

4. Кочкарев П.В. Сравнительный анализ потребления тяжелых металлов растительноядными участниками тундровой биоты на зимних пастбищах западного Таймыра // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 10. – С. 110–113.
5. Лебедева Н.В. Накопление тяжелых металлов птицами юго-запада России // Экология. – 1997. – № 1. – С. 45–50.
6. Медведев Н.В. Лесные охотничье-промысловые животные как индикаторы загрязнения лесных экосистем тяжелыми металлами// Зооиндикация и экотоксикология животных в условиях техногенного ландшафта. – Днепропетровск, 1993. – 150 с.
7. Медведев Н.В. Птицы и млекопитающие Карелии как индикаторы химических загрязнений. – Петрозаводск, 1998. – 135 с.
8. Потапов Р.Л. Тетеревиные птицы. – Л., 1990. – 240 с.



УДК 579.26

Г.А. Демиденко, Н.А. Неделин, Н.В. Фомина

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННОГО ЛАНДШАФТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПРЕПАРАТА «ТАМИР»

Рассмотрены вопросы загрязнения экосистем мазутом. Меняется характер биохимических процессов, что подтверждается низкими показателями биологической активности. Биопрепарат «Тамир» способствует интенсивной утилизации загрязнителя и может быть рекомендован для использования в биоремедиационных целях.

Ключевые слова: экосистема, техногенно-загрязненный ландшафт, экологическая безопасность, биологическая активность, биопрепарат «Тамир».

G.A. Demidenko, N.A. Nedelin, N.V. Fomina

RECUITIVATION OF THE TECHNOLOGICALLY-CONTAMINATED LANDSCAPES WITH THE USE OF THE BIOLOGICAL PRODUCT "TAMIR"

The issues of the ecosystem contamination by fuel oil are considered. The nature of the biochemical processes changes, that is proved by the low levels of biological activity indices. The biological product "Tamir" facilitates the intensive pollutant utilization and can be recommended for the bioremediation purposeuse.

Key words: ecosystem, technologically-contaminated landscape, environmental safety, biological activity, biological product "Tamir".

Введение. Нефтяное загрязнение приводит к необратимым изменениям биологического равновесия и разнообразия экосистем. В связи с этим проблемы, связанные с разработкой способов и методов защиты окружающей среды от нефти и нефтепродуктов, являются в настоящее время наиболее остро стоящими [2]. Последствия зависят от параметров загрязнения: состава и свойств нефти и нефтепродуктов, концентрации их в почве, продолжительности загрязнения, а также от эколого-географического положения почвы, определяющего скорость трансформации нефти в почве, и эколого-генетических свойств почвы, определяющих ее устойчивость к химическому загрязнению [3–6].

Цель исследования. Модельный опыт искусственного загрязнения нефтью почвогрунта и определение характера изменения уровня активности окислительных и гидролитических ферментов до и после введения детоксиканта.

Объекты и методы исследования. В модельном опыте использовали нефть с Ачинского нефтеперерабатывающего завода. Siberian Light – легкая западносибирская нефть, добываемая в Ханты-Мансийском АО: плотность 36,5, в градусах API (Американского нефтяного института), и содержание серы 0,57 %.

В качестве детоксиканта использовали биологически активный препарат «Тамир» (серии ЭМ), который рекомендован для утилизации органических отходов, очистки канализационных систем и стоков от жи-

ровых отложений и засоров, восстановления дренажа, устранения неприятных запахов, а также для ускоренной переработки в высококачественный компост бытовых и сельскохозяйственных отходов. В состав его входят молочнокислые, азотфиксирующие и фотосинтезирующие бактерии, а также дрожжи, продукты жизнедеятельности микроорганизмов [1].

Препарат вносили в дозе, рекомендованной производителем: разбавление 1:100 и доза 5...7 л на 1 м². Образцы отбирали через 14 суток после загрязнения нефтепродуктами и после внесения препарата «Тамир».

Схема модельного опыта

1. Контроль – почвогрунт без обработки нефтью и препаратом «Тамир».
2. Обработка почвогрунта нефтью в концентрации 0,5; 1; 2,5; 5 и 10 % от массы почвы.
3. Обработка почвогрунта нефтью в концентрации 0,5; 1; 2,5; 5 и 10 % от массы почвы+ препарат «Тамир» в концентрации 1:100.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Оценка уровня активности окислительных ферментов почвогрунта при искусственном нефтяном загрязнении

Каталазная активность почвы является наиболее чувствительной к антропогенной нагрузке. Каталаза – фермент, при участии которого осуществляется разложение перекиси водорода. Источники ее формирования в дыхательном процессе живых организмов разнообразны. Она может образовываться при окислении органических соединений посредством флавиновых ферментов [8, 9].

В среднем уровень активности каталазы без обработки препаратом «Тамир» изменялся в пределах от 0,44 до 0,51 мл 0,1 н раствора $KMnO_4$, тогда как после обработки детоксикантом – от 0,38 до 0,49 мл 0,1 н раствора $KMnO_4$ (рис. 1).

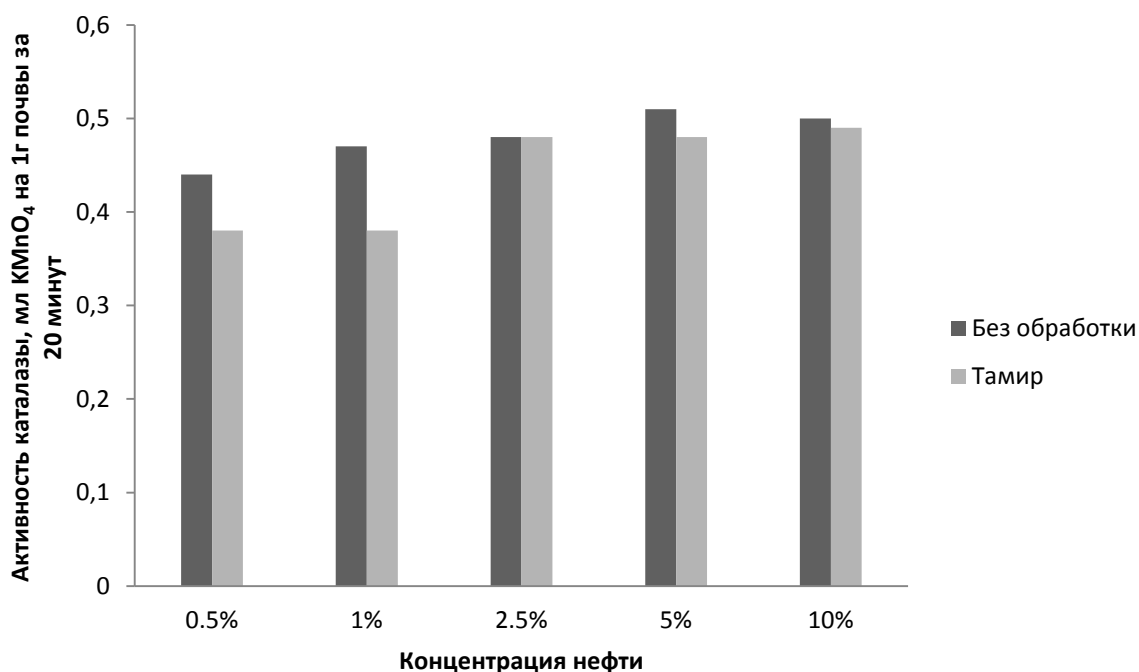


Рис. 1. Активность каталазы почвогрунта, загрязненного нефтью

Следует отметить, что при загрязнении почвогрунта нефтью в концентрации 2,5 % активность фермента уравнивается в опытных вариантах с обработкой и без обработки и составляет 0,48 мл 0,1 н раствора $KMnO_4$.

В целом установили, что при увеличении уровня загрязнения пропорционально увеличивается активность каталазы, тогда как при добавлении детоксиканта происходит стабильное снижение ее активности.

Учитывая, что окислительно-восстановительные и гидролитические процессы в почве протекают сопряженно и часть энергии, образованной в одних реакциях, используется в других, при биодиагностике загрязнения почв необходимо проводить определение активности гидролитических ферментов.

2. Анализ изменения уровня активности гидролитических ферментов почвогрунта

Почва аккумулирует и трансформирует нефтяные углеводороды. Загрязнение почв нефтью ведет к трансформации ее ферментного пула, изменению характера ферментативных реакций, физико-химических свойств почвы, ингибирующему или активизирующему влиянию компонентов нефти на ферменты. Ферментный пул в нефтезагрязненной почве трансформирует в подвижное состояние труднодоступные соединения и разрушает поступающие в почву ингредиенты, особенно органические.

Внесение в почвогрунт нефти в концентрации 1 и 2,5 % приводит к увеличению активности протеолитического фермента протеазы до 1,17 мг аминного азота на 10 г почвы, тогда как высокие концентрации (5 и 10 %) снижают активность до 0,83–0,86 мг аминного азота на 10 г почвы (рис. 2).

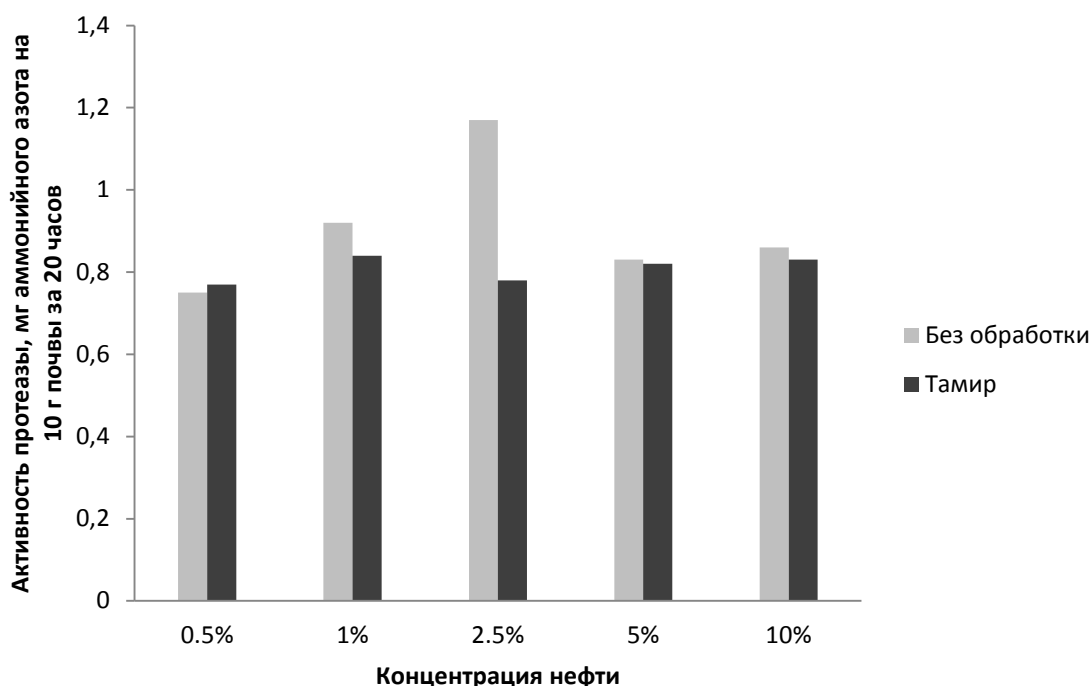


Рис. 2. Активность протеазы почвогрунта, загрязненного нефтью

Обработка почвогрунта препаратом «Тамир» и нефтяное загрязнение изменяют уровень активности протеазы до 0,77–0,84 мг аминного азота на 10 г почвы.

При этом самое резкое снижение активности протеазы происходит при внесении детоксиканта и загрязнении почвогрунта в концентрации 2,5 % с 1,17 до 0,78 мг аминного азота на 10 г почвы, при дальнейшем увеличении загрязнения до 10 % уровень стабилизируется до 0,83 мг аминного азота на 10 г почвы (рис. 3).

Из карбогидраз, участвующих в круговороте углерода и расщепляющих углеводы различной природы и происхождения, нами была изучена инвертаза.

Изменение активности инвертазы имеет однозначную тенденцию увеличения ее активности после обработки почвогрунта препаратом «Тамир» в среднем в 5–7 раз (рис. 3), что связано с дополнительным поступлением органического углерода с нефтью, являющейся дополнительным источником питания для микрофлоры, содержащейся в препарате.

При этом нефтяное загрязнение стабильно снижает действие инвертазы, особенно при концентрации нефти 1 и 10 %, до 1,13 и 1,07 мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа соответственно.

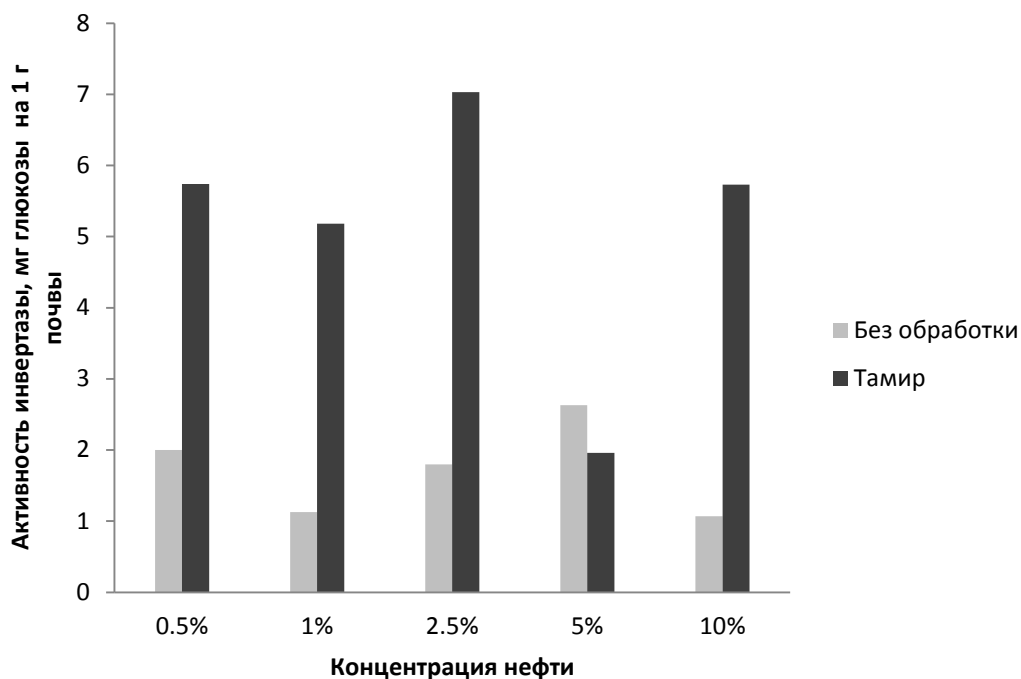


Рис. 3. Активность инвертазы почвогрунта, загрязненного нефтью

Средний уровень активности инвертазы при внесении детоксиканта изменялся в пределах от 1,96 до 7,03 мг глюкозы на 1 г почвы за 24 часа.

Следует отметить, что активность инвертазы является чувствительной к нефтяному загрязнению и может использоваться в биодиагностике состояния нефтезагрязненных почв.

Исследования показали, что после загрязнения почвогрунта нефтью в концентрации 10 % активность липазы возрастает до 0,36 мл 0,1 н раствора КОН (рис. 4), тогда как концентрации нефти 1,2,5 и 5 % удерживают активность липазы на одном уровне – 0,20 мл 0,1 н раствора КОН.

Повышение интенсивности процессов липолиза связано и с тем, что в деградации липидов участвуют ферментные системы, очень похожие на системы биodeградации нефти (Margesin et al., 1999).

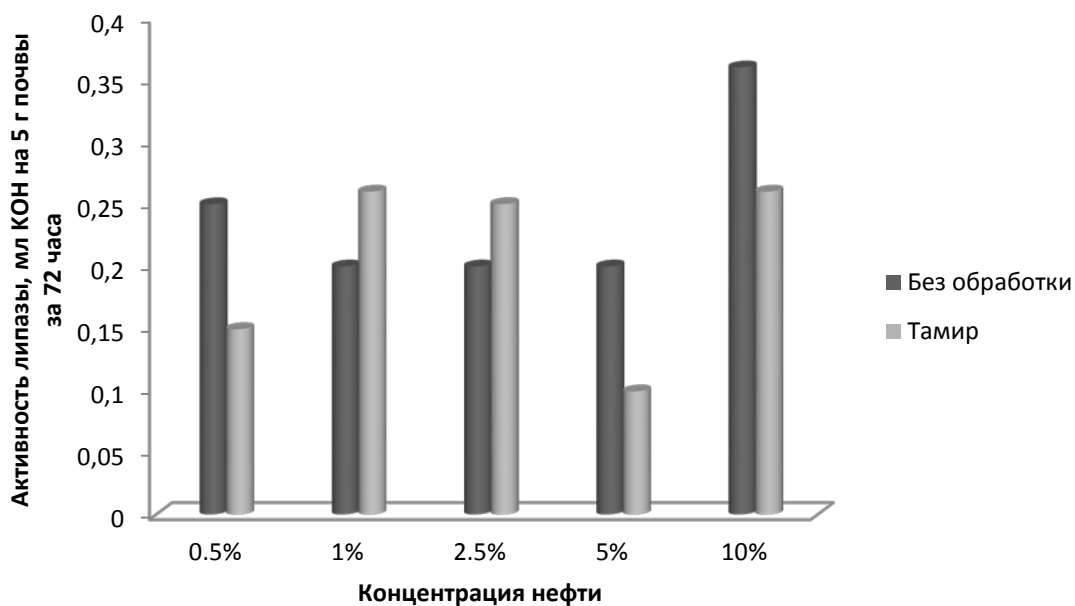


Рис. 4. Активность липазы почвогрунта, загрязненного нефтью

После внесения детоксиканта активность липазы достоверно снижается при загрязнении нефтью в концентрациях 0,5, 5 и 10 % и составляет 0,15; 0,10 и 0,26 мл 0,1 н раствора КОН соответственно.

Однако концентрации нефти 1 и 2,5 % увеличивают активность липазы до 0,25–0,26 мл 0,1 н раствора КОН соответственно, что может быть связано со стабилизацией уровня при частичном разложении нефти.

Уреаза – это фермент, участвующий в разложении мочевины до аммиака. Наши исследования показали, что гидролиз мочевины достоверно возрастает при загрязнении почвогрунта нефтью, при этом наиболее значительно при концентрациях 2,5; 5 и 10 % – 0,34; 0,33 и 0,63 мг аммонийного азота на 5 г почвы (рис. 5).

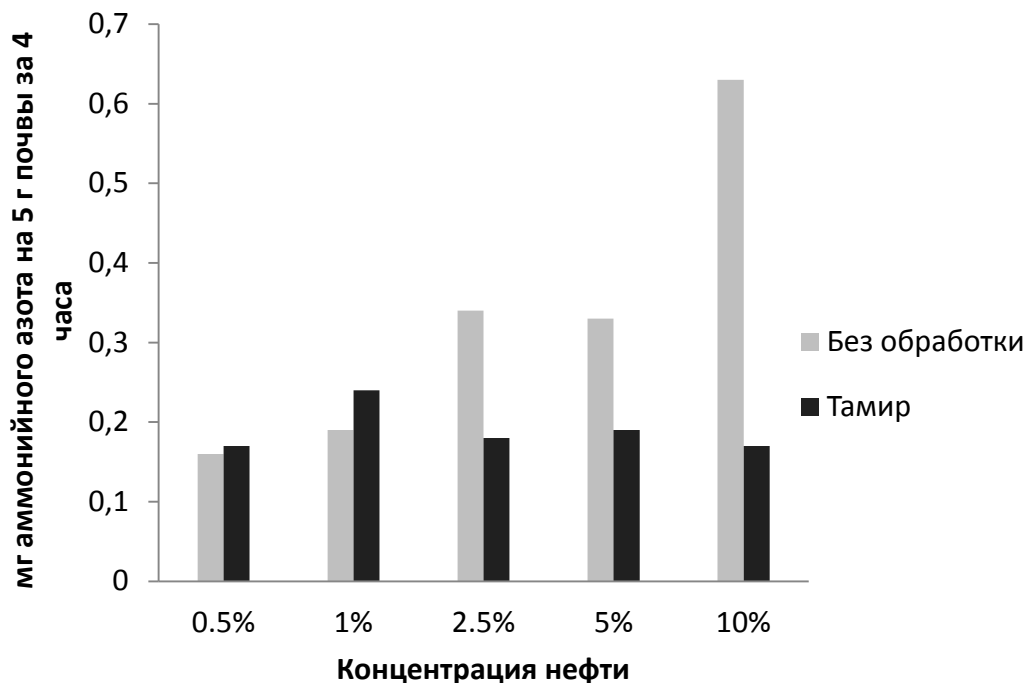


Рис. 5. Активность уреазы почвогрунта, загрязненного нефтью

Обработка загрязненного почвогрунта препаратом «Тамир» привела к достоверному снижению активности уреазы до 0,17–0,19 мг аммонийного азота на 5 г почвы.

Для комплексной экологической оценки состояния почвогрунта после загрязнения различными концентрациями нефти и внесением препарата «Тамир» необходимо установить исходный уровень ферментативной активности почвогрунта (контрольный вариант).

Полученные данные свидетельствуют об уровнях активности всех изученных ферментов в контрольном варианте. При этом активность уреазы и протеазы средняя – 0,29 мг аммонийного азота на 10 г почвы за 4 часа и 0,47 мг аминного азота на 10 г почвы за 20 часов, тогда как инвертазы и липазы – низкая, в пределах 3,25 мг глюкозы, инвертированной на 1 г почвы, и 0,10 мл гидроксида калия на 5 г почвы за 72 часа (табл.).

Ферментативная активность образцов почвогрунта, не обработанного нефтью и препаратом «Тамир» (контрольный вариант)

Уреаза, мг аммонийного азота /10 г почвы за 4 часа	Протеаза, мг аминного азота /10 г почвы за 20 часов	Инвертаза, мг глюкозы /г почвы за 24 часа	Каталаза, мл 0,1 н КМnO ₄ / г почвы за 20 минут	Липаза, мл 0,1 н КОН на 5г почвы за 72 часа
0,29±0,02	0,47±0,012	3,25±0,09	0,28±0,02	0,10±0,01

Выводы

1. В результате моделирования искусственного загрязнения почвогрунта установлено, что при низкой и средней концентрации поллютанта в почве 0,5, 1 и 2,5 % увеличивается активность оксидоредуктазы (каталаза), участвующей в процессах самоочищения почвы, в частности в распаде нефтяных углеводородов.

2. Высокие дозы нефти меняют характер биохимических процессов и в итоге приводят к снижению активности протеазы и инвертазы в почвогрунте и к увеличению активности липазы и уреазы.

3. Комплекс микроорганизмов, содержащихся в препарате «Тамир», способствовал стимулированию процесса разложения нефти, компенсируя активность уреазы и нормализуя экологическую обстановку почвогрунта.

Литература

1. Вопросы практического применения микробиологических препаратов // Сб. тр. – М.: ЭМ-Кооперация, 2004. – 216 с.
2. Долгова Л.Г. Биохимическая активность почвы при загрязнении // Почвоведение. – 1975. – № 4. – С. 113–118.
3. Исмаилов Н.М., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. – С. 222–236.
4. Киреева Н.А., Тишкина Е.И. Ускорение биодеструкции нефтяных загрязнений при рекультивации почв // Актуальные вопросы биотехнологии: межвуз. сб. – Уфа: Изд-во БГУ, 1990. – С. 36–44.
5. Плешакова Е.В. Эколого-функциональные аспекты микробной ремедиации нефтезагрязненных почв. – Саратов, 2010. – 47 с.
6. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты агроэкосистемы / Ф.Х. Хазиев, Е.И. Тишкина, Н.А.Киреева [и др.] // Агрохимия. – 1998. – № 2. – С. 56–61.
7. Микробиологические характеристики и фитотоксичность загрязненного мазутом грунта в поселке Кедровый / С.В. Хижняк, Г.А. Демиденко, Т.В. Елисеева [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 7. – С. 205–210.
8. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1976. – 179 с.
9. Щербакова Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества. – Минск, 1983. – С. 131–167.

