

Литература

1. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО / Москва: Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов. – 1993. – 9 с.
2. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48-54.
3. Технология применения гуминового удобрения ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы (разработана Безугловой О.С., Полиенко Е.А., Горовцовым А.В., Лыхманом В.А.) / ФГБНУ «ДЗНИСХ» – п. Рассвет, 2016. – 18 с.
4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии // М.: Наука, 2005. – 252 с. ISBN 5-02-033940-7

УДК 631.427. 631.465

DOI: 10.34924/FRARC.2022.11.41.002

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ПОСЛЕ РЕМЕДИАЦИИ

**Минникова Т.В.,* к.б.н., в.н.с., Русева А.С., аспирант,
Колесников С.И., д.с-х.н., профессор**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южный федеральный университет»,

Ростов-на-Дону, Россия

**Loko261008@yandex.ru*

Реферат. Ферментативная активность почв — это чувствительный и информативный биологический показатель состояния почв, используемый при нефтезагрязнении. Была изучена активность 7 ферментов класса оксидоредуктаз и гидролаз почв загрязненной нефтью после применения биочара, гумата натрия, нитроаммофоса и «Байкал ЭМ-1». Через 90 суток от момента внесения ремедиантов в почву определяли показатели ферментативной активности почв: каталазы, дегидрогеназ, пероксидаз, ферриредуктаз, инвертазы, уреазы и фосфатазы. Активность оксидоредуктаз подвержена наибольшему ингибированию при нефтяном загрязнении и может служить основным диагностическим показателем состояния и восстановления почв. Установлено, что наиболее благоприятное воздействие на восстановление ферментативной активности почв при нефтезагрязнении оказывает нитроаммофос и биочар.

Ключевые слова: биоремедиация, нефтезагрязнение, оксидоредуктазы, гидролазы, интегральный показатель биологической активности чернозема, устойчивость почв

ENZYMATIC ACTIVITY OF OIL-CONTAMINATED CHERNOZEM AFTER REMEDIATION

Minnikova T.V., Ruseva A.S., Kolesnikov S.I.

Abstract. Enzymatic activity of soils is a sensitive and informative biological indicator of the state of soils used in oil pollution. The activity of 7 enzymes of the class of oxidoreductases and hydrolases of soils contaminated with oil was studied after the application of biochar, sodium humate, nitroammophos and Baikal EM-1. After 90 days from the moment of introducing the remediants into the soil, the indicators of the enzymatic activity of the soils were determined: catalase, dehydrogenases, peroxidases, ferrereductase, invertase, urease and phosphatase. The activity of oxidoreductases is subject to the greatest inhibition under oil pollution and can serve as the main diagnostic indicator of the state and restoration of soils. It has been established that nitroammophos and biochar have the most favorable effect on the restoration of the enzymatic activity of soils in case of oil pollution.

Keywords: bioremediation, oil pollution, oxidoreductases, hydrolases, integral indicator of biological activity of chernozem, soil stability

Введение.

Состояние нефтезагрязненных почв после ремедиации требует контроля не только содержания нефти, но и показателей, характеризующих ее экологическое состояние [Ahmad, 2020; Mambwe, 2021]. Оксидоредуктазы, гидролазы и трансферазы в почве участвуют в основных процессах гумификации почв и катализируют перенос отдельных радикалов, частей молекул и целых молекул с одних соединений на другие [Новоселова, 2009; Руденко, 2011; Минникова, 2019]. В связи с этим высокая ферментативная активность – это важный показатель плодородия почвы.

Главная функция ферментов в почве состоит в том, что они осуществляют функциональные связи между всеми звеньями экосистемы (Хазиев, 1982). При загрязнении почв нефтью и нефтепродуктами плодородие почв снижается в связи с нарушением физико-химического состояния и экосистемных функций почвы [Kolesnikov, 2019; Minnikova, 2021].

Цель – оценить ферментативную активность нефтезагрязненного чернозема после ремедиации.

Материалы и методы.

Для оценки ферментативной активности чернозема после ремедиации моделировали лабораторный эксперимент. Почва – чернозем обыкновенный (пашня, 0-20 см, Ботанический сад Южного федерального университета). Для оценки состояния нефтезагрязненной почвы (5% нефти от массы почвы) по показателям ферментативной активности исследовали внесение биочара (5% от массы почвы), нитроаммофоса (0,2% от массы почвы), гумата натрия (0,5% раствор) и «Байкал ЭМ-1» (2% раствор). Дозировки ремедиантов взяты из рекомендаций к применению веществ и по авторской методике.

Для проведения лабораторно-аналитических исследований использовали стандартные в экологии биологии почв методы [Казеев, 2016]. Оценку ферментативной активности проводили по активности следующих ферментов: активность каталазы (по А.Ш. Галстяну, волуметрическим способом), активность дегидрогеназ (по А.Ш. Галстяну, с фотоколориметрическим окончанием), активность инвертазы (по Ф.Х. Хазиеву, с фотоколориметрическим окончанием), активность пероксидаз (по Л.А. Карягиной, Н.А. Михайловой с фотоколориметрическим окончанием), активность ферриредуктаз (по А.Ш. Галстяну, Н.А. Оганесяну, с фотоколориметрическим окончанием), активность фосфатазы (по А.Ш. Галстяну и Э.А. Арутюняну), активность уреазы (по Ф.Х. Хазиеву). По усредненным значениям рассчитывали интегральный показатель биологической активности почв (ИПБА) [Kolesnikov, 2019].

Результаты.

Нефть вызывает снижение активности ферментов относительно контроля.

Среди изученных ферментов по степени чувствительности к нефтяному загрязнению построен ряд:

ферриредуктаза < инвертаза < каталаза < дегидрогеназы < уреазы < фосфатаза < пероксидазы.

Очевидно, что активность некоторых оксидоредуктаз (ферриредуктаз, каталазы, дегидрогеназ) подвержена наибольшему ингибированию при нефтяном загрязнении и может служить основным диагностическим показателем состояния и восстановления почв.

При внесении биоремедиантов в незагрязненную нефтью почву наблюдали снижение активности ферментов, выраженное через ИПБА на 13-40% (рисунок 1). Наибольшее ингибирование активности ферментов обнаружено после внесения нитроаммофоса. Остальные ремедианты ингибировали активность менее значительно относительно контроля.

Установлено, что при загрязнении нефтью ферментативная активность почв снижается на 50% ниже контроля. При внесении в почву биочара ингибирование ИПБА был простимулирован на 44% относительно загрязнения, до уровня контроля. Внесение гумата натрия и Байкал ЭМ-1 позволило простимулировать ИПБА на 23 и 13% от нефтезагрязнения. Внесение нитроаммофоса простимулировало активность ферментов в нефтезагрязненной почве на 26% выше контроля. Это обусловлено в большей степени повышенными значениями активности уреазы, чем долей вклада от активности других ферментов.

По степени восстановления ферментативной активности почв ремедианты можно расположить в следующем порядке (в % от нефтезагрязнения):

нитроаммофос (77) > биочар (44) > гумат натрия (23) > «Байкал ЭМ-1» (13)

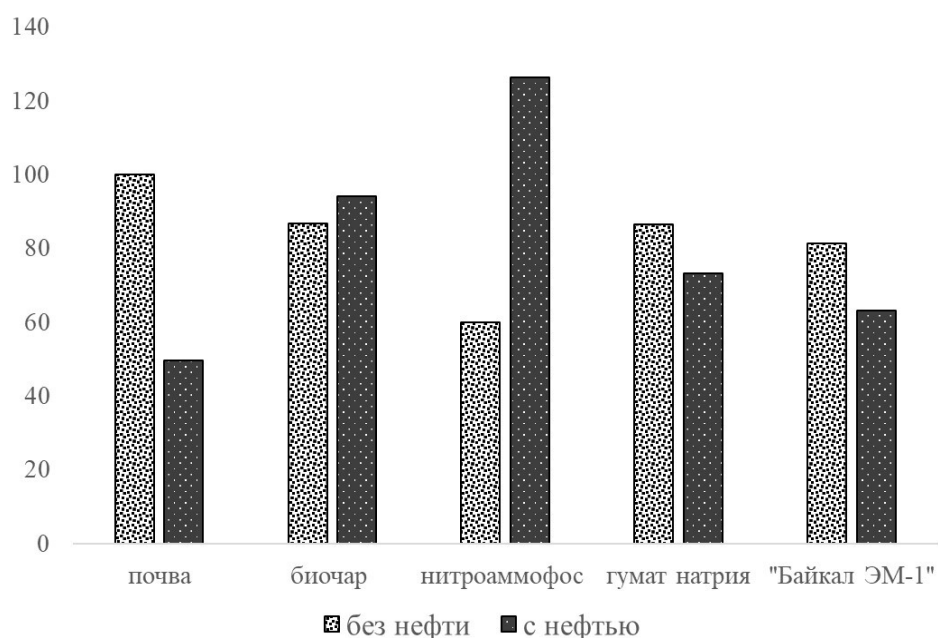


Рисунок 1 – Интегральный показатель биологической активности чернозема обыкновенного после применения биочара, нитроаммофоса, гумата натрия и «Байкал ЭМ-1»

Наибольшую степень восстановления ферментативной активности почв обеспечивал нитроаммофос, в частности стимуляция активности уреазы с вкладом в ИПБА в больше, чем в 4 раза больше, чем остальные ферменты. Однако активность остальных ферментов при внесении нитроаммофоса высокая относительно контроля и нефтезагрязнения. Внесение биочара стимулировало активность 5 из 7 ферментов относительно нефтезагрязнения и других ремедиантов.

Ранжирование ферментов по степени восстановления почвы после применения биочара представлено ниже:

инвертаза < дегидрогеназы < ферриредуктаза < каталаза < уреаза < пероксидазы < фосфатаза

Применение биочара способствует восстановлению активности инвертазы, дегидрогеназ, ферриредуктазы и каталазы. Таким образом активность ферментов класса оксидоредуктаз более чувствительна, чем активность гидролаз, и быстрее реагирует на внесение ремедиантов и изменение экологического состояния почвы.

Заключение.

Активность оксидоредуктаз подвержена наибольшему ингибированию при нефтяном загрязнении и может служить основным диагностическим показателем состояния и восстановления почв. Установлено, что наиболее благоприятное воздействие на восстановление ферментативной активности почв при нефтезагрязнении оказывает нитроаммофос и биочар.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента МК-175.2022.5 и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории «Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции» в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ).

Литература

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2016. – 356 с.
2. Минникова Т.В., Колесников С.И., Денисова Т.В. Влияние азотных и гуминовых удобрений на биохимическое состояние нефтезагрязненного чернозема // Юг России: экология, развитие. 2019. 14(2). 189-201. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-2-189-201>
3. Новоселова Е.И., Киреева Н.А. Ферментативная активность почв в условиях нефтяного загрязнения и ее биодиагностическое значение // Теоретическая и прикладная экология 2009. №2. С. 4-12.
4. Руденко Е.Ю. Влияние отходов пивоварения на ферментативную активность нефтезагрязненной черноземной почвы // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 3. С. 60-64.
5. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 204 с.
6. Ahmad A.A., Muhammad I., Shah T., Kalwar Q., Zhang J., Liang Z., Du M., Juanshan Z., Yan P., Ding X., Rui-Jun L. Remediation Methods of Crude Oil

Contaminated Soil // World Journal of Agriculture and Soil Science. 2020.
<https://doi.org/10.33552/WJASS.2020.04.000595>

7. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Akimenko Yu.V. Development of regional standards for pollutants in the soil using biological parameters // Environmental Monitoring and Assessment. 2019. 191, 544-550.
8. Mambwe M., Kalebaila K.K., Johnson T. Remediation technologies for oil contaminated soil // Global J. Environ. Sci. Manage. 2021, 7(3). 419-438.
9. Minnikova, T. Kolesnikov, S. Minkina, T. Mandzhieva, S. Assessment of Ecological Condition of Haplic Chernozem Calcic Contaminated with Petroleum Hydrocarbons during Application of Bioremediation Agents of Various Natures. Land 2021, 10, 169. <https://doi.org/10.3390/land10020169>

УДК 633.34:631.445.4:631.459

DOI: 10.34924/FRARC.2022.26.11.001

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ НА ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ СКЛОНАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Мищенко А.В.

Федеральный Ростовский аграрный научный центр (ФГБНУ ФРАНЦ),
ул. Институтская 1, п. Рассвет, Аксайский район,
Ростовская область, 346735, РФ
E-mail: 85maw@mail.ru

Реферат. Исследование эрозионных процессов, при которых почвы теряют уровень оструктуренности, нанося колоссальный ущерб сельскохозяйственному производству, несомненно, является актуальным. В статье представлены результаты оценки некоторых способов основной обработки почвы и способов посева сои, их влияния на структурное состояние черноземов обыкновенных на эрозионно-опасных склонах в Ростовской области. Установлено, что для сохранения исследуемых почв и предотвращения на них эрозионных процессов, наиболее перспективным способом основной обработки почвы под сою является чизельный и обычный рядовой способ посева.

Ключевые слова: соя, обработка почвы, способ посева, структура почвы, чернозем обыкновенный, эрозионно-опасные склоны.