

Л. К. Каримуллин, А. М. Петров

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВЫХ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ключевые слова: нефть, минерализация нефтепродуктов, дерново-подзолистые почвы, ферментативная активность.

В условиях нефтяного загрязнения исследованы особенности ферментативной активности дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава. Продemonстрировано наличие зависимостей между начальной концентрацией нефти, длительностью воздействия и гранулометрическим составом почвы. Показано, что легкие почвы менее устойчивы в воздействию нефти и требуют более длительного времени для восстановления активности почвенных микробоценозов.

Key words: oil, mineralization of oil products, soddy-podzolic soils, enzyme activity.

The enzyme activity peculiarities of soddy-podzolic soils of different soil texture under conditions of oil pollution have been studied. It has been demonstrated that soil texture depends on initial oil concentration and time of exposure. It has been shown that light soils are less resistant when exposed to oil pollution and need more time for recovery of soil biocenosis.

Введение

В настоящее время, по активности ферментов судят об агрономически значимых показателях, плодородии почв, скорости превращения гумусовых веществ, окислительно-восстановительном режиме почвы. Активность почвенных ферментов отражает интенсивность основных биохимических процессов: самоочищения, разложения органических соединений, превращения азота, фосфора и других соединений, а также степень эродированности и загрязнения почв.

Высокая чувствительность, точность, относительная простота и незначительная трудоемкость методов определения активности почвенных ферментов позволяет использовать их при оценке интенсивности и направленности важнейших для жизни и плодородия почвы биохимических процессов.

Определение ферментативной активности микробного сообщества нефтезагрязненных почв становится неотъемлемой частью исследований, позволяющих оперативно оценить биологическое состояние и токсические свойства почвы при разных уровнях содержания в ней нефти и продуктов ее трансформации.

При проведении рекультивационных и иных восстановительных работ принципиальным фактором, обеспечивающим скорейшее возвращение земельных участков в хозяйственный оборот, является определение момента перехода к этапу, направленному на активное восстановление агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы. В многочисленных работах продемонстрировано, что объективными показателями, позволяющими оперативно оценить биологическое состояние и токсичность почвы, при разных уровнях содержания в ней нефтяных загрязнений, являются показатели биологической активности почвенного микробоценоза. [1-6].

Цель работы - изучить изменение ферментативной активности нефтезагрязненных дерново-подзолистых почв разного гранулометрического

состава в условиях длительного воздействия поллютанта и оптимизации факторов среды.

Экспериментальная часть

Для проведения лабораторных экспериментов использовались образцы дерново-подзолистых почв супесчаных и среднесуглинистых почв.

Образцы почв, после предварительного просушивания и удаления корней растений, просеивались через сита Винклера с диаметром ячеек 1 мм.

Опытные варианты с содержанием сернистой нефти в интервале концентраций от 2,4% до 20,0% готовились с учетом «нефтеемкости» почв разного гранулометрического состава, путем ее смешения весовым методом с «чистыми» образцами исследуемых почв. Контролем служила не загрязненная почва.

В ходе лабораторных экспериментов образцы почв периодически рыхлились и увлажнялись. Влажность поддерживалась на уровне 60% от полной влагоемкости почвы, температура в интервале 20-24°C.

На 7, 30 и 180 сутки инкубации в исследуемых почвах определялись каталазная и уреазная активность [7] и суммарное содержание нефтепродуктов (НП) [8].

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования дерново-подзолистых почв показали, что активность изученных ферментов закономерно определяется гранулометрическим составом почвы. Так, каталазная активность контрольной (чистой) дерновой подзолистой (ДП) супесчаной почвы, в ходе эксперимента не превышала 0,08 мг H₂O₂/г, тогда как ее уровень в ДП среднесуглинистой почве был существенно выше и варьировал от 0,37 до 0,81 мг H₂O₂/г. Уреазная активность не загрязненной ДП среднесуглинистой почвы была в 2 раза выше, чем супесчаной (0,41-0,59 против 0,13-0,35 мкг N/г*час, соответственно).

Внесение нефти – источника органического углерода в ДП почвы приводило к повышению ферментативной активности микробных сообществ. Однако ее влияние на почвы разного гранулометрического состава существенно отличалось.

Так, если в ДП супесчаной почве на 7 сутки эксперимента, в вариантах содержащих 2,4 и 4,8% поллютанта каталазная активность была значительно выше, чем в контроле, то при концентрации нефти 9,0 и 13,0% ее значения были ниже или на уровне контроля (рис. 1). На 30 сутки эксперимента токсическое действие нефтяных компонентов проявлялось только в варианте, содержащем 13,0% поллютанта, а на 180 сутки во всех опытных образцах каталазная активность была выше, чем в контрольных образцах. Однако и на 180 сутки инкубации остаточные концентрации нефтяных компонентов в варианте 13,0% ингибировали почвенное микробное сообщество, что выражалось в снижении каталазной активности.

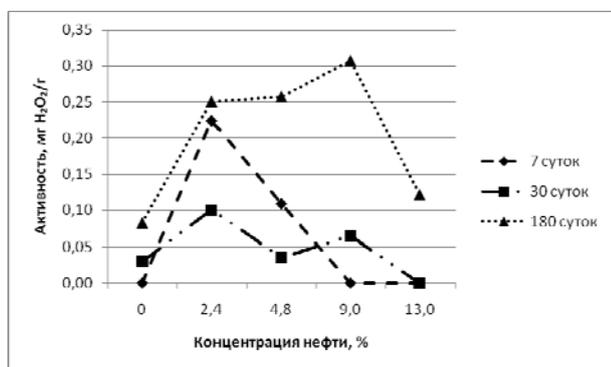


Рис. 1 - Каталазная активность дерново-подзолистой супесчаной почвы при разных уровнях загрязнения и сроках инкубации

В отличие от ДП супесчаной почвы, в ДП среднесуглинистой почве, ингибирующее действие нефтяных загрязнений, во всем диапазоне испытанных концентраций на протяжении всего эксперимента не проявлялось. Токсическое действие поллютанта в концентрациях 9,0-20,0% проявлялось в незначительном снижении каталазной активности почвы, относительно вариантов, содержащих более низкие концентрации загрязняющих веществ (рис. 2).

Изменение уреазной активности нефтезагрязненной ДП супесчаной почвы, также как и каталазной, определялось начальной концентрацией поллютанта и длительностью его воздействия. Уреазная активность, во всех опытных вариантах на супесчаной почве была выше, чем в контроле. На 7 и 30 сутки при концентрациях нефти выше 2,4%, и на 180 сутки при концентрации выше 4,8%, наблюдалось снижение уреазной активности относительно максимально полученных при более низких концентрациях поллютанта значений (рис. 3).

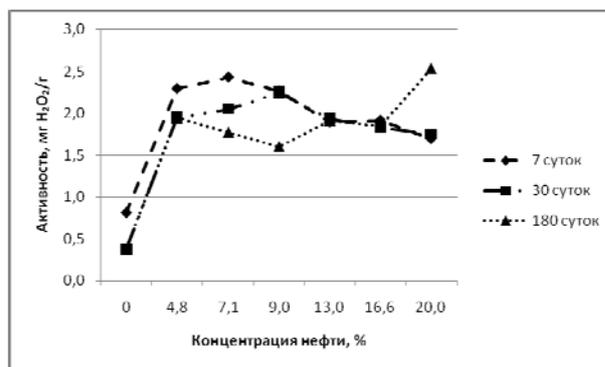


Рис. 2 - Каталазная активность дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при разных уровнях загрязнения и сроках инкубации

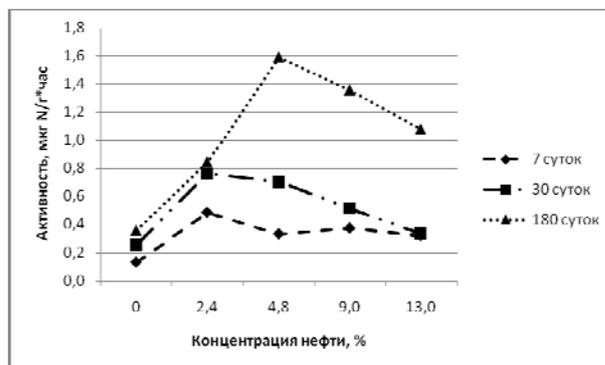


Рис. 3 - Уреазная активность дерново-подзолистой супесчаной почвы при разных уровнях загрязнения и сроках инкубации

Что касается нефтезагрязненной ДП среднесуглинистой почвы, то в ней на протяжении всего эксперимента, во всем диапазоне испытанных концентраций наблюдалась прямая зависимость между уреазной активностью и начальной концентрацией поллютанта (рис. 4). Снижение ферментативной активности на 180 сутки эксперимента в сравнении с 7 и 30 сутками, вероятно, определяется истощением в почве доступного для трансформации субстрата.

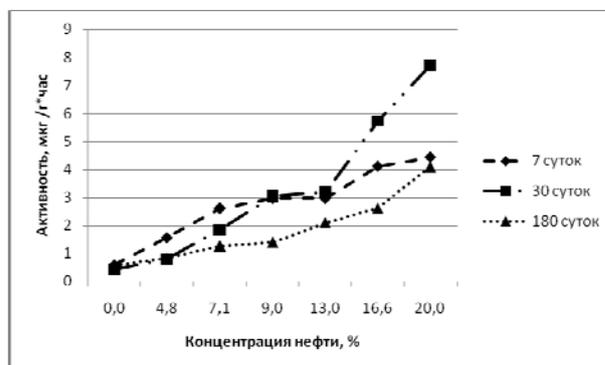


Рис. 4 - Уреазная активность дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы при разных уровнях загрязнения и сроках инкубации

Сравнение содержания нефтепродуктов на 7, 30 и 180 сутки эксперимента [5] показало, что

интенсивность минерализации нефтяных углеводородов в ДП среднесуглинистой почве к 30 и 180 суткам эксперимента была в 1,5-3,1 и 2,2-6,5 раза выше, чем в супесчаной (табл.1,2). В ДП среднесуглинистой почве на 30 сутки эксперимента прослеживалась обратная зависимость между начальной концентрацией нефти и снижением содержания нефтяных углеводородов. На 180 сутки снижение содержания НП в ДП среднесуглинистой почве при начальных концентрациях нефти 4,8%, 7,1%, 9,0% и концентрациях 13,0%, 16,6%, 20,0% имели сопоставимые значения (табл. 2).

Таблица 1 - Снижение содержания НП в ДП супесчаной почве при длительной инкубации

Время инкубации	Начальное содержание нефти, %			
	2,4	4,8	9,0	13,0
% снижения содержания НП				
7 суток	3	3	3	1
30 суток	20	10	12	15
180 суток	57	15	12	27

Таблица 2 - Снижение содержания НП в ДП среднесуглинистой почве при длительной инкубации

Время инкубации	Начальное содержание нефти, %					
	4,8	7,1	9,0	13,0	16,6	20,0
% снижения содержания НП						
7 суток	2	6	9	6	2	1
30 суток	32	29	25	21	15	18
180 суток	77	72	78	59	58	55

Заключение

Проведенные исследования показали, что при попадании нефти в дерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава в них протекают односторонние процессы, интенсивность которых определяется характеристиками почв.

Легкие почвы менее устойчивы к токсическому действию «свежих» нефтяных загрязнений.

Ферментативная активность и интенсивность минерализации нефтяных компонентов в среднесуглинистой почве превосходили соответствующие характеристики супесчаной почвы.

Ферментативная активность является показателем, адекватно отражающим интенсивность деструкции нефтяных загрязнений, позволяет объективно контролировать и прогнозировать активность процессов самоочищения и восстановления свойств нефтезагрязненных почв.

Полученные данные свидетельствуют, что длительное воздействие нефтяных загрязнений приводит к более серьезным нарушениям устойчивости почвенных микробоценозов легких почв, чем более тяжелых.

Литература

1. Н.М. Исмаилов Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С.42-56.
2. Н.А. Киреева, В.В. Водопьянов, А.М. Мифтахова Биологическая активность нефтезагрязненных почв, Гилем, Уфа, 2001. 376с.
3. Ф.Х. Хазиев, Ф.Ф. Фатхиев Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активизация разложения нефти//Агрохимия. №10. 1981.С.102-111.
4. Н.А. Киреева, Г.Г. Кузяхметов, А.М. Мифтахова, В.В. Водопьянов Фитотоксичность антропогенно-загрязненных почв.- Уфа: Гилем, 2003.- 266 с.
5. А.А. Вершинин, А.М. Петров, Л.К. Каримуллин, Ю.А. Игнатъев Влияние нефтяного загрязнения на эколого-биологическое состояние различных типов почв // Вестник Казанского технологического университета, № 8, 207-211 (2012).
6. А.М. Петров, Э.Р. Зайнулгабидинов, Р.Р. Шагидуллин, Д.В. Иванов, Т.В. Кузнецова, Л.К. Каримуллин Разработка нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах для земель лесного фонда Республики Татарстан // Вестник Казанского технологического университета, № 20, 265-270 (2013).
7. Ф.Х. Хазиев Методы почвенной энзимологии.- М.: Наука, 2005.- 252 с.
8. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органоминеральных, органоминеральных почвах.

© Л. К. Каримуллин – инженер-исследователь лаб. экологических биотехнологий Института проблем экологии и недропользования АН РТ; А. М. Петров – канд. биол. наук, зав. лаб. экологических биотехнологий Института проблем экологии и недропользования АН РТ, zram2@rambler.ru.