

УДК 502.63

**ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ  
НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИЕМОВ  
РЕАБИЛИТАЦИИ**

© *С.Ю. Ефремова, Пензенский государственный технологический университет  
(г. Пенза, Россия)*

© *Е.А. Полянскова, Пензенский государственный технологический  
университет (г. Пенза, Россия)*

**CHANGE IN BIOLOGICAL ACTIVITY OF OIL-CONTAMINATED SOIL  
UNDER THE ACTION REHABILITATION METHODS**

© *S.U. Efremova, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© *E.A. Polyanskova, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье рассмотрено влияние приемов рекультивации на изменение микробиологической и ферментативной активности почв. Также дана оценка степени фитотоксичности остаточных нефтепродуктов в рекультивируемой почве.

**Ключевые слова:** почва, рекультивация, нефтезагрязнение, микробиологическая активность, ферментативная активность, фитотоксичность.

In the article the influence of the methods of recultivation on a change in the microbiological and fermentative activity of soils is examined. Is also given estimation of the degree of the phytotoxicity of residual petroleum products in the rekultiviruemoj soil.

**Key words:** soil, recultivation, neftezagryaznenie, microbiological activity, fermentative activity, phytotoxicity

Биологическая активность почв позволяет определить характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров. Это дает возможность оценить негативные процессы, происходящие при антропогенезе, и предотвратить снижение плодородия почв [9]. Ход биологических процессов в почвах определяется не столько численностью микроорганизмов, сколько, главным образом, их активностью. Для нефтезагрязненных почв характерной особенностью является возрастание биологической активности, как показателя одного из первых этапов нарушения их экологических свойств [2;3]. На начальных стадиях нарушений экосистемы микробное сообщество часто сохраняет способность сопротивляться отрицательному экологическому влиянию, что выражается в увеличении биохимической активности и дыхания почвы [5;6].

В настоящее время, значение почвенной биоты существенно возросло. В условиях объективных процессов техногенного загрязнения компонентов биосферы она выполняет еще одну важную функцию – детоксикации различных соединений, присутствующих в почве и оказывающих большое влияние на состояние окружающей среды и качество сельскохозяйственной продукции.

В связи с этим актуальным является изучение микробиологического состояния почв не только в условиях интенсивного антропогенного воздействия (загрязнение нефтью), но и в процессе их реабилитации. Также принимая во внимание, что процесс «самоочищения» и восстановления почв до исходного уровня длителен, необходимо разработать приемы реабилитации с учетом их региональных особенностей, несмотря на значительное число исследований, выполненных по этой проблеме.

Нефтепродукты длительное время сохраняются в почве, благодаря ее высокой адсорбирующей способности, изменяя при этом ее физико-химические

и биологические свойства. При этом нефтяное загрязнение подавляет микробиологические и биохимические процессы, вызывает изменение структуры биоценозов, активности и направленности почвообразовательных процессов. Для устранения негативного действия нефти на почвенный покров, используют различные биологические методы, позволяющие быстрее восстановить функции почв, так как естественное самоочищение природных объектов от нефтяного загрязнения это длительный процесс.

В настоящее время одной из наиболее перспективных технологий очистки нефтезагрязненных почв, считается интродуцирование в почву различных комплексов микроорганизмов, отличающихся повышенной способностью к биодеструкции тех или иных углеводородных компонентов нефти и нефтепродуктов [3;8;10].

С целью изучения биологической активности нефтезагрязненной почвы под действием приемов реабилитации нами проводились исследования с использованием удобрений – минеральное (нитрофоска), органическое – в виде активного ила (АИ) и промышленный биопрепарат «Бациспектин» (Б), в различных сочетаниях.

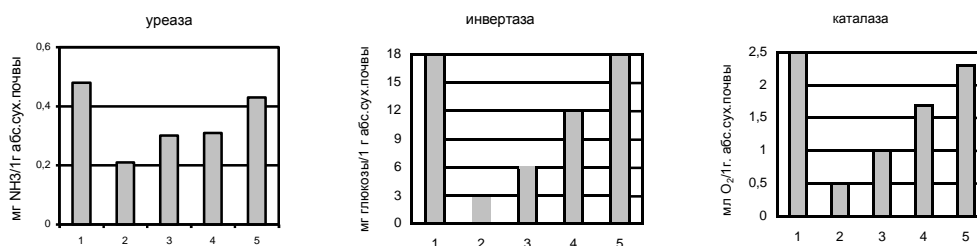
Стимулирующий эффект минеральных удобрений объясняется оптимизацией концентрации питательных элементов в почвенном растворе и созданием определенной буферной емкости среды, что является важным фактором для обменных процессов микроорганизмов [4;7;11]. А нитрофоска – это сложное минеральное азотно-фосфорно-калийное удобрение, содержит 35–52 % N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в различных соотношениях.

АИ используется в качестве активатора аборигенной микрофлоры, благоприятно влияет на биологические параметры почвы, возвращая к исходному уровню активность окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов. Как энергетический материал для почвенной микрофлоры усиливает активность микробных процессов, под влиянием которых происходит мобилизация питательных элементов в почвенном растворе и созданием определенной буферной емкости среды, что является важным фактором для обменных процессов микроорганизмов.

Биопрепарат «Бациспектин», получен на основе штамма *Bacillus* sp. 739, выделенного из серой лесной почвы, титр препарата  $1,4 \cdot 10^7$  КОЕ/г [1]. Использование его для рекультивации нефтезагрязненных почв показало возможность нормализации ее ферментативных и микробиологических показателей и, как следствие, снижение содержания нефти [8].

В наших исследованиях было установлено, что ферментативная активность находится в прямой зависимости от степени загрязнения почвы и зависит от вида фермента.

Для каталазы, внесение в исследуемую серую лесную почву минеральных, органических удобрений и их сочетания не дало (рис.1) достоверного повышению её активности. В дальнейшем эффективность влияния органических удобрений нарастала, а минеральных – снижалась.



1 - Почва (контроль); 2 - Почва + нефть (фон); 3 - Фон + АИ + NPK; 4 - Фон + Б + NPK; 5 - Фон + Б + АИ + NPK

Рисунок 1 – Изменение ферментативной активности нефтезагрязненной светло-серой лесной почвы под влиянием приемов реабилитации (1 - Почва (контроль); 2 - Почва + нефть (фон); 3 - Фон + АИ + NPK; 4 - Фон + Б + NPK; 5 - Фон + Б + АИ + NPK)

Активность уреазы, под действием комплекса рекультивирующих вариантов, возростала по сравнению с контрольным вариантом, но несколько снижалась по сравнению с нефтезагрязненной почвой. Это связано с неоднозначным влиянием нефти.

Нефтяные углеводороды и продукты их разложения обуславливают различный характер воздействия на почвенные ферменты. Углеводороды нефти ингибировали ферментативную активность.

Биодеградация и разложение углеводов меняли со временем направленность окислительно-восстановительных реакций. Их интенсификация происходила при внесении мелиорантов, что способствовало восстановлению активности ферментов, минерализация углеводов ускорялась, что вело к повышению биологической активности почвы.

Исследования показали низкую эффективность внесения полного минерального удобрения в повышении окислительно-восстановительных процессов. Наилучшие условия для проявления активности каталазы создавались при компостировании Бациспецином и в сочетании его с органоминеральным комплексом. Использование Бациспецина способствовало восстановлению активности каталазы, так как внесение в загрязненную почву соединений, легко используемых микроорганизмами, включает их в процесс биоразложения нефти за счет соокисления. Его компоненты легко усваивались микроорганизмами, что нормализовало окислительно-восстановительные процессы и оказывало значительное воздействие на биогенность почвы, которая выражается в интенсификации дыхания, увеличении численности бактерий и повышении активности почвенных ферментов.

Активность инвертазы, также ингибировали углеводороды нефти. При внесении удобрений минерализация углеводов ускоряется и повышается биологическая активность почвы. В ходе эксперимента отмечалось значительное снижение инвертазной активности с 13,15 до 10,20 мг/г. Такое уменьшение активности фермента может быть связано с низкой активностью целлюлозоразлагающих микроорганизмов; соответственно уменьшается содержание дисахаридов. Причиной уменьшения количества целлюлозоразлагающих микроорганизмов может быть низкое содержание подвижных соединений азота (аммонийного азота).

Микроорганизмы своей жизнедеятельностью в значительной мере влияют на почвообразовательные процессы, создавая условия для развития тех или иных биоценозов.

Исследования по минимизации негативного влияния загрязнения показали, что в динамике численности бактерий на мясопептонном агаре (МПА) по всем вариантам опыта проявляется общая закономерность, выраженная в увеличении их количества к середине срока инкубации и снижении – к концу (рис. 2).

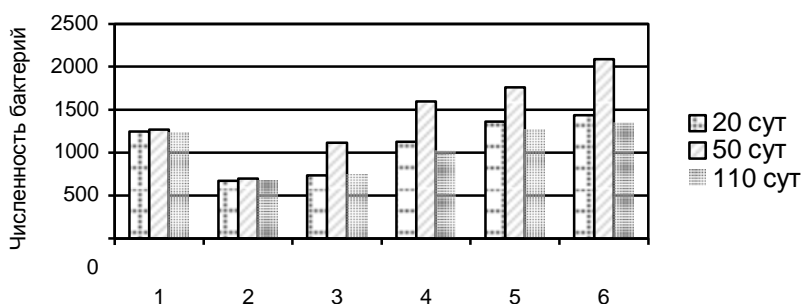


Рисунок 2 – Изменение численности почвенных бактерий под действием приемов реабилитации (1 - Почва (контроль); 2 - Почва + нефть (фон); 3 - Фон +NPK; 4 - Фон + АИ + NPK; 5 - Фон + Б + NPK; 6 -Фон + Б + АИ + NPK)

Численность бактерий на фоне активного ила и биопрепарата была выше на протяжении всего периода инкубации. Внесение АИ оказывало существенный продолжительный стимулирующий эффект по сравнению с другими вариантами.

Активация процессов естественного самоочищения, в основе которой лежит деятельность микроорганизмов, приводит к быстрому разрушению углеводов нефти и является экологически и экономически целесообразной.

Таким образом, изучение биологической активности нефтезагрязненных почв, при внесении исследуемых мелиорантов показало, что нельзя однозначно выделить один из мелиорантов или их сочетание по степени восстановления почвы, все варианты оказали больший или меньший положительный эффект в разные сроки после их внесения. Но наилучшие условия создавались при компостировании почвы с органо-минеральным комплексом и биопрепаратом.

Показано, что биологическая активность позволяет определить не только характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров, но и процессов протекающих в ней при реабилитации, для определения эффективности тех или иных мелиорантов на различных типах почвы.

#### Список литературы

1. Алиев, С.А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв / Алиев С.А., Гаджиев Д.А. // Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук. – 1977. – № 2. – С. 46 – 49.
2. Бочарникова, Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на свойства серо-бурых почв Апшерона и серых лесных почв Башкирии / Бочарникова Е.А. – М.: Наука, 1990. – 160 с.
3. Габбасова, И.М. Использование биогенных добавок совместно с биопрепаратом «Деворойл» для рекультивации нефтезагрязненных почв /

- Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р., Бойко Т.Ф., Галимзянова Н.Ф. // Биотехнология. – 2002. – № 2. – С. 57–65.
4. Ефремова С.Ю., Полянскова Е.А. Исследование приемов рекультивации нефтезагрязненных почв // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*: Научно-методический журнал. – 2012. – № 02(06). – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. – С.55–61.
  5. Исмаилов, Н.М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / Под ред. М.А. Глазовской. – М.: Наука, 1988. – С. 42 – 56.
  6. Кожевин, П.А. Биотический компонент качества почвы и проблема устойчивости // Почвоведение. – 2001. – № 4. – С. 44–48.
  7. Мосина Л.В., Мерзлая Г.Е. Экологическая оценка влияния органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценозов в экстремальных погодных условиях // Изв. ТСХА. – 2013. – №5. – С. 5–18.
  8. Сидоров, Д.Г. Полевой эксперимент по очистке почв от нефтяного загрязнения с использованием углеводородокисляющих микроорганизмов / Сидоров Д.Г., Борзенков И.А., Ибатулин Р.Р. // Прикладная биохимия и микробиология. – 1997. – Т. 33. № 5. – С. 497–502.
  9. Татлок Р.К. Изменение биологических свойств суб-альпийских почв Адыгеи при загрязнении нефтью, мазутом, бензином и соляной кислотой / Татлок Р.К., Колесников С.И. // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2011. – № 1 (76). – С. 28–32.
  10. Шаркова, С.Ю. Экологическое состояние природных и техногенных экосистем Среднего Поволжья и их реабилитация: Автореф. дисс. ...докт. биол. наук. – М.: ВНИИА, 2010. – 45 с.
  11. Шаркова, С.Ю. Применение мелиоративных приемов при выращивании яровой пшеницы в условиях техногенеза // Плодородие: Научно-практический журнал. – 2010 – № 3. – М.: МЦНТИ, 2010. – С. 51–52.

