

## ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Баландина А.В.<sup>1</sup>, Жилкин С.М.<sup>2</sup>, Кузнецов Д.Б.<sup>1</sup>, Дубровина С.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Пермская государственная фармацевтическая академия, Пермь, Россия (614077, г. Пермь, бульв. Гагарина, 81), e-mail: denis.pfa@gmail.com

<sup>2</sup>ЗАО «Пермский центр по АСУ», Пермь, Россия (614007, г. Пермь, ул. Н. Островского, 65), e-mail: cap\_il@mail.ru

---

В процессе загрязнения в почве изменяется живая экосистема, происходит истощение почвы ценными питательными компонентами, нарушается баланс между азотом, фосфором, углеводом, калием и т.д. В задачи работы входила оценка агрохимического состояния опытных площадок, которые были рекультивированы. В условиях модельного опыта на почвах, которые были загрязнены нефтью, в сравнении использования разных препаратов произведена оценка по содержанию в почве минеральных веществ, необходимых для жизнедеятельности растений (азот, фосфор, калий). Основным критерием оценки проведенной восстановительной работы после загрязнения являлась способность растений адаптироваться и расти в антропогенных и не антропогенных условиях среды. Обнаружено, что препаратами, увеличивающими содержание подвижных форм питательных элементов в почве, являются «Урожай С», «Альбит» и «Экоорганика». Они способствуют восстановлению агрохимического состояния и разложению нефти на всех этапах рекультивации в загрязненной углеводородами почве.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, агродерново-карбонатные почвы, деструкция нефти, препараты, рекультивация почвы.

## RESILIENCE OF OIL-CONTAMINATED SOILS USING DIFFERENT PREPARATIONS

Balandina A.V.<sup>1</sup>, Zhylykyn S.M.<sup>2</sup>, Kuznetsov D.B.<sup>1</sup>, Dubrovina S.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Perm State Pharmaceutical Academy, Perm, Russia (614000, Perm, Gagarin Boulevard, 2), e-mail: denis.pfa@gmail.com

<sup>2</sup>JSC «Perm center for ASU», Perm Russia (614077, Perm, N. Ostrovskogo, 65), e-mail: cap\_il@mail.ru

---

In the process of soil contamination varies live ecosystem are depleted soil valuable nutrients, balance is disturbed between nitrogen, phosphorus, carbohydrates, potassium, etc. The objective of the work was to evaluate the state of agrochemical pilot sites that have been recultivated. In conditions of modeling experience in soils that have been contaminated with oil, compared to the use of different preparations evaluated on the content in the soil of minerals, necessary for plant life (nitrogen, phosphorus, potassium). The basic criterion for evaluating the recovery work after the contamination was the ability of plants to adapt and grow in the anthropogenic and not in anthropogenic environmental conditions. It is found that preparations that increase the content of mobile forms of nutrients in the soil are "Urozhaj S", "Albit" and "Ecoorganica." It helps to restore the state of the agrochemical and the decomposition of oil at all stages of remediation of hydrocarbon-contaminated soil.

Keywords: oil pollution, agrodrenzina, destruction of oil products, remediation of soils.

Загрязнение окружающей среды нефтяной промышленностью становится глобальной международной проблемой, а нефть и нефтепродукты признаны наиболее сильным загрязнителем окружающей среды, наносящим ущерб биосфере. Отдельные территории, вследствие разливов нефти, по состоянию окружающей среды приближаются к районам экологического бедствия. Создается угроза устойчивой, часто необратимой, трансформации всех видов компонентов природной среды, что приводит к изменению нормального функционирования природных экосистем и ухудшению условий жизни растений, животных и человека. Добыча нефти и производство нефтепродуктов по опасности воздействия на окружающую среду занимает третье место в числе 130 опасных современных производств

[4]. Разлитая на почву нефть создает значительную нагрузку на нее, нанося большой ущерб сельскому хозяйству и природе. Нефтяные загрязнения вызывают глубокие изменения физико-химических и биологических свойств почв [5]. Несмотря на множество работ по восстановлению почв, обилие созданных биопрепаратов, без внимания исследователей осталась проблема ремедиации агродерново-карбонатных почв, подверженных нефтезагрязнению в районах нефтедобычи Уральского региона [1].

В процессе загрязнения в почве изменяется живая экосистема, происходит истощение в почве наиболее ценных питательных компонентов, нарушается баланс между азотом, фосфором и калием. В почвах, загрязненных нефтью, ухудшается азотный режим, уменьшается содержание подвижных фосфора и калия [7]. Изменения, происходящие при загрязнении нефтепродуктами, в первую очередь связаны с нарушением водно-воздушного режима в результате заполнения ими порового пространства, склеивания структурных отдельностей и образования битуминозной корки. Таким образом, первичные окислительные условия в почвах меняются на окислительно-восстановительные и восстановительные. Возникновение анаэробнозиса приводит к подавлению нитрификации и усилению аммонификации фосфором, углеводом, калием и т.д. [6]. Подбор различных препаратов для проведения рекультивации имеет большое значение в восстановительном процессе почв, загрязненных нефтью [3].

#### **Методы лабораторных исследований**

Использованы следующие методы почвенных исследований: рН водной и солевой суспензии (потенциометрия); содержание углерода органических соединений (ГОСТ 23740-79); содержание нитратного азота (ГОСТ Р53219-2008); содержание подвижных соединений калия (метод Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207)); содержание подвижных соединений фосфора (метод Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ-26205)); массовая доля нефтепродуктов (метод люминесцентно-капиллярного без эталонного полуколичественного анализа (РД-39-0147098-015-90)); содержание углеводов нефти (метод жидкостной хроматографии (РД-39-0147098-015-90)).

#### **Методика полевых опытов**

Мелко-деляночные полевые опыты проведены на территории опытного участка в Ильинском районе Пермского края. Объектом исследований были агродерново-карбонатные почвы, которые сформировались на пермских карбонатных породах. Эти почвы занимают 288 тыс. га, 1,8% территории Пермского края; распаханно 203 тыс. га дерново-карбонатных почв. Данные почвы рекомендованы для включения в Красную книгу почв Пермского края [2].

## **Содержание углеводов нефти и агрохимическая характеристика почв модельных опытов**

Основным критерием оценки проведенной восстановительной работы после загрязнения была способность растений адаптироваться и расти в антропогенных и не антропогенных условиях среды. Рекультивацию можно считать завершенной после создания густого и устойчивого травостоя, при этом концентрация остаточных нефтепродуктов со значениями КО>90% не должна превышать в среднем по участку 8,0 весовых % в органогенных и 1,5% в минеральных и смешанных грунтах [8].

В задачи исследований входило агрохимическое состояние опытных площадок, подвергнутых рекультивации. Оценка велась по содержанию в почве азота, фосфора, калия, также изучалась эффективность препаратов в условиях модельного опыта.

Результаты исследования смешанных образцов с площадок, подвергнутых рекультивации, показали, что проведенные мероприятия существенно не влияют на изменение актуальной кислотности. Значение актуальной кислотности в фоновых и образцах почв, которые были загрязнены нефтью, находилось на уровне нейтральной или слабощелочной среды и не превышало 0,5 единицы рН. Содержание общего углерода непосредственно связано с количеством внесенной нефти. Исходное содержание общего углерода составляло 1,6%.

В опытных образцах, где применили удобрение «Диаммонийфосфат», содержание углерода составляло 9,3% при нагрузке нефти 10%, что свидетельствует о низкой эффективности воздействия на углерод. Наиболее эффективное влияние на содержание остаточного углерода в почве было обнаружено с нагрузками нефти от 5 до 20% при использовании препаратов «Экоорганика» (3,7,10%), «Альбит» (2,6,9%) и «Урожай-С» (2,8,10%) (табл. 1).

В результате проведенных исследований по воздействию различных препаратов на разложение нефти в почве было выявлено, что препараты «Экоорганика» и «Урожай-С» приводят к снижению содержания УВ (углеводородов) при нагрузке 5, 10, 20% нефти в почве на 15, 11, 10% соответственно, по сравнению с контролем. Использование препарата «Альбит» при этих же нагрузках приводит к снижению содержания УВ нефти на 18, 15, 11% по сравнению с контролем. Меньше всего на разложение углеводов, от 5 до 20%, оказало применение удобрения «Диаммонийфосфат» и препарата «Гумат» на 8, 2, 1% и 5, 2, 2% соответственно.

Таблица 1

Значение актуальной кислотности, содержания УВ и углерода в нефтезагрязненных и фоновых образцах агродерново-карбонатной почвы после 3 этапа рекультивации

№	Площадка (нагрузка нефти, %)	pH H <sub>2</sub> O	УВ,%	С,%
1.	Почва без нефти	7,25	-	1,64
2.	Почва + нефть (Конт.) 20	7,40	20	-
3.	Почва + нефть (Конт.) 10	7,39	10	-
4.	Почва + нефть (Конт.) 5	7,28	5	-
5.	Почва + нефть 20 + Урожай-С	7,32	10	10,02
6.	Почва + нефть 10 + Урожай-С	7,35	6	8,8
7.	Почва + нефть 5 + Урожай-С	7,30	2	4,2
8.	Почва + нефть 20 + диаммонийфосфат	7,70	12	11,3
9.	Почва + нефть 10 + диаммонийфосфат	7,60	8	9,4
10.	Почва + нефть 5 + диаммонийфосфат	7,50	4	8,3
11.	Почва + нефть 20 + Альбит	7,54	9	9,8
12.	Почва + нефть 10 + Альбит	7,44	6	8,8
13.	Почва + нефть 5 + Альбит	7,34	2	3,8
14.	Почва + нефть 20 + Гумат	7,36	15	13,8
15.	Почва + нефть 10 + Гумат	7,32	8	10,8
16.	Почва + нефть 5 + Гумат	7,23	3	5,2
17.	Почва + нефть 20 + Экоорганика	7,37	10	9,9
18.	Почва + нефть 10 + Экоорганика	7,27	7	9,2
19.	Почва + нефть 5 + Экоорганика	7,26	3	3,9

Следовательно, наиболее эффективным в разложении нефти оказалось использование препарата «Урожай-С» и «Альбит» при нагрузке 10%. Препараты «Гумат» и «Экоорганика» проявили свое действие при нагрузке 5%. Менее эффективным оказалось использование удобрения «Диаммонийфосфата».

На основании полученных результатов по содержанию нитратного азота в почве, подвергнутой рекультивации, установлено, что при загрязнении вместе с углеводородами нефти в почву дополнительно поступают нитраты в виде солей, которые переходят в водную вытяжку при исследовании образцов. Так, в контрольном образце, загрязненном нефтью, но не обработанном препаратом, при нагрузке 20% содержание нитратов повышается в 2,3 раза (табл. 2).

Применение препарата «Урожай-С» при нагрузках 20 и 10% происходит снижение нитратного азота в 3,3 раза, а при нагрузке 5% – в 2,1 раза. Препарат «Альбит» активно мобилизует нитратный азот в 2,7, 3,4 и 3,5 раза при нагрузках нефти 5, 10 и 20% соответственно. При применении удобрения «Диаммонийфосфат» нитратный азот увеличился в 1,3 и 1,1 раза при нагрузке нефти 5 и 10% соответственно и снижение в 1.0 раза при нагрузке нефти 20%. При использовании препарата «Экоорганика» по сравнению с контрольными образцами почвы, загрязненной нефтью, с нагрузкой 20 и 10 и 5% происходит снижение нитратного азота в 2,0, 2,9 и 1,9 раза соответственно. При обработке почв препаратом «Гумат» с нагрузкой нефти 20, 10, и 5% наблюдается снижение в 1,5, 2,9 и 1,6

раза соответственно. Препараты («Гумат», «Урожай-С», «Экоорганика»), применяемые при нагрузках нефти 5, 10 и 20%, стимулируют рост микрофлоры, которая участвует в процессе денитрификации, вызывая резкое снижение содержания нитратного азота в почве. Таким образом, удобрение «Диаммонийфосфат» эффективно мобилизует нитратный азот из почвы, но при этом подавляет процессы биологической денитрификации, в результате чего азот накапливается в почве в больших количествах.

Таблица 2

Содержание питательных веществ в нефтезагрязненных и фоновых образцах агродерново-карбонатной почвы

№	Площадка (нагрузка, %)	NO <sub>3</sub> , мг/100 г	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100 г	K <sub>2</sub> O мг/100 г
1	Почва без нефти	39,35	6,52	3,21
2	Почва + нефть (Конт.) 20	90,27	6,68	3,46
3	Почва + нефть (Конт.) 10	80,30	6,35	3,24
4	Почва + нефть (Конт.) 5	67,58	6,41	3,18
5	Почва + нефть 20 + Урожай-С	26,56	13,11	12,11
6	Почва + нефть 10 + Урожай-С	24,15	15,81	13,80
7	Почва + нефть 5 + Урожай-С	31,06	17,51	14,26
8	Почва + нефть 20 + диаммонийфосфат	88,51	10,28	4,06
9	Почва + нефть 10 + диаммонийфосфат	91,51	15,18	5,16
10	Почва + нефть 5 + диаммонийфосфат	92,11	16,08	6,11
11	Почва + нефть 20 + Альбит	25,55	14,14	12,78
12	Почва + нефть 10 + Альбит	23,45	15,14	13,78
13	Почва + нефть 5 + Альбит	24,75	16,88	14,28
14	Почва + нефть 20 + Экоорганика	26,18	13,12	12,37
15	Почва + нефть 10 + Экоорганика	27,18	16,12	14,37
16	Почва + нефть 5 + Экоорганика	34,54	17,08	14,18
17	Почва + нефть 20 + Гумат	28,76	10,12	8,66
18	Почва + нефть 10 + Гумат	33,76	12,18	9,15
19	Почва + нефть 5 + Гумат	33,76	12,78	9,76

Также загрязнение нефтью не повлияло на содержание подвижных соединений фосфора и легкорастворимых фосфатов в контрольных образцах. Применение различных препаратов на нефтезагрязненных площадках привело к увеличению содержания фосфатов в почве в несколько раз по сравнению с контрольным образцом. Наибольшее увеличение фосфатов, в 2,5 раза, наблюдалось при внесении препаратов: «Урожай-С», «Экоорганика» и «Альбит».

Влияние ряда препаратов на содержание подвижного калия выражается подобными тенденциями, как и влияние фосфора. В образцах, на которых применяли препараты «Экоорганика» и «Урожай-С», содержание подвижного калия увеличилось в 4-5 раз. Применение препарата Альбит увеличило содержание калия в 4,7 раза. Наименее эффективным (0,5 раза) оказалось применение удобрения «Диаммонийфосфат» (табл. 2).

### **Заключение**

Эффективными препаратами, увеличивающими содержание подвижных форм питательных элементов в почве, являются «Урожай С», «Альбит» и «Экоорганика». Они способствует восстановлению агрохимического состояния и разложению нефти на всех этапах рекультивации в загрязненной углеводородами почве.

### Список литературы

1. Баландина А.В., Бурлакова Е.М., Казаков А.В. Использование биопрепаратов на нефтезагрязненных почвах. - Пермь, 2008. – С. 176-178.
2. Еремченко О.З., Филькин Т.Г., Шестаков И.Е. Редкие и исчезающие почвы Пермского края. - Пермь, 2010. – 92 с.
3. Злотников А.К., Садовникова Л.К., Баландина А.В. Биопрепарат Альбит в технологии очистки почв от нефтяного загрязнения. – М., 2006. – С. 2-10.
4. Мукаганов А.Х., Ривкин П.Р. Влияние нефти на свойства почв // Нефтяное хозяйство. - 1980. – С. 53-54.
5. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М., 1984. – 264 с.
6. Салангинас Л.А. Изменение свойств почв под воздействием нефти и разработка системы мер по их реабилитации. - Екатеринбург, 2003. – 412 с.
7. Соколов А.В. Агрохимическая характеристика почв Урала. – М., 1976. – 362 с.
8. Хазиев Ф.Х., Толстоусов В.П., Смирнов П.М. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты агросистемы // Агрохимия. – 1988. – С. 56-61.

### Рецензенты:

Глушков В.А., д.х.н., доцент, ИТХ УрО РАН, г. Пермь;

Леснов А.Е., д.х.н., профессор кафедры экологии ПГСХА им. Д.Н. Прянишникова, г. Пермь.