

А.В. Линдиман, Е.В. Баринаова, Ж.Ф. Гессе*, А.П. Куприяновская*

A.V. Lindiman, E.V. Barinova, Zh.F. Gesse*, A.P. Kupriyanovskaya*

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический

университет, г. Иваново, Россия

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*,

г. Иваново, Россия

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

IFRA of SFS of EMERCOM of Russia, Ivanovo*, Russia

lindiman@list.ru; lenok-ch@list.ru; allwayz@mail.ru; oxt-503@isuct.ru

Карбоновые кислоты как усилители процесса очистки почв

с помощью растений

Carboxylic acid as amplifiers soil cleaning process plants via

Аннотация. Работа посвящена исследованию промоторирующего влияние органических кислот жирного ряда на миграционные способности свинца и кадмия в системе «почва-растение».

Abstract. The work is devoted to prommotriruyusche effect of organic fatty acids on the migratory ability of lead and cadmium in the system "soil-plant".

Ключевые слова: почва, химическое загрязнение, токсичность.

Keywords: soil, chemical contamination, toxicity.

В течение столетий, а в некоторых районах даже тысячелетий человек использует почвы весьма эффективно, не только не разрушая их, но даже повышая их плодородие или превращая в плодородные уголья природно-бесплодные земли. В то же время за историю человеческой цивилизации было безвозвратно разрушено и потеряно больше продуктивных почв, чем сейчас распаивается во всем мире. Ежегодно в атмосферу выбрасывается тонны различных загрязняющих веществ, которые в дальнейшем попадают в почву.

Сегодня загрязнение человеком почвы достигло колоссальных масштабов, поэтому, для сохранения и приумножения плодородия почв и для поддержания устойчивости биосферы охрана почв необходима.

Неблагоприятными последствиями антропогенного воздействия на окружающую среду (ОС) является химическое загрязнение почв различными загрязняющими веществами (ЗВ). К числу наиболее приоритетных загрязнителей, обладающих высоким токсичным, мутагенным и канцерогенным эффектом, относят тяжелые металлы (ТМ). В условиях загрязнения ТМ могут накапливаться в верхних, горизонтах почвы, активно воздействуя в первую очередь на растения. Это приводит к постепенному изменению химического состава, нарушению единства геохимической среды и живых организмов.

Целью работы является исследование проммотрлирующего влияния предельных и непредельных органических кислот (УК, ЯК, МК, АК) на миграционные способности свинца и кадмия в системе «почва–растение».

В соответствии с требованиями международных стандартов [5] при исследованиях, связанных с извлечением из почвы, подвергшейся загрязнению в результате ЧС, поллютантов, эксперимент следует проводить на растениях двух категорий: I категория – представители односемядольных растений, II категория – представители двусемядольных растений. В настоящей работе в качестве растения первой категории был выбран Овес посевной (*Avenasativa* L.), а из растений второй категории Салат листовой (*Lactucasativa* L.).

В литературе [5] имеются сведения, что при недостатке в растениях микроэлементов их корни выделяют в почву органические соединения, которые образуют комплексы с металлами, содержащимися в почве, и делают их доступными для растений.

Установлено [4, 7] положительное влияние янтарной кислоты, вносимой в почву, загрязнённую в результате ЧС свинцом и кадмием, как на снижение фитотоксичности почвы, так и на степень извлечения металлов растениями.

Для выращивания растений почву отбирали с условно чистой территории, удалённой от города и оживлённых автомобильных магистралей. По стандартным методикам [6] был проведён анализ показателей почвы, влияющих на развитие растений в процессе их роста. Исследуемая почва обладает средней удерживающей способностью на переход тяжелых металлов в почвенный раствор (повышенное содержание гумуса, близкая к нейтральной величина рН водной вытяжки, малые величины обменных кислотностей), достаточная буферность и величина поглощающего комплекса. Валовое содержание свинца в почве меньше валового значения ПДК_{рв}, кадмий в почве не был обнаружен, значения ПДК взяты [3].

В стандартные ёмкости вносили одинаковое количество почвы, в которую высаживали семена салата и овса. После появления всходов, стандартизировали растения, оставляя в каждой ёмкости одинаковое количество всходов.

В ёмкости со стандартизированными растениями вносили различные добавки (растворы нитратных солей свинца и кадмия в количестве, равном 4ПДК_п по Me и органические кислоты в мольном соотношении Me:Кислота = 1:2). После внесения в почву различных добавок за растениями в течение 2 месяцев регулярно проводили фенологические наблюдения, отмечали первые признаки угнетения растений, отставание в росте и др.

Спустя 1,5 – 2 месяца растения выкапывали, высушивали, отделяли надземную часть от корней и взвешивали воздушно – сухую массу растения. Степень угнетения растений оценивали относительным показателем – фитотоксическим эффектом (ФЭ), характеризующим долю прироста биомассы растений, выращенных на почве с добавками, относительно контрольного образца [1]. Влияние предельных (УК и ЯК) и непредельных (МК и АК) кислот на прирост биомассы анализируемых растений, выращенных на почве, загрязнённой тяжёлыми металлами в количестве, равном 4ПДК_п, приведено на рисунках 1 и 2.

Анализ полученных данных показывает, что введение только УК в количестве 2 мкМ/кг почвы положительно влияет на прирост биомассы овса посевного. При внесении данного количества УК величина рН (водной вытяжки) почвы, не изменилась и составила 6,38, по – видимому, с достаточной буферностью почвы. Овёс же, выращенный на почве, загрязнённой металлами при внесении УК, отставал в росте и набрал биомассу меньше даже по сравнению с овсом, выросшем на почве, загрязнённой только металлами. Это может быть связано с увеличением миграционной способности металлов в присутствии УК.

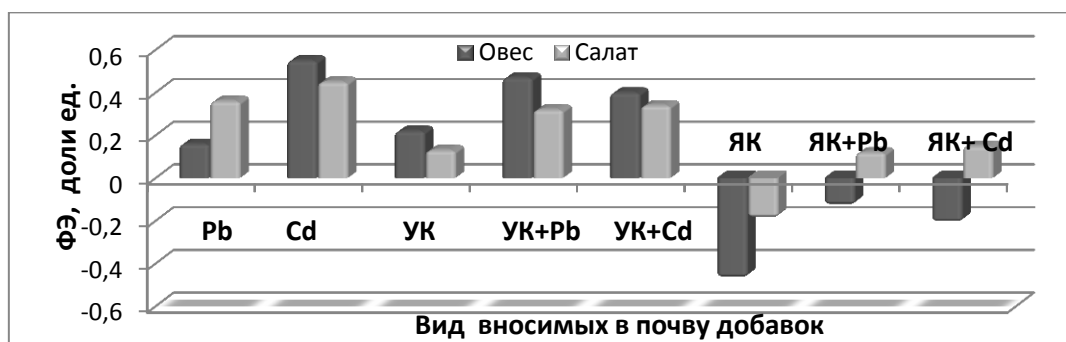


Рис. 1. Влияние предельных кислот на рост и развитие растений, выращенных на почве, загрязненной тяжелыми металлами.

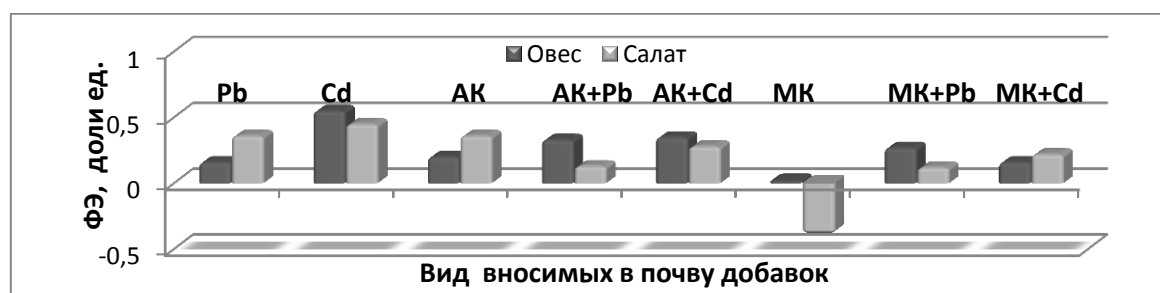


Рис. 2. Влияние непрельных кислот на рост и развитие растений, выращенных на почве, загрязненной тяжелыми металлами.

Для выяснения этого факта, была определена концентрация свинца и кадмия в надземной части растения по выше описанной методике. По результатам анализа был рассчитан относительный показатель – коэффициент биологического извлечения металла овсом посевным (A_x). Он характеризует

долю Me , перешедшего из почвы в надземную часть овса посевного, выращенного на этой почве. Значение коэффициента биологического извлечения овсом посевным и салатом листовым при введении в почву, загрязненную свинцом и кадмием, различных кислот приведены на рис. 3, 4.

Предположения, сделанные ранее, не подтвердились, так как содержание металлов в овсе, выращенном на почве с добавлением УК, меньше, чем без её добавления. По – видимому, в этом случае проявляется синергический эффект совместного действия Me и кислоты.

При внесении в почву органических кислот фитотоксический эффект почвы уменьшается при выращивании овса посевного. Особо большой биологической активностью обладает МК, т.к. при её внесении в загрязнённую кадмием почву наблюдается большой прирост биомассы по сравнению с контрольным образцом.

При добавлении МК степень извлечения кадмия в надземную часть увеличивается. В литературе [2] имеются сведения, что янтарная, малеиновая, глутаровая кислоты при нагревании отщепляют молекулу воды и дают внутренние циклические ангидриды. Это связано с тем, что структурная формула этих кислот напоминает клешню и кислород, валентные связи которого направлены под некоторым углом, легко замыкает кольцо. Поэтому, не исключено, что и кадмий образует циклическое соединение с малеиновой кислотой. Циклическое соединение не снижает токсикологические свойства металла.

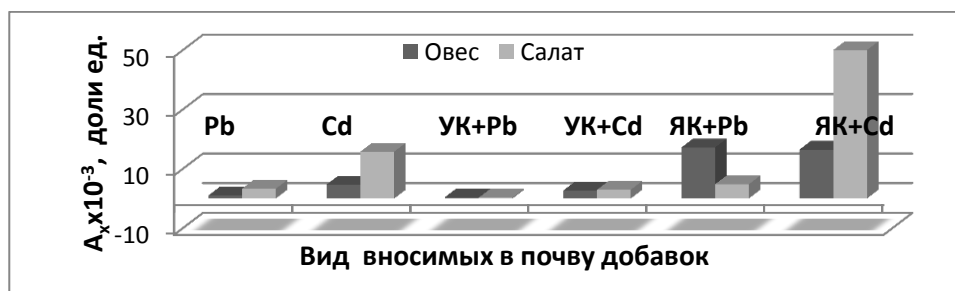


Рис. 3. Влияние предельных кислот (янтарной и уксусной) на степень извлечения металлов растениями, выращенными на почве, загрязненной тяжелыми металлами.

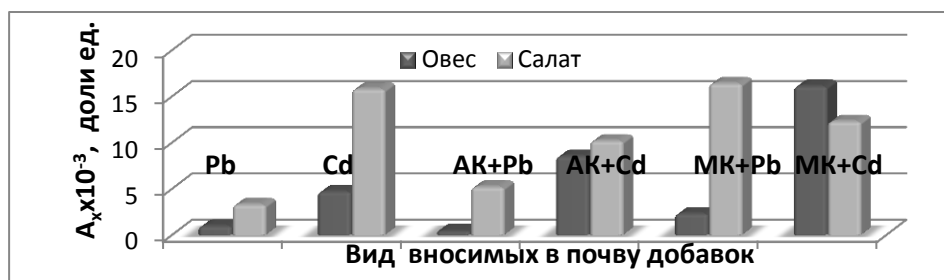


Рис. 4. Влияние непередельных кислот (МК и АК) на степень извлечения металлов растениями, выращенными на почве, загрязненной тяжелыми металлами.

Загрязнение городов и промышленных регионов особенно почв и водных ресурсов, как правило, полиэлементно. К возникновению ЧС могут приводить кислотные дожди (закисление почвы), атмосферные выбросы промышленных предприятий, автомобильные выхлопы, сточные воды с разных промышленных объектов, занимающихся черной и цветной металлургией, машиностроением, гальванизацией, некоторые химические элементы входят в состав пестицидов и удобрений и таким образом могут быть источником загрязнения местных прудов.

На основании результатов работы, можно судить о возможности использования янтарной и малеиновой кислот жирного ряда в качестве проммотирующих добавок фиторемедиации почв, загрязненных в результате ЧС природного и техногенного характера. Полученные данные позволят разработать стратегию извлечения солей ТМ из почв, используя доступные по экономическим соображениям реактивы.

Список литературы

1. Барсукова, В.С. Физико-гигиенические аспекты устойчивости растений к тяжелым металлам [Текст] / В.С. Барсуков. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 1997. – 63 с.
2. Гауптман, З. Органическая химия [Текст] / З. Гауптман, Ю. Грефе, Х. Ремане. – М.: Химия – 1979. – 832 с.

3. ГН2.1.7.2042-06 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.

4. Линдиман, А.В. Применение янтарной кислоты в процессе фитоэкстракции свинца и кадмия из загрязненных почв [Текст] / А.В. Линдиман, Л.В. Шведова, Н.В. Тукумова, А.П. Куприяновская, А.В. Невский // Журнал «Вестник МИТХТ». – 2010. – Т. 5. – № 5. – С. 102-105.

5. Феник, С.И., Трофимьяк, Т.Б., Блюм, Я.Б. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам [Текст] / С.И. Феник, Т.Б. Трофимьяк, Я.Б. Блюм, // Усп. совр. биол. – 1995. -Т. 115. – вып. 3. – С. 261-275.

6. Фомин, Г.С. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам [Текст] / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. Справочник. – М.: Наука, 2001. – 299 с.

7. Шведова, Л.В., Куприяновская, А.П., Невский, А.В. Влияние алифатических карбоновых кислот на миграционную способность свинца и кадмия в системе «почва-растение» [Текст] / Л.В. Шведова, А.П. Куприяновская, А.В. Невский // Известия ВУЗ-ов. Химия и хим.технология. – 2013. – т. 56. – вып. 11. – С.68-73.