

РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ ГОРЧИЦЫ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ СУБСТРАТА НЕФТЬЮ

С.О. Яковлева-Носарь, И.А. Полякова, В.А. Лях

Запорожский национальный университет

Исследовано влияние адсорбирующих добавок на выживаемость растений, состояние корневой системы и степень развития листьев на ранних стадиях развития у горчицы сарептской на фоне нефтяного загрязнения субстрата выращивания. Установлено, что внесение торфа, сапропеля (20–200 г/кг) и кизельгура (10–50 мл/кг) в песок с 5 % загрязнением нефтью благоприятно влияет на изученные показатели. Наблюдалась более выраженная положительная реакция на присутствие адсорбентов таких показателей как выживаемость растений и количество боковых корней.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, адсорбирующая добавка, торф, сапропель, кизельгур, выживаемость, корневая система, настоящий лист, горчица сарептская.

Введение. Нефтяное загрязнение отличается от многих других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постепенную, а, как правило, «залповую» нагрузку на среду, вызывая быструю ответную реакцию. С целью увеличения скорости ремедиации почвенных экосистем и, как следствие, уменьшения негативного воздействия на них применяют различные технологии восстановления нефтезагрязненных почв. При этом выделяют категории технологий *in situ* и *ex situ*. Технологии *ex situ* используются для обработки загрязненной почвы, предварительно удаленной с поверхности выделенного участка земли. Технологии *in situ* имеют преимущества вследствие непосредственного применения их на месте загрязнения. В результате снижается риск воздействия загрязняющих веществ на человека и окружающую среду во время извлечения, транспортировки и восстановления загрязненных участков почв, что, в свою очередь, обеспечивает экономию средств. Одной из подобных технологий является фиторемедиация [1]. Также для ускорения процесса очищения почвы от нефти и нефтепродуктов и повышения его эффективности предлагается использовать различные адсорбенты, в том числе и органические [2].

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

Материал и методы исследования. Объектом изучения выступали растения горчицы сарептской (*Brassica juncea* Czern.) сорта Дижонка селекции Института масличных культур НААН, которая является относительно толерантной к загрязнению почвы нефтепродуктами [3]. Горчица может представлять интерес и как сидеральная культура.

В качестве сорбентов использовали 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 [4]. 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 % (контроль 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

№ 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 семена горчицы на стадии семядольных листьев в пластмассовые стаканчики объемом 200 мл в трех повторностях. В каждый из трех стаканчиков высаживали по 3 семечка. Растения помещали в условия фитотрона с фотопериодом 18 часов/6 часов (день/ночь). На 5-ый и 21-ый день после высадки подсчитывали количество выживших растений. На 21-й день во всех вариантах оценивали также степень развития настоящих листьев в баллах (от 0 до 5) и анализировали состояние корневой системы исследуемых растений. Для этого измеряли длину главного корня и подсчитывали количество боковых корней.

Полученный цифровой материал обрабатывали методами математической статистики [5].

Результаты исследований и их обсуждение.

Как видно из таблицы 2, на чистом песке (контроль 1) все высаженные растения прижились и оставались живыми вплоть до окончания эксперимента. В варианте с внесением в песок нефти (контроль 2) семечки не прижились вообще.

Внесение в субстрат выращивания всех исследуемых органических адсорбентов, даже в меньших концентрациях, существенно улучшает ситуацию. Так, в варианте с присутствием торфа и сапропеля (20 г/кг) выживаемость растений горчицы в конце эксперимента составила в обоих случаях по 11,1 %. Кизельгур в концентрации 10 мл/кг способствовал значительному повышению выживаемости горчицы: этот показатель составил 33,3 %.

Влияние почвенных добавок на выживаемость растений в условиях нефтяного загрязнения субстрата, %
(данные за 2013 год)

Вариант	Выживаемость растений горчицы, %		Вариант	Выживаемость растений горчицы, %	
	на 5-й день	на 21-й день		на 5-й день	на 21-й день
1	100	100	5	22,2±13,9	11,1±10,5
2	0	0	6	100	100
3	11,1±10,5	11,1±10,5	7	33,3±15,7	33,3±15,7
4	100	100	8	88,8±10,5	88,8±10,5

В вариантах с использованием более высоких уровней торфа и сапропеля наблюдалась 100%-ная выживаемость растений, а кизельгура – 88,8 %. В результате проведенных экспериментов установлено, что в целом все изученные органические адсорбенты положительно влияют на степень развития настоящих листьев растений горчицы на фоне нефтяного загрязнения субстрата выращивания (рис. 1). Однако уровня развития листьев, зафиксированного у экземпляров из контрольного варианта 1, не удалось получить ни в одном из опытных вариантов.

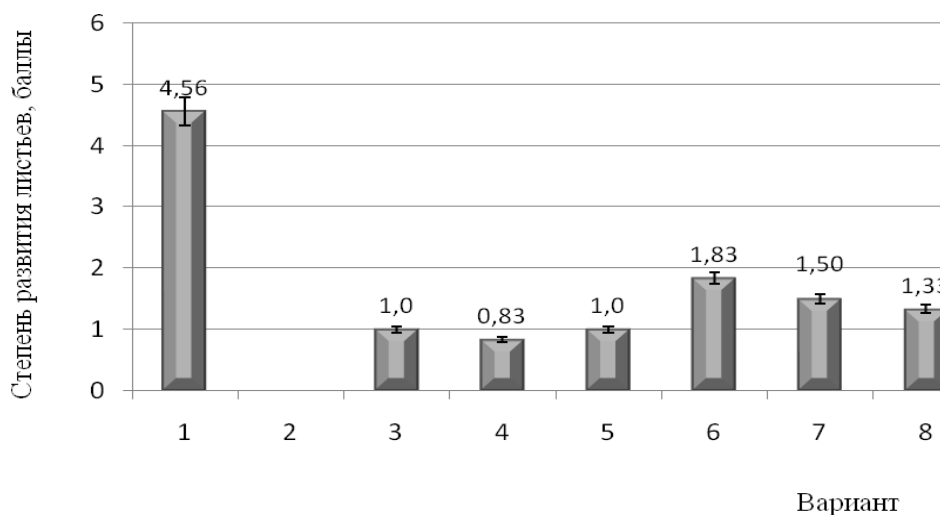


Рис. 1. Влияние адсорбентов на степень развития настоящих листьев растений горчицы

Представленные в таблице 3 данные свидетельствуют о более значительном положительном воздействии на рост главного корня растений горчицы внесения сапропеля и кизельгура, чем торфа.

В целом прослеживается тенденция к увеличению количества боковых корней у растений горчицы при использовании адсорбирующих добавок на фоне нефтяного загрязнения, особенно их более высоких концентраций (табл. 3).

Таблица 3

Состояние корневой системы растений горчицы при внесении различных адсорбентов в субстрат, загрязненный нефтью
(данные за 2013 год)

Вариант	Длина главного корня, см	Количество боковых корней, шт.
1	2,91 ± 0,55	5,89 ± 0,65
2	–	–
3	1,0	4,0
4	0,88 ± 0,11	6,33 ± 0,88
5	2,4	7,0
6	1,77 ± 0,23	7,17 ± 0,79
7	1,75 ± 0,35	6,50 ± 0,51
8	1,60 ± 0,28	5,00 ± 0,63

Выводы. В результате проведенных экспериментов установлено, что внесение органических адсорбентов (торфа, кизельгура, сапропеля) существенно улучшает выживаемость семян, а также характеристики роста и развития растений горчицы сарептской на фоне нефтяного загрязнения субстрата выращивания. По степени положительной реакции на присутствие адсорбентов можно составить следующий ранжировочный ряд изученных показателей: выживаемость семян, количество боковых корней, длина главного корня, степень развития настоящих листьев.

Литература

1. Ротарь О.В. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных грунтов / Ротарь О.В., Искрижицкая Д.В., Искрижицкий А.А. // Международный научно-исслед. журнал. Химические науки. ISSN 2227-6017. ПИ № ФС 77-51217. – 2013. – № 7. Электронный ресурс. Режим доступа www.research-journal.org.
2. Молотков И.В. Фиторемедиация / И.В. Молотков, В.А. Касьяненко // Нефть. Газ. Промышленность. – 2005. – № 1 (3). – С. 22-25.
3. Бодня М.С. Ликвидация нефтяного загрязнения почв с использованием адсорбционных материалов / М.С. Бодня // Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферно-совместимых систем. Международная научно-техническая интернет-конференция. – 2010. Электронный ресурс. Режим доступа www.ecology.ostu.ru/index.php/konferentsiya-2010.
4. Падерова К. Влияние отходов пивоваренной промышленности на нефтезагрязненную черноземную почву / К. Падерова, Е.Ю. Руденко // Молодежный инновационный форум Приволжского федерального округа / Конкурс научно-технического творчества молодежи: Ульяновск, 2011. Электронный ресурс. Режим доступа <http://ify.ulstu.ru>.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 320 с.

РЕАКЦІЯ РОСЛИН ГІРЧИЦІ НА ЗАБРУДНЕННЯ СУБСТРАТУ НАФТОЮ

С.О. Яковлєва-Носарь, І.О. Полякова, В.О. Лях

Досліджено вплив адсорбуючих домішок на виживання рослин, стан кореневої системи і ступінь розвитку листків на ранніх стадіях розвитку в гірчиці сарептської на тлі нафтового забруднення субстрату вирощування. Встановлено, що внесення торфу, сапропелю (20-200 г/кг) та кизельгуру (10-50 мл/кг) у пісок з 5 % забрудненням нафтою сприятливо впливає на вивчені показники. Спостерігалася більш виражена позитивна реакція на присутність адсорбентів таких показників як виживання рослин і кількість бічних коренів.

Ключові слова: нафтове забруднення, адсорбуюча добавка, торф, сапропель, кизельгур, виживаність, коренева система, справжній листок, гірчиця сарептська.

MUSTARD PLANT RESPONSE TO OIL POLLUTION OF A SUBSTRATE

S.O. Yakovleva-Nosar', I.A. Poliakova, V.A. Lyakh

The influence of the adsorbing additives on the survival of plants, the state of the root system and the degree of leaf development at early stages of development in mustard on a background of oil pollution of growing substrate. It was found that the addition of peat, sapropel (20-200 g / kg) and diatomaceous earth (10-50 ml / kg) in the sand with 5% oil pollution positively effects on the studied indicators. There was a strong positive response to the presence of adsorbents of such indicators as plant survival and the number of lateral roots

Key words: oil pollution, absorbent additive, peat, sapropel, diatomaceous earth, survival rate, root system, true leaf, Brown mustard.

Рецензент: І.В. Аксьонов, доктор с.-г. наук, заступник директора з наукової роботи Інституту олійних культур НААН.