

## ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ШТАММОВ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА АТАМАНСКОЕ

**Зинченко В.В., Федоренко Е.С., Горовцов А.В., Минкина Т.М.**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** В результате модельного опыта установлено повышение ферментативной активности чернозема лугового, отобранного в импактной зоне озера Атаманское с внесением в почву смеси штаммов металлоустойчивых микроорганизмов. Эксперимент показал, что внесение бактериальных штаммов в загрязненную почву повышает активность почвенных дегидрогеназ на 51,8% по отношению к варианту без ремедиации.

**Ключевые слова:** модельный опыт, штаммы металлоустойчивых микроорганизмов, почва, ферментативная активность.

## THE EFFECT OF BACTERIAL STRAINS ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS IN IMPACT ZONE OF ATAMAN LAKE

**Zinchenko V.V., Fedorenko E.S., Gorovtsov A.V., Minkina T.M.**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** As a result of the model experiment, an increase in the enzymatic activity of meadow chernozem of the impact zone of Ataman Lake with the introduction of a strains mixture of metal-resistant microorganisms into the soil was established. The experiment has shown that the application of bacterial strains increases the dehydrogenase activity of contaminated soil by 51.8% compared to the variant without remediation.

**Keywords.** model experiment, strains of metal-resistant microorganisms, soil, enzymatic activity.

Результатом многолетней антропогенной деятельности является возрастание степени экологического риска для почв [4]. Одной из важнейших биологических характеристик почв является их биологическая активность. Деятельность почвенных микроорганизмов обуславливает процессы преобразования веществ и минерализации поступающей в почву органики, обеспечивает выполнение почвой ее экосистемных функций.

Для рекультивации загрязненных почв применяются разнообразные подходы, включая использование микроорганизмов [3]. Внесение культур микроорганизмов приводит к связыванию загрязняющих веществ в недоступные для растений формы, а в случае с органическими загрязнителями – ускоряет процесс их распада, снижая уровень токсичности почв и повышая ее пригодность для сельскохозяйственного использования.

Ферментативная активность - одна из самых лабильных характеристик почв и изменяется раньше, чем другие показатели. Одними из самых показательных ферментов являются дегидрогеназы, которые тесно связаны с процессами микробного окисления [2]. Являясь внутриклеточными ферментами, они являются индикаторами активности микробного сообщества почвы. Дегидрогеназы катализируют окислительно-восстановительные реакции при утилизации микроорганизмами различных органических веществ. Таким образом, определение активности дегидрогеназ позволяет оценить общую метаболическую активность микробных сообществ почвы.

Целью данной работы являлась оценка влияния внесения смеси штаммов бактерий в почву импактной зоны на показатели дегидрогеназной активности.

Для достижения поставленной цели был заложен модельный опыт. Схема опыта включала контроль - загрязненную почву, и вариант с внесением в почву микроорганизмов. Для закладки опыта использовалась загрязненная почва поймы реки Северский Донец, отобранная на территории высохшего оз. Атаманское. Споры металлоустойчивых бактерий р. *Bacillus* вносили в почву в количестве  $10^{10}$  КОЕ/кг почвы. Штаммы бактерий инокулировали в почву следующим образом: биомассу бактерий выращивали на плотной питательной среде в течение 3 дней, затем смывали биомассу в пробирки с водой. Количество клеток определяли в соответствии с калибровочными кривыми, которые были подготовлены для каждого штамма до эксперимента с помощью денситометрии в сочетании с учетом

числа колоний при посеве на плотную питательную среду. Полученные суспензии смешивали таким образом, чтобы обеспечить равную долю каждого штамма в конечном инокуляте. Количество воды рассчитывалось для корректировки влажности почвы до 60% от максимальной влагоемкости. Почва вносилась в горшок слой за слоем, и каждый слой смачивался суспензией бактериальных штаммов. Это позволило добиться наиболее равномерного распределения бактериальных клеток по всему объему почвы. В вегетационных сосудах выращивался яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.) в течение 51 суток, после чего производили уборку и отбор проб почвы для проведения анализа. Для определения активности дегидрогеназ фотометрически измерялось количество трифенилформазана, образовавшегося в ходе восстановления трифенилтетразолийхлорида, после его экстракции этанолом [1].

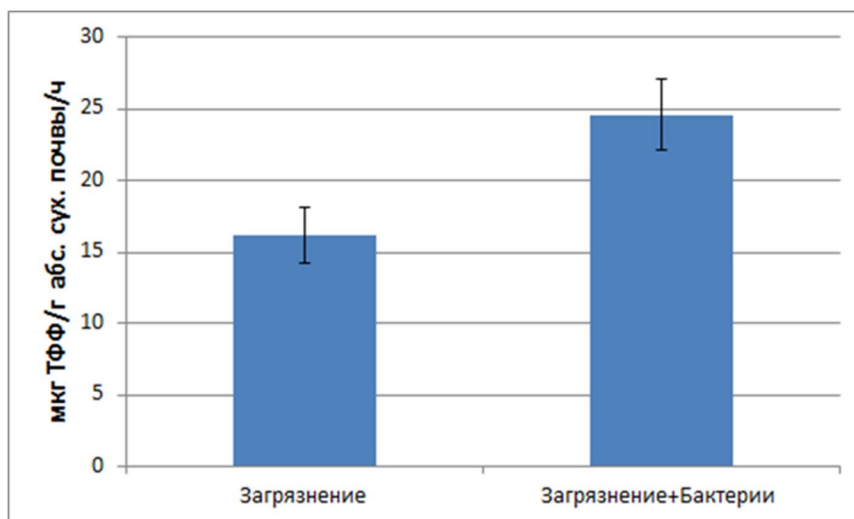


Рисунок 1 – Дегидрогеназная активность

По результатам исследований видно, что внесение штаммов микроорганизмов положительно влияет на дегидрогеназную активность исследуемого образца. Прирост активности по отношению к варианту без ремедиации составляет 51,8%. Вносимая масса микроорганизмов недостаточно велика для того, чтобы наблюдаемое снижение токсичности почвы можно было объяснить только прямой сорбцией металлов их почвенного раствора. По-видимому, имеет место механизм активной иммобилизации загрязнителей за счет биохимической активности вносимых штаммов. Одновременно с этим прирост дегидрогеназной активности отражает увеличение уровня окислительного метаболизма для всех микроорганизмов почвы, что свидетельствует о снижении токсичности загрязнителей для всей почвенной биоты.

Таким образом, использование штаммов металлоустойчивых микроорганизмов в качестве агентов ремедиации положительно влияет на дегидрогеназную активность почв импактной зоны.

#### Список использованных источников

1. Kızılkaya R. et al. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals //European Journal of Soil Biology. – 2004. – Т. 40. – №. 2. – С. 95-102.
2. Moeskops B. et al. Soil microbial communities and activities under intensive organic and conventional vegetable farming in West Java, Indonesia //Applied Soil Ecology. – 2010. – Т. 45. – №. 2. – С. 112-120.
3. Мелехина, Е. Н., Маркарова, М. Ю., Анчугова, Е. М., Щемелинина, Т. Н., Канев, В. А.. Определение эффективности методов рекультивации загрязнённых нефтью почв //Известия Коми научного центра УРО РАН. – 2016. – №. 3 (27).С. 61-70
4. Петрова Е. Е., Райхерт Е. В. Загрязнение почв вблизи автомагистралей кадмием и цинком и их биологическое поглощение яровой пшеницей (в условиях Алейского района Алтайского края) //Известия Алтайского государственного университета. – 2013. – Т. 1. – №. 3 (79).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента МК-2973.2019.4