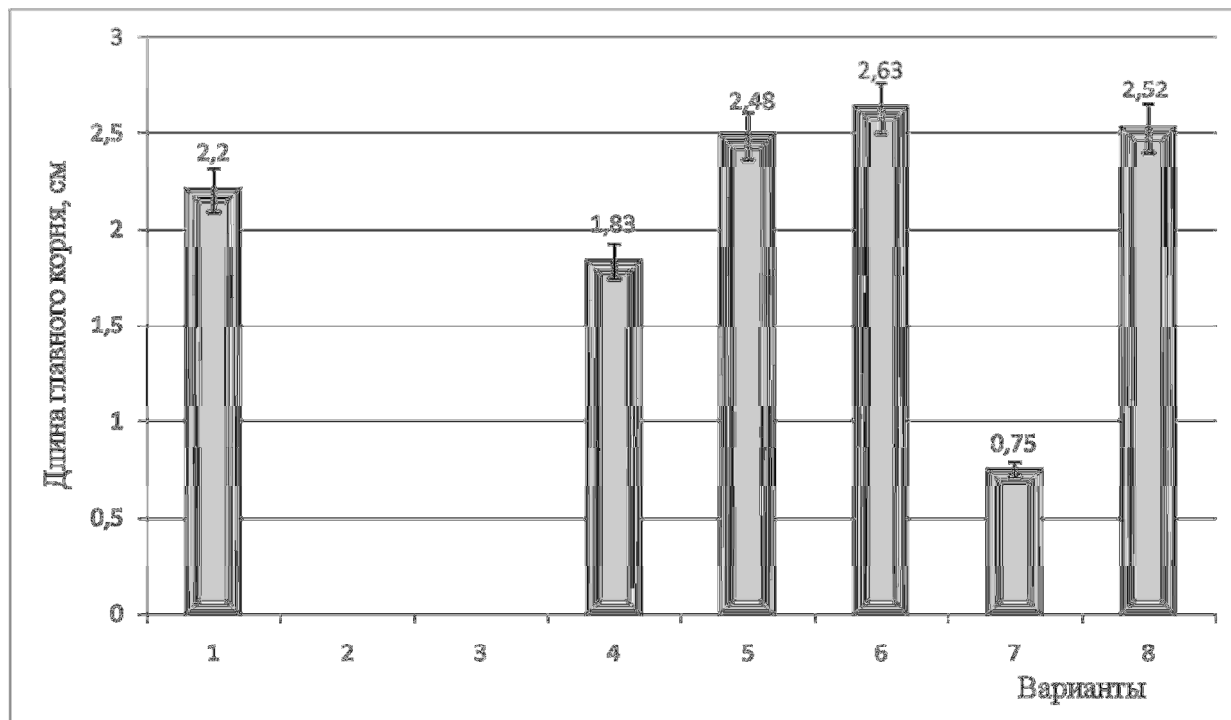


Рисунок 1 – Влияние нефтяного загрязнения и внесения адсорбирующих добавок на длину главного корня растений тагетеса

В таблице 2 приведены экспериментальные результаты, касающиеся степени развития корневых систем растений тагетеса и канареечника в условиях нефтяного загрязнения почвы и при внесении адсорбирующих добавок.

Что же касается другого исследуемого показателя – количества боковых корней, то у растений тагетеса во всех опытных вариантах их количество существенно уступало контрольным значениям. В вариантах 6 и 8 количество боковых корней было наибольшим среди опытных вариантов и составило, соответственно, 86,7 и 67,4 % по отношению к контрольным величинам.

На рисунке 2 представлен общий вид растений тагетеса контрольного и опытных вариантов. В частности, можно наблюдать значительное улучшение состояния и степени развития корневой системы растений этого вида при внесении сапропеля в концентрации 200 г/кг на фоне 5 % загрязнения субстрата нефтью по сравнению с более низким содержанием сорбента при том же уровне загрязнения (варианты 5 и 6).

На развитие корневых систем растений канареечника положительный эффект оказывало внесение всех трех изучаемых органических сорбентов, о чем свидетельствуют экспериментальные данные, приведенные в табл. 2 и на рис. 3.

Таблиця 2 – Влияние внесения адсорбентов на морфометрические характеристики корневой системы растений тагетеса и канареечника в условиях нефтяного загрязнения

Вариант	Тагетес прямостоячий, количество боковых корней, шт.	Канареечник канарский, количество придаточных корней, шт.
1.	$7,67 \pm 0,29$	$3,89 \pm 0,42$
2.	–	–
3.	–	–
4.	$1,83 \pm 0,60$	$2,33 \pm 0,42$
5.	$3,50 \pm 0,50$	$4,50 \pm 2,52$
6.	$6,67 \pm 0,21$	$3,00 \pm 0,68$
7.	$3,50 \pm 2,52$	$2,0 \pm 0,0$
8.	$5,17 \pm 1,22$	$2,83 \pm 0,54$



Рисунок 2 – Общий вид растений тагетеса прямостоячего:
1 – контрольный вариант (контроль 1);
5 и 6 – растения опытных вариантов



Рисунок 3 – Общий вид растений канареечника:
1 – контроль;
6 – растение опытного варианта

Таким образом, корневые системы исследованных растений реагировали на нефтяное загрязнение субстрата выращиваемого в меньшей степени, чем надземная часть. Надземная сфера растений тагетеса и канареечника практически во всех опытных вариантах развивалась значительно хуже по сравнению с чистым от нефти субстратом. Исключение составили вариант с использованием кизельгура (50 мл/кг) для тагетеса и канареечника, а также вариант с внесением сапропеля в количестве 200 г/кг для канареечника, где растения по степени развития надземной части не уступали растениям, находящимся в чистом песке. Данные о выживаемости и состоянии надземной сферы растений приведены в статье [9].

ВЫВОДЫ

1. Состояние и степень развития корневых систем растений тагетеса и канареечника в условиях нефтяного загрязнения характеризуются лучшими значениями при внесении в субстрат сапропеля и кизельгура, особенно в более высоких концентрациях.
2. Длина главного корня растений тагетеса в вариантах с добавлением в субстрат выращиваемого более высоких концентраций сапропеля и кизельгура превышала величину этого показателя у контрольных экземпляров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиковский Ю.И. Проблемы диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / [Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н.] // Почвоведение. – 2003. – № 9. – С. 1132–1140.
2. Молотков И.В. Фиторемедиация / И.В. Молотков, В.А. Касьяненко // Нефть. Газ. Промышленность. – 2005. – № 1(3). – С. 22–25.
3. Стольберг В.Ф. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / В.Ф. Стольберг, В.Н. Ладыженский, А.И. Спирин // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3. – С. 32–34.
4. Киреева Н.А. Подбор растений для фиторемедиации почв, загрязненных нефтяными углеводородами / [Киреева Н.А., Григориади А.С., Водопьянов В.В., Амирова А.Р.] // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 5 (2). – С. 184–187.
5. Калюжин В.А. Очистка воды и почвы от нефти и нефтепродуктов с помощью культуры микробов-деструкторов [Электронный ресурс] / В.А. Калюжин, С.В. Лушников, К.Н. Завгороднев. – Режим доступа: www.priborservice.ru/ecology031.html.
6. Таскаев А.И. Корневищный способ фиторекультивации почвы от нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс] // Патент № 2010123987/13 от 11.06.2010. – Режим доступа www.findpatent.ru/patent/244/2440199.html.
7. Ариткин А.Г. Инновации в интенсификации аграрного производства / [Электронный ресурс] / А.Г. Ариткин, Т.Ю. Сушкова, А.Х. Куликова // Инновационная экономика. – 2007. – № 10 // Режим доступа: www.innov.etu.ru.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 320 с.
9. Яковлева-Носарь С.О. Повышение выживаемости и улучшение состояния надземной части растений в условиях нефтяного загрязнения почвы / Яковлева-Носарь С.О., Полякова И.А., Лях В.А. // Вісник ЗНУ. – 2013. – № 2. – С. 10–15.

Работа выполнена в рамках хоздоговора с Восточной Торфяной Компанией.