

(в частности, производство кирпича, извести, асфальтовых смесей, сжигание органического топлива стационарными и передвижными источниками, открытое складирование твердых бытовых отходов, копчение, курение сигарет, работа крематориев и сброс городских сточных вод) значительно повысит значение риска.

К сожалению, сейчас нет достоверных данных для определения количеств ПХДД/Ф, образующихся от всех возможных источников, расположенных на территории Одесской промышленно-городской агломерации, что приводит к невозможности расчета полного риска от ПХДД/Ф и указывает на необходимость внедрения на законодательном уровне обязательной процедуры контроля за непреднамеренным образованием СОЗВ.

Библиографический список

1. Михайленко В.І., Ранжирування забруднювальних речовин у викидах Одеського цементного заводу за коефіцієнтами пріоритетності / Михайленко В.І., Шаніна Т.П. // Екологічна і техногенна безпека. Охорона водного і повітряного басейнів. Утилізація відходів. Матеріали щоріч. міжн. н.-техн. конф. - Харків, 2017. - С. 84

2. Шаніна Т.П., Відносна небезпека стійких органічних забруднюючих речовин, утворених при виробництві будівельних матеріалів в Одеській області / Шаніна Т.П., Михайленко В.І. // XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки». Збірник тез доповідей. - Кременчук, 2017. - С.122.

3. Рахманин Ю.А., Новиков С.М. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, 2004. – 143 с.

УДК 504.53.06.001.8

**Ольшанская Л.Н. д-р. хим. наук, проф.,
Баканова Е.М. асп.,
Арефьева О.А. канд. биол. наук, доц.
(СГТУ имени Гагарина Ю.А., г. Саратов)**

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ПРОЦЕССЫ БИОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТОКСИКАНТОВ МЕДИ И КАДМИЯ ИЗ ПОЧВЫ ВЫСШИМИ РАСТЕНИЯМИ

Исследовано влияние природы и концентрации тяжелых металлов (кадмий, медь), внешних физических полей (УФ-излучение, постоянное магнитное поле) и длительности процесса фиторемедиации на рост и развитие высших растений - фитосорбентов (фасоль, соя). Активное накопление тяжелых металлов наблюдается в корнях растения, что

позволяет отнести их к растениям – исключателям. Установлена возможность их использования для фиторемедиации загрязненных почв.

Ключевые слова: почва, фиторемедиация, тяжелые металлы (кадмий, медь,), высшие растения (фасоль, соя), внешние физические поля, УФ-излучение, постоянное магнитное поле.

Почва, являясь наиболее консервативной депонирующей средой, активно поглощает и аккумулирует вещества, содержащиеся в аэрозолях, жидкостях. Поэтому выбросы промышленных предприятий, так же как и транспортных магистралей, интенсивно загрязняют почвы токсичными элементами. Это объясняется тем, что в результате сорбции тяжелые металлы легко накапливаются в почвах, но трудно из них выводятся. Так, расчетный период естественного полувыведения из почвы кадмия составляет 110 лет, цинка – до 510, меди – до 1500, свинца – до нескольких тысяч лет [1].

Накопление токсикантов приводит к подавлению биологической активности почв, нарушению ферментативных процессов и обмена веществ в растениях, и, как следствие к снижению продуктивности. Среди тяжелых металлов наибольшую опасность представляют ртуть, кадмий, свинец, ванадий, кобальт, молибден, марганец, медь, никель, олово, хром, цинк, титан и три металлоида – мышьяк, селен и сурьма. В перечень веществ, загрязняющих почвы мира, внесено более 10 тыс. наименований.

Город Саратов по своему промышленному потенциалу относится к крупнейшим городам России, причем с исключительно многопрофильной промышленностью, главными среди отраслей которой являются нефтеперерабатывающая, химическая, оборонная и стройиндустрия. Поэтому можно отметить сложное экологическое состояние почв Саратовской области.

Площадь городской территории – 381,97 км², численность населения – составляет порядка 850 тыс. человек. Рост производства, большая индустриальная нагрузка на окружающую среду, высокая плотность населения, низкая экологическая культура всех слоев общества предопределяет возрастающую экологическую напряженность.

Земельный фонд Саратовской области по данным Управления Росреестра составляет 101,2 тыс. км². Распределение земель по категориям показывает преобладание в структуре земельного фонда области земель сельскохозяйственного назначения, на долю которых приходится 84,8 %.

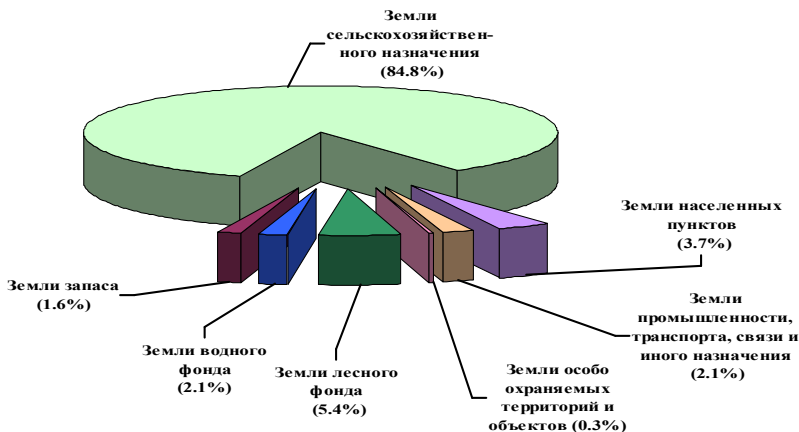


Рис. 1 – Распределение земельного фонда Саратовской области по категориям

Загрязнение почв на территории области происходит в основном вследствие выбросов вредных химических соединений от промышленных предприятий и транспорта. Интенсивным источником загрязнения почв являются несанкционированные свалки промышленных и бытовых отходов, размещаемые с нарушением требований санитарных норм и правил.

К числу наиболее опасных химических загрязняющих веществ относятся тяжелые металлы. Избыточное поступление металлов в экосистемы в результате антропогенного воздействия часто приводит к необратимым изменениям и нарушениям жизненно важных функций живых организмов.

Следует отметить, что загрязнению тяжелыми металлами подвергается не только почвенный покров, но и гидросфера и атмосфера. В силу этого повышение концентрации тяжелых металлов в окружающей среде носит глобальный характер. Их избыток в среде обитания приводит к накоплению растительными организмами, при этом уровень и характер поглощения у разных видов растений имеет свою специфику.

Одним из способов эффективной очистки почв от тяжелых металлов является фиторемедиация [2]. Восстановление окружающей среды при помощи растений вызывает широкий интерес благодаря возможностям, которые открывает эта технология при очистке загрязненных территорий. За последнее время фиторемедиация приобрела большую популярность,

что отчасти связано с её низкой стоимостью. Так как в процессе фиторемедиации используется только энергия солнца, данная технология на порядок дешевле методов, основанных на применении других технологий (экскавация, промывка и сжигание почвы). То, что данная технология применяется непосредственно в районе загрязнения, способствует снижению затрат и уменьшению контакта загрязненного субстрата с людьми и окружающей средой [3].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния концентрации ТМ (кадмий, медь) и внешних физических полей (ВФП: постоянное магнитное поле (ПМП) и УФ-излучение) на рост и развитие высших растений (фасоль, соя) и оценка возможности их использования для фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Экспериментальные данные и их обсуждение

В качестве тестовых культур были исследованы растения, относящиеся к классу двудольных: фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*) и соя (*Glycinemax*). Выбор обусловлен тем, что в целях фиторемедиации обычно используют высокопродуктивные культуры.

Для проведения исследований были приготовлены модельные растворы, содержащие 1, 5 и 10 ПДК катионов кадмия (II) на основе соли сульфата кадмия на 1 кг почвы [4, 5]. Брали подвижную форму металлов в почве [6]. Обработку почвы растворами металлов проводили единожды — в момент высадки семян растений, предварительно подвергнутых воздействию ВФП. В остальное время по мере подсыхания почву увлажняли дистиллированной водой. В контрольных вариантах для обработки субстрата использовали дистиллированную воду.

При изучении влияния ВФП (УФ с длиной волны $\lambda=257$ нм и ПМП с напряженностью 2 кА/м) семена фасоли и сои подвергали предварительной обработке ими в течение 6 часов. Фенологические наблюдения и измерение роста растений и листьев производили каждую неделю. Прирост растений определяли по высоте надземной части. Среди фенологических показателей у растений регистрировали появление всходов, первого, второго, третьего и четвертого настоящих листьев, их форму и цвет. Растения - фиторемедианты выращивали в течение 28 суток (таблица 1).

Установлено, что по сравнению с контролем, количество всходов в почвах, содержащих катионы кадмия изменилось: при концентрациях 5 и 15 ПДК всхожесть семян фасоли, обработанной УФ облучением и ПМП в течение 6 часов, заметно увеличилась.

Таблица 1- Влияние концентрации меди (числитель) и кадмия (знаменатель) и воздействий УФ и ПМП в течение 6 ч на количество всходов семян фасоли

День	Контроль	Воздействие УФ 6 часов		Воздействие ПМП 6 часов	
		Количество всходов, штук			
		5 ПДК	15 ПДК	5 ПДК	15 ПДК
7	0	7 / 5	6 / 3	6 / 4	6 / 3
14	4	9 / 7	7 / 6	8 / 5	9 / 5
21	5	9 / 8	10 / 6	8 / 5	9 / 5
28	5	9 / 6	8 / 6	8 / 5	8 / 4

В случае кадмия, всхожесть семян фасоли, обработанной УФ облучением, по сравнению с контролем также увеличилась. При воздействии ПМП и концентрации кадмия 5 ПДК количество всходов семян фасоли оказалось равным количеству всходов семян в контрольном образце, а при концентрации 15 ПДК, количество всходов семян фасоли несколько снизилось. В аналогичных условиях в присутствии в почве Cu^{2+} , которая в отличие от токсиканта кадмия, является микроэлементом, важным для роста и развития растений [7], достигалось повышение исследуемых параметров на 10–12 %, и особенно после обработки ультрафиолетом. По всей видимости, в этих условиях функции клеток активизировались, а растения усилили накопительные свойства. Анализ мезоструктуры листьев растений фасоли, произрастающей в условиях загрязнения медью и кадмием, показал, что при действии металлов в концентрациях 15 ПДК форма листьев изменилась, уменьшились (по отношению к контролю) их высота и площадь. Отмеченные нарушения свидетельствуют об изменении структуры фотосинтетического аппарата и могут являться причиной снижения скорости и продуктивности процесса фотосинтеза [8]. Нельзя не отметить при этом, что в небольших концентрациях (5 ПДК) тяжелые металлы оказывают стимулирующее влияние на ростовые процессы. Подобный эффект низких концентраций металлов может быть связан с активацией клеточного деления, и увеличением размеров клеток [7].

Гистохимический анализ распределения меди и кадмия в тканях фасоли после обработки их УФ облучением и ПМП показал, что активное накопление ТМ наблюдается в корнях растения [9, 10]. Было отмечено окрашивание корневых волосков, ризодермы, паренхимы корня. В тканях стебля и листьях присутствие металлов не выявлено. С течением времени изменений в местоположении металлов не выявлено. Металлы вглубь стебля не прошли. Таким образом, ткани корней растения выполняют барьерную функцию (эндодерма), защищая стебли и листья, а также генеративные органы от загрязнителя, что позволяет отнести растения фасоли к растениям - исключениям.

Библиографический список

1. Коробкин В.И., Экология. / Коробкин В.И., Передельский Л.Д. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 219 с.
2. Чупрова В.В. Экологическое почвоведение. / Чупрова В.В. - Красноярск: КрасГАУ, 2007.- 172 с.
3. Орлов Д.С., Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении почв / Орлов Д.С., Садовникова, И.Н., Лозановская.– М.: Высшая школа, 2002. – 223 с.
4. Линдиман, А.В. Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы / А.В. Линдиман, Л.В.Шведова, Н.В. Тукумова, А.В. Невский // Экология и промышленность России.- 2008. – сентябрь. – С. 45-47.
5. Колесников, С.И. Моделирование загрязнения чернозема свинцом с целью установления экологически безопасной концентрации / С.И. Колесников, М.Г. Жаркова, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков // Экология и промышленность России.- 2009. – август. – С. 34-36.
6. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» - М.: Изд-во стандартов, - 2006.- 8 с. <http://www.opengost.ru>.
7. Чеснокова, Т.А. Влияние природы солей меди на ее миграционные свойства в системе почва-растение / Т.А. Чеснокова, Л.В. Шведова, А.С. Терехова, А.В. Невский // Экология и промышленность России.- декабрь.- 2010.- С. 33-35.
8. Казнина Н.М, Влияние кадмия на некоторые анатомо-морфологические показатели листа и содержание пигментов у ячменя / Казнина Н.М, Лайдинен Г.Ф., Титов А.Ф. // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы. – 2006. – Ч. 1. – С. 153–155.
9. Валиев Р.Ш., Некоторые физиологические аспекты фито-экстракции тяжелых металлов / Валиев Р.Ш., Ольшанская Л.Н. // Известия Вузов Химия и химическая технология.- 2016. -Т. 59.- № 1.- С.30-35.
10. Ольшанская Л.Н., Гистохимические исследования локализации тяжелых металлов в тканях высших растений в процессе фитоэкстракции / Ольшанская Л.Н., Баканова Е.М., Яковлева Е.В. // Известия Вузов Химия и химическая технология.- 2016.-Т. 59.- № 5.- С. 3-15.

УДК 631.6

Пендюрин Е.А., маг.,

Семькин И.Д. маг.

(БГТУ им В.Г. Шухова, г Белгород, Россия)

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Нагрузку на окружающую среду обеспечивают предприятия горной промышленности, устранение вредного воздействия данных предприятий осуществляется мелиорацией карьеров и прилегающих земель. Установлено, что одним из перспективных направлений восстановления нарушенных