

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА РАСТЕНИЯ

Емельянова Е. К.^{1,2}, Алексеев А. Ю.^{2,3}, Мокеева А. В.³, Заушинцена А. В.⁴,
Шестопапов А. М.^{2,3}, Забелин В. А.⁵, Резников В. А.³, Ильичева Т. Н.^{2,3}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Новосибирский государственный медицинский университет,
Новосибирск, Россия (630091, Новосибирск, Красный проспект, 52), emelen1@yandex.ru

² Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», Кольцово
Новосибирская обл., Кольцово, Россия (630559, Кольцово), shestopalov2@ngs.ru

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»,
Новосибирск, Россия (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2), al-alexok@ngs.ru

⁴ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет»,
Кемерово, Россия (650043, Кемерово, ул. Красная, 6), biooil2002@biosib.ru

⁵ Закрытое акционерное общество «Биоойл»,

Новосибирск, Россия (630091, Новосибирск, ул. Мичурина 12а, оф. 401), biooil2002@biosib.ru

В работе проведена оценка влияния нефтепродуктов на фитоценоз. Исследовали растительный покров в естественных и загрязненных нефтепродуктами (минеральное масло, дизельное топливо, 1 %, 5 %, 10 %) участках на полигоне в Кемеровской области. Также проведена оценка влияния препарата микроорганизмов-деструкторов нефтепродуктов «Биоойл-Югра». На загрязненных участках наблюдались 23 вида растений, что значительно ниже естественного фона – 54 вида. Всхожесть растений в загрязненной почве без внесения биопрепарата составляла менее 5 %. Биологическая продуктивность растений на загрязненных участках, обработанных биопрепаратом, была выше по сравнению с загрязненными участками, необработанными биопрепаратом. В лабораторных условиях проведена оценка влияния нефтепродуктов на всхожесть и линейные параметры овса на первых этапах роста и развития. В лабораторных условиях загрязнения почв отработанным минеральным маслом всхожесть семян овса с повышением концентрации загрязнителя падает на 20 %, а в сравнении с общим контролем (без загрязнения) на 46 %. Лабораторная всхожесть овса в вариантах, обработанных биопрепаратом, выше на 15 %, чем в вариантах без обработки.

Ключевые слова: нефтепродукты, биорекультивация, биоремедиация, микроорганизмы-деструкторы, поллютанты, минеральное масло, дизельное топливо.

SOME ASPECTS INFLUENCE PETROLEUM PRODUCTS ON PLANTS

Emelyanova E. K.^{1,2}, Alekseev A. Y.^{2,3}, Mokeeva A. V.³, Zaushincena A. V.⁴,
Shestopalov A. M.^{2,3}, Zabelin V. A.⁵, Reznikov V. A.³, Plyicheva T. N.^{2,3}

¹ Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia (630091, Novosibirsk, Krasniy prospekt, 52),
emelen1@yandex.ru

² State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR, Koltsovo, Novosibirsk region, Russia (630559, Koltsovo), shestopalov2@ngs.ru

³ Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia (630090, Novosibirsk, Pirogova st., 2), al-alexok@ngs.ru

⁴ Kemerovo State University, Kemerov, Russia (650043, Kemerovo, Krasnaya st., 6), biooil2002@biosib.ru

⁵ Joint Stock Company Biooil, Novosibirsk, Russia (630091, Novosibirsk, Michurina st. 12a, of. 401),
biooil2002@biosib.ru

The paper assessed the impact of oil on phytocoenosis. Investigated the vegetation in natural and contaminated petroleum products (mineral oil, diesel fuel, 1 %, 5 %, 10 %) sites on the polygon in the Kemerovo region. Also assess the effects of the oil-destructor "Biooil-Ugra". On contaminated sites were observed 23 species of plants, that is much lower than on the natural sites - 54 species. Germination of plants in contaminated soil without making oil-destructor was less than 5 %. Biological productivity of plants on contaminated sites treated oil-destructor, was higher compared to the contaminated sites, untreated oil-destructor. In the laboratory, evaluated the influence of oil on the germination and linear parameters of oats in the early stages of growth and development. Oat seed germination with increasing concentration of the pollutant (mineral oil) decreases by 20

%, and in comparison with the control (no pollution) by 46 %. Germination of oats increased by 15 % in the treated destructor models.

Keywords: petroleum products, bioremediation, microorganisms-destructors, pollutants, mineral oil, diesel fuel.

Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами продолжает оставаться актуальным для нефтедобывающих территорий Сибири. Токсичность нефтепродуктов по отношению к растениям и влияние нефти на фитоценозы исследовалась многими специалистами [1, 5, 6] с использованием таких параметров, как всхожесть, выживаемость, урожайность растений и др., с формированием геоботанических площадок или в естественных условиях.

Нефтяные углеводороды подвержены деградации в результате фото- и химического окисления, но основную роль в их разложении играют микроорганизмы. Однако не существует ни одного вида микроорганизмов, способного деградировать все компоненты сырой нефти, и ее полное разложение требует участия консорциума микроорганизмов-деструкторов различных таксономических групп [3]. Помимо микроорганизмов значительную роль в процессе деградации различных поллютантов, в том числе нефтепродуктов (дизельное топливо, минеральное масло) играют растения. На сегодняшний день существуют многочисленные экспериментальные данные, наглядно демонстрирующие, что растения обладают целым рядом защитных механизмов, с помощью которых они противостоят токсичному действию чужеродных веществ. Основные достоинства фито- и биоремедиации состоят в возможности рекультивации больших территорий, относительно низкой стоимости по сравнению с другими технологиями, высокой эффективности и отсутствии негативного воздействия на окружающую среду [4]. Таким образом, в процессе очистки почвы от нефти и нефтепродуктов, по-видимому, следует сочетать свойства микроорганизмов-деструкторов и растений, ассоциированных с ними.

Целью работы являлась оценка влияния нефтепродуктов на фитоценоз.

Материал и методы исследования

Объектами исследований являлись растительный покров в естественных условиях и на опытных, загрязненных нефтепродуктами делянках полигона в Кемеровской области, микроорганизмы-нефтедеструкторы, культурные виды растений, использованные для рекультивации почв. В качестве микроорганизмов-деструкторов применяли биологический препарат марки «БИООЙЛ - ЮГРА», выпущенный в ЗАО «Биоойл», производимый для очистки нефтезагрязненных земель на севере России. Содержание жизнеспособных клеток в составе препарата не менее 10^{10} КОЕ в 1г. Количество препарата для обработки 1 га нефтезагрязненных земель составляло 5–10 г.

Исследования проводили полевым и лабораторным способом. Полевые исследования включали геоботаническое исследование территории научного полигона, опыты по загрязнению почв дизельным топливом и отработанным минеральным маслом в разных концентрациях (1 %, 5 %, 10 %), биологическую рекультивацию почв с помощью микробиологического препарата. Всего на опытном участке было заложено 14 делянок (включая две контрольные) размером 1,5 м на 2 м, между участками оставлена буферная зона 2 м на 2 м. Внесение нефтепродуктов осуществляли до конечной концентрации в верхнем почвенном слое (10 см) 10 %. Внесение микробиологического препарата производили спустя 2 суток. Всего было проведено 3 обработки биопрепаратом с интервалом в 10 дней. Наблюдение осуществляли в течение 70 дней.

Лабораторные исследования включали опыты по влиянию нефтепродуктов на всхожесть и линейные параметры овса на первых этапах роста и развития. Определение всхожести семян и линейных параметров проведено рулонным методом в соответствии с ГОСТ [2]. Учет результатов опыта проводили на седьмые сутки. Показатель всхожести рассчитывали в процентах числа нормально проросших семян к общему их количеству, взятому для проращивания.

Результаты исследований и их обсуждение

До закладки опыта на территории научного полигона видовой состав растительного покрова включал в себя 54 вида. Видовой учет растительности на опытных и контрольных вариантах в конце вегетативного сезона показал существенную деградацию. Из общего числа ранее выявленных видов обнаружено только 42,5 %. Наиболее распространенными, независимо от концентрации загрязнения нефтепродуктами, являлись: бодяг щетинистый (на всех опытных вариантах), пикульник двунадрезный (на 6 из 12), ярутка полевая (на 5 из 12), звездчатка средняя (на 4 из 12). Эти растения относятся к группе сорняков и, вероятно, поэтому имеют более высокую жизнеспособность, чем другие виды. Всхожесть растений в загрязненной почве без внесения биопрепарата составляла менее 5 % (рис. 1).

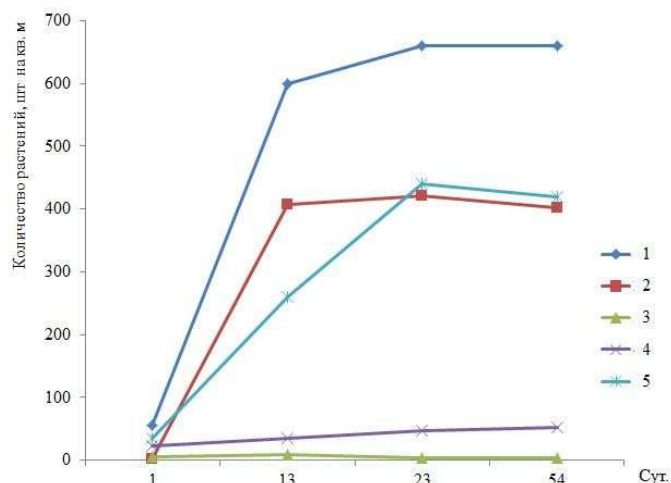


Рис. 1. Восстановление растительного покрова после загрязнения нефтепродуктами

Обозначения:

- 1 – контрольный чистый участок,
- 2 – участок, загрязненный дизельным топливом, обработанный биопрепаратом,
- 3 – участок, загрязненный дизельным топливом без обработки биопрепаратом,
- 4 – участок, загрязненный минеральным маслом без обработки биопрепаратом,
- 5 - участок, загрязненный минеральным маслом, обработанный биопрепаратом.

Биологическая продуктивность растений на загрязненных участках, обработанных биопрепаратом, во всех вариантах опытов с различными нефтепродуктами и их концентрациями была выше по сравнению с загрязненными участками, необработанными биопрепаратом (табл. 1, 2).

Таблица 1. Биомасса растений в пересчете на сухое веществ (г/м²) на участках, загрязненных отработанным минеральным маслом

Варианты	Время взятия проб								
	июль			август			сентябрь		
	В	К	О	В	К	О	В	К	О
Общий контроль	130,3	41,7	172,0	202,7	97,6	300,3	347,7	260,8	608,5
1 % без биопрепарата	33,2	15,2	48,4	62,0	61,0	123,0	522,4	264,0	786,4
1 % + биопрепарат	45,9	21,9	67,3	105,6	97,5	202,8	528,0	374,4	902,4
5 % без биопрепарата	31,2	13,8	45,0	63,6	47,2	110,8	379,2	39,2	418,4
5 % + биопрепарат	56,5	26,3	70,8	146,0	48,0	194,0	424,0	347,2	701,2
10% без биопрепарата	10,4	2,8	13,2	54,6	41,3	95,9	162,0	100,8	262,8
10 % + биопрепарат	47,6	19,4	66,7	66,7	48,0	114,7	544,8	30,0	574,8

Обозначения:

- В – биомасса вегетативных надземных органов;
- К – биомасса корней;
- О – общая биомасса растений.

Таблица 2. Биомасса растений в пересчете на сухое вещество (г/м²) на участках, загрязненных дизельным топливом

Варианты	Время взятия проб								
	июль			август			сентябрь		
	В	К	О	В	К	О	В	К	О
Общий контроль	130,3	41,7	172,0	202,7	97,6	300,3	347,7	260,8	608,5
1 % без биопрепарата	22,5	7,7	30,2	86,6	18,6	115,2	108,8	22,4	123,2
1 % + биопрепарат	27,4	9,5	36,9	98,3	27,1	126,4	440,0	63,2	503,2
5 % без биопрепарата	12,0	4,0	16,0	87,4	13,5	100,9	172,8	34,0	206,8
5 % + биопрепарат	34,2	7,6	41,8	100,0	16,0	116,0	168,0	66,0	234,0
10% без биопрепарата	8,7	2,4	11,1	48,0	6,0	54,0	70,4	14,4	84,8
10 % + биопрепарат	15,6	5,0	20,6	57,6	6,6	124,2	90,4	34,8	125,2

Обозначения:

В – биомасса вегетативных надземных органов;

К – биомасса корней;

О – общая биомасса растений.

В ходе проведения модельного лабораторного эксперимента выявлено, что на 7 сутки всхожесть овса появилась в контрольном варианте, в первых двух (1 %, 5 %) вариантах загрязнения почвы отработкой минерального масла и в варианте загрязнения почвы дизельным топливом в концентрации 1 %. В условиях контроля всхожесть составляла 80 % от числа высеянных семян. В опытном варианте с загрязнением 1 % отработкой минерального масла составляла 54 % от числа посеянных семян, с загрязнением 5 % отработки минерального масла составляла 34 % от числа посеянных семян. При загрязнении дизельным топливом всходы появились только на варианте с 1 %-ной концентрацией загрязнения (24 %), это на 56 % ниже контроля. Лабораторная всхожесть овса в вариантах, обработанных биопрепаратом, выше на 15 %, чем в вариантах без обработки.

Длина корней в контрольном варианте в среднем составила 46 см. В двух первых опытных вариантах отмечено превышение показателей на 11–17 % по сравнению с контролем, а в случае загрязнения дизельным топливом выявлено снижение признака (на 12 % по отношению к контролю). Коэффициент вариации признака составляет 6,14 %, что подтверждает его слабую изменчивость.

По длине ростков выявлено достоверное различие лишь в варианте с 1 % загрязнением отработанным минеральным маслом. Депрессия признака составляла 12 % по отношению к контролю. В двух других случаях отмечены показатели на уровне контроля. Выяснено, что загрязнение дизельным топливом в большей степени снижает всхожесть овса.

В ходе проведения второго модельного лабораторного опыта по загрязнению почв отработкой минерального масла и дизельным топливом в концентрациях: 1 %, 5 %, 10 % и внесению нефтедеструкторов «Биоойл-ЮГРА» всхожесть овса наблюдалась во всех опытных вариантах. В условиях контроля она составляла 86 % от числа высеянных семян. В

опытном варианте с загрязнением 1 % отработкой минерального масла составляла 70 % от числа посеянных семян, с загрязнением в концентрации 5 % отработкой минерального масла составляла 42 % от числа посеянных семян, с загрязнением 10 %-ой концентрацией отработанного минерального масла она составляла 22 % от числа посеянных семян. При загрязнении 1 %-ной концентрацией дизельным топливом составляла 52 % от числа посеянных семян; 5 %-ной концентрацией – 40%; 10 %-ной концентрацией дизельного топлива составляла 10 % от числа посеянных семян.

При сравнении первого и второго опытов следует отметить то, что длина корней и длина ростков выше в первом опыте, но также следует подчеркнуть то, что масса растений овса выше во втором случае.

Заключение

Выявлен высокий уровень деградации растительного покрова под влиянием загрязнения почвы нефтепродуктами – 57,5 %. В лабораторных условиях загрязнения почв отработанным минеральным маслом всхожесть семян овса с повышением концентрации загрязнителя падает на 20 %, а в сравнении с общим контролем (без загрязнения) на 46 %. При загрязнении дизельным топливом всходы появились только в опытном варианте с 1 %-ной концентрацией загрязнения (всхожесть 24 %), это на 56 % ниже контроля. Лабораторная всхожесть овса в вариантах, обработанных биопрепаратом, выше на 15 %, чем в вариантах без обработки.

Список литературы

1. Алексеев А. Ю., Забелин В. А., Куц С. А., Пушкарев Н. С. Практика биологической рекультивации // Нефтяное хозяйство. – 2006. – №12. – С. 98-99.
2. ГОСТ 12.0.38.-84 «Семена сельскохозяйственных культур».
3. Емельянова Е. К., Алексеев А. Ю., Мокеева А. В., Тарасова М. В., Шестопалов М. А., Карпова Е. В., Забелин В. А., Шестопалов А. М., Ильичева Т. Н. Биорекультивация загрязненных нефтью объектов в Тюменской области // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2010. – Т. 8, вып. 4. – С. 155-161.
4. Мокеева А. В., Алексеев А. Ю., Емельянова Е. К., Забелин В. А., Заушинцева А. В., Тараканова А. С., Шестопалов А. М., Ильичева Т. Н. Ассоциация штаммов бактерий-нефтедеструкторов для ремедиации нефтезагрязненных территорий // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2011. – Т. 9, № 3. – С. 27-34.

5. Назаров А. В., Иларионов С. А. Изучение причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв // Письма в Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2005. – № 1. – С. 60-65.
6. Суслонов А. В. Влияние нефтяного загрязнения почв на формирование растительного покрова // Молодой ученый. – 2012. – №3. – С. 116-118.

Работа проводилась при финансовой поддержке ЗАО «Биоойл», (г. Новосибирск) и Министерства образования и науки Российской Федерации (ГК 16.740.11.0681, ГК 16.512.11.2160).

Рецензенты:

Беднаржевский Сергей Станиславович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» Сургутского государственного университета, г. Сургут.

Загребельный Станислав Николаевич, д.б.н., профессор кафедры химии окружающей среды Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск.