

УДК: 2788

Изучение адсорбирующих свойств тяжелых металлов растениями произрастающих в г. Шымкент

Худайбергана Д. З - студент., Конысбай А. Б.- студент. Сапарбекова А.А. руководитель

ЮКГУ – Южно-Казахстанский Государственный университет им. М. Ауезова, Казахстан, Шымкент

Аннотация : Рассматриваются гипераккумулятивные свойства растений г.Шымкент так же содержание в них тяжелых металлов. В качестве определения содержания тяжелых металлов предполагается инверсионный вольтамперометрический анализатор. Анализируются полученные в лабораторных экспериментах данные по первичной концентрации тяжелых металлов в растениях и растений произрастающих в г Шымкент. Выполнено сравнение двух гипераккумулятивных растений.

Ключевые слова: растения гипераккумуляторы, вольтамперометрический анализатор, Оже-спектрометр, фиторимедиация

**Study of the adsorbing properties of heavy metals by plants growing in Shymkent
Khudaiberganova D. Z -student of ChT, Konysbay A. B - student of ChT,
Saparbekova A.A. supervisor**

SKSU - South Kazakhstan State University named after M. Auezova, Kazakhstan, Shymkent

Abstract: The hyperaccumulative properties of plants in the city of Shymkent are considered as well as the content of heavy metals in them. An inversion voltammetric analyzer is assumed to determine the content of heavy metals. The data obtained in laboratory experiments on the primary concentration of heavy metals in plants and plants growing in Shymkent are analyzed. Comparison of two hyperaccumulative plants.

Keywords: hyperaccumulators plants, voltammetric analyzer, Auger spectrometer, phytoremediation

Введение

Загрязнение окружающей среды токсичными веществами, такими как тяжелые металлы и радионуклиды, в настоящее время составляет огромную проблему для биосферы. Техногенные радиоактивные вещества попадают в окружающую среду либо как отходы в ходе переработки продуктов ядерного цикла, медицинских исследований,

либо при техногенных авариях типа Чернобыльской в 1986 г. В связи с этим необходимы разработка и внедрение методов, обеспечивающих безопасность окружающей среды и переработку ядерных отходов для дальнейшего развития ядерного топливного цикла как основного источника загрязнений. К настоящему времени накоплен значительный материал о биотехнологических методах очистки растворов, содержащих уран, стронций, цезий и йод, как наиболее экономически выгодных и экологически безопасных. [1].

Актуальность курсовой работы. Большинство почв Южно-Казахстанской области (г. Шымкент) загрязнены различными тяжелыми металлами и токсическими веществами. По мнению специалистов значительная часть пахотных земель Южно-Казахстанской области (свыше 250 тыс. га), подвержена техногенному загрязнению. Производимая в этих условиях растениеводческая продукция часто не соответствует санитарно-гигиеническим нормам содержания вредных для здоровья человека и животных токсических веществ

Изучение фитоэкстракции тяжелых металлов и мышьяка различными видами растений и использование их потенциала в технологиях фиторемедиации и получения экологически безопасной продукции в зональных условиях - одна из актуальных проблем регионального значения.

Целью работы является изучение адсорбирующих свойств тяжелых металлов растениями, произрастающих в г Шымкент [2].

Объект исследования: растения бархатцы и укроп

Задачи исследования:

- изучить гипераккумулятивные свойства растений (бархатцы, укроп)
- исследовать их биологическую ценность как очистителей от тяжелых металлов
- провести исследования необходимые для лучшей оценки пользы растений гипераккумуляторов

Научная новизна работы: В условиях Южно-Казахстанской области (г. Шымкент) проведено изучение степени загрязнения почвенного покрова и возделываемых сельскохозяйственных культур, изучена реакция возделываемых растений на содержание в почвенном покрове тяжелых металлов. По степени поглощения их из почвы выявлены растения индикаторы, отражатели, аккумуляторы. Для проведения фиторемедиации предложены растения-гипераккумуляторы - бархатцы, укроп .

Практическая значимость: Фиторемедиации - приема использования высокого эколого-биологического потенциала растений-аккумуляторов и гипераккумуляторов для фитоэкстракции из загрязненной почвы тяжелых металлов: бархатцев, укропа, растений-

индикаторов - для проведения биомониторинга и растений-отражателей, обладающих толерантными свойствами и используемых для получения экологически безопасной растениеводческой продукции в условиях техногенного загрязнения почв региона [3].

Экспериментальная часть

Методики проведения эксперимента

Данные методы разработаны в соответствии с решением межведомственной проблемы в стране - разработать научные и методические основы нормирования и контроля за загрязнением почв, вод и растительного покрова тяжелыми металлами.

Химические методы определения тяжелых металлов в растениях широко применяются в аналитической практике благодаря своей доступности, достаточно высокой чувствительности и воспроизводимости.

Определение тяжелых металлов в растениях

Растения высушивают до воздушно-сухого состояния, размельчают руками и ножницами и тонко измельчают на мельнице типа "Пируэт". Навеску в 2 г (не более 5 г) помещают в платиновую чашку (объем 50 мл, диаметр 4 см) и ставят в холодный муфель, постепенно поднимают температуру до 500 °С и озольют при этой температуре 4 часа. Чашки вынимают из муфеля, охлаждают и обрабатывают золу, окапывая ее бидистиллированной водой и азотной кислотой. Высушивают на закрытой электрической плитке при невысокой температуре и снова помещают в муфель на 15 - 20 мин. Полученную светлую золу обрабатывают 2 раза соляной кислотой, высушивая на закрытой электрической плитке. Затем золу растворяют при нагревании в 10 мл 10%-ным раствором HCl и фильтруют через фильтр (белая лента), промывая водой, подкисленной HCl. Если на фильтре остается заметный осадок, фильтр с осадком переносят в платиновую чашку или тигель, подсушивают на электрической плитке и помещают в муфель, прокаливая при температуре 500 °С [4]. Когда остаток в тигле станет белым, его обрабатывают несколькими каплями воды, соляной кислоты и 2 - 3 мл фтористоводородной кислоты, выпаривают на закрытой электрической плитке и снова обрабатывают фтористоводородной кислотой. Двух обработок фтористоводородной кислотой бывает вполне достаточно, чтобы полностью удалить SiO₂. Остаток растворяют 2 при нагревании

в 10%-ном растворе соляной кислоты и полученный раствор присоединяют к основному раствору. Раствор золы помещают в мерную колбу емкостью 50 мл и доводят до метки бидистиллированной водой. В полученном растворе определяют тяжелые металлы, иногда для определения можно пользоваться аликвотной частью раствора, но часто на определение одного элемента химическим методом расходуется весь раствор. Озольять сразу большую навеску не рекомендуется, так как при этом могут происходить заметные потери тяжелых металлов [5].

Способ определения тяжелых металлов в растениях

Медь является хорошим электрическим проводником и при толщине слоя образца растения на ее поверхности (10-15 мкм) облучающие образец электроны, проходят через слой растения и попадают на медь, тем самым замыкая электрическую цепь спектрометра. Медь имеет кристаллографическую ориентацию. Это соответствует наиболее плотной атомной упаковке, что существенно для достижения большей адгезии и равномерности наносимого слоя образца растения, а также удобно для проведения Оже-измерений. Обоснование выбранных параметров толщины слоя растений на поверхности медной пластины объясняется тем, что при меньшей толщине, в силу особенностей электронной Оже-спектроскопии, снижается чувствительность к регистрации разных химических элементов [6]. При большей толщине слоя будет происходить электрическая зарядка образца, поскольку растение (в данном случае высушенное) является не достаточно хорошим проводником электрического тока. А поскольку в методе электронной спектроскопии образец облучается электронным лучом, на плохо проводящей поверхности скапливается электрический заряд неконтролируемой величины, что существенно снижает достоверность измерений. Эти параметры являются оптимальными и определены экспериментальным путем. Сам метод Оже-спектроскопии основан на эффекте Оже, открытым в 1925 г. французским ученым Пьером Оже и назван в его честь.

Растения, обладающие биоиндикационными свойствами (бархатцы и укроп) на исследуемом участке, отбирают для анализа, высушивают до влажности 20-22% [7].

Результаты и обсуждение эксперимента

Определения тяжелых металлов растениями бархатцами

Для выполнения работ использовалась проба с бархатцами объемом 1 см помещают в муфельную печь при температуре 120°C, выдерживают в течение 5 минут. После охлаждения до 25°C образец с помощью очищенной фарфоровой палочки помещают на поверхность кристалла меди в виде слоя толщиной 5 мкм. Подготовленный образец помещают в предварительную камеру электронного Оже-спектрометра и после ее откачивания до давления остаточных газов на уровне 10⁻⁶ мбар через шлюз перемещают в измерительную часть спектрометра с давлением остаточных газов на уровне 10⁻⁹ мбар. При воздействии первичным электронным лучом с энергией 3 кэВ и силой тока 0,1 мкА, происходит возбуждение Оже-электронов и регистрация Оже-спектров соответствующих элементам: Cd, Fe, Pb, Hg, Cu, Ni, Zn, Co в концентрациях от 1 до 10 мг/кг. Количество килоэлектронвольт в дозе 3 объясняется тем, что в системе СИ энергия привычно измеряется в Джоулях или калориях. Но для величин на уровне атомов или молекул один Джоуль - это огромная величина в объеме миллиардов электронвольт. Поэтому энергия в данном варианте предлагается измерять в килоэлектронвольтах. Результаты опыта сведены в (таблице 1)

Таблица 1 - Содержание тяжелых металлов в бархатцах

Тяжелые металлы	Предельно- допустимые концентрации, мг/кг	Бархатцы, мг/кг
Pb	5,1	6,175
Cu	4,25	11,755
Zn	26,17	4,038
Co	5,3	3,967
Ni	2,54	3,382
Cd	0,38	0,584

С помощью перемещающего штока образец перемещают на держатель, после чего устанавливают в фокус электронного спектрометра.

Определения тяжелых металлов растением (укропом)

Для выполнения работ использовалась проба с укропом объемом 5 см помещали в муфельную печь, нагревали до температуры 120°C, выдерживали при этой температуре в течение 5 мин, после чего нагрев отключается. После охлаждения образца до 25°C, он с помощью очищенной в ультразвуковой ванне фарфоровой палочки наносится на поверхность кристалла Си в виде слоя толщиной 5 мкм. Подготовленный таким образом образец помещали в предварительную камеру электронного Оже-спектрометра и после ее откачивания до давления остаточных газов на уровне 10⁻⁶ мбар через шлюз перемещали в измерительную часть спектрометра с давлением остаточных газов на уровне 10⁻⁸-10⁻⁹ мбар. С помощью перемещающего штока образец помещали на держатель, после чего происходит его установка в фокус электронного спектрометра. Путем воздействия на образец первичным электронным лучом с энергией 3 кэВ и силой тока 0,1 мкА, происходит возбуждение Оже-электронов и регистрация Оже-спектров в интервале энергий 25-2000 эВ, что позволяет определить наличие всех элементов с порядковыми номерами от 3 атомных единиц массы (литий) до 94 атомных единиц массы (плутоний) в концентрациях от 1 до 10 мг/кг. Способ позволяет зарегистрировать наличие всех элементов от лития до плутония в одном измерении с точностью, по содержанию в пределах 0,01-0,02%. Способ не требует наличия реперных образцов или образцов сравнения по каждому химическому элементу. Поскольку измерение проводится в сверхвысоком вакууме, внешние факторы неконтролируемого воздействия окружающей среды на результат измерения сведены к минимуму. Результаты опыта сведены в (таблице 2)

Таблица 2 - Содержание тяжелых металлов в укропе

Тяжелые металлы	Предельно- допустимые концентрации, мг/кг	Укроп, мг/кг
Pb	5,1	4,417
Cu	4,25	5,783
Zn	26,17	2,115
Co	5,3	3,967
Ni	2,54	3,782
Cd	0,38	0,104

Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в бархатцах и укропе

Как показали исследования количество содержания тяжелых металлов в бархатцах намного превышает в укропе. Концентрация содержания в бархатцах свинца (Pb) в 2 раза больше, а меди (Cu) в 6 раз больше чем в укропе (таблица 3)

Таблица 3 - Сравнительная характеристика содержания тяжелых металлов в бархатцах и укропе

Тяжелые металлы	Предельно- допустимые концентрации, мг/кг	Бархатцы, мг/кг	Укроп, мг/кг
Pb	5,1	6,175	4,417
Cu	4,25	11,755	5,783

Доступность для растений тяжелых металлов, связанных с частицами почвы, повышают и находящиеся в мембранах корневых клеток ферменты редуктазы. Так, установлено, что бархатцев, испытывающего недостаток железа или меди, повышается способность восстанавливать ионы этих элементов. Корни этих растений могут при недостатке железа повышать кислотность почвы, в результате чего его соединения переходят в растворимое состояние. В повышении биологической доступности тяжелых металлов немалую роль может играть и корневая микрофлора. Это и объясняется тем что бархатцы поглощают большую концентрацию тяжелых металлов чем в укропе

Заключение

Исследуемые почвы г. Шымкента отнесены к техногенно загрязненным, с превышением по валовому содержанию Pb, Zn и, значительным количеством подвижных форм Си. В минимальных антропогенно-техногенным воздействием почвах наименее подвержены техногенному загрязнению и могут быть использованы в качестве фоновых концентраций, а также в качестве контроля при изучении аккумуляции Pb, Ni, Co, Cr в системе почва-растение. Свинец, медь, железо, хром в условиях г. Шымкента могут накапливаться в исследуемых дикорастущих растениях. Наиболее активными накопителями данных тяжелых металлов является бархатцыи укроп. Из рассматриваемых металлов по степени накопления в фитомассе дикорастущих растений построен

следующий убывающий ряд: Fe>Cu>Cr> Zn>Co>Mn. В различных районах города Шымкента один и тот же вид растения обладает неодинаковой металлоаккумуляционной способностью.

Список использованной литературы

1. Авраменко П.М., Шевелева М.А. Закономерности накопления свинца, цинка и кадмия в растениях // Агрехимический вестник. 2010. - № 2. - С.16-17.
2. Айшыяли Х. Совместное действие колхицина и X-лучей на митотический индекс и на выход хромосомных перестроек у *Vicia Faba* L. Авторефер. канд. дисс. JL, 2010. - 25 с.
3. Академия Наук. Генетические исследования загрязнения окружающей среды. М.: Наука, 2011. - 5 с.
4. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 2010. - 288 с.
5. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: ВО Агропромиздат, 2012. - 140 с.
6. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Наука, 2013. - 142 с.
7. Андреева И.В., Говорина В.В., Виноградова С.Б., Ягодин Б.А. Никель в растениях // Агрехимия. 2011. - № 3. - С. 82-94.