

Определение минерального состава с помощью сканирующей электронной микроскопии рентгеноструктурным анализом показало наличие минералов, в составе которых отмечаются выше указанные химические элементы: As, Pb, Ba, Fe, Ti, Zr, Mn. Это подтверждается результатом атомно-эмиссионного анализа образцов бурового шлама.

Результаты сканирующей микроскопии подтверждают данные ранее проведенного рентгеноструктурного анализа – исследуемые образцы состоят из алюмосиликатной матрицы. За исключением оксида кремния и алюминия, матрица включает в себя такие элементы как Na, Mg, Fe, K. Такой элементный состав соответствует породообразующим минералам иллиту, мусковиту и альбиту.

В результате проведенного исследования были получены данные о минералогическом и химическом составе проб бурового шлама нефтяных месторождений Томской области, а также подтверждены результаты ранее проведенных исследований методами атомно-эмиссионной спектрометрии и рентгеноструктурным анализом.

Следует отметить, что методы сканирующей электронной микроскопии с применением рентгеноструктурного анализа и рентгеноструктурный анализ на дифрактометре, являются взаимодополняющими.

Литература

1. Власов А. И. Электронная микроскопия: учеб. пособие / А. И. Власов, К. А. Ел-суков, И. А. Косолапов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 168 с.
2. Кузнецова, Г. А. Качественный рентгенофазовый анализ [Текст]: методические указания / Г. А. Кузнецова. - Иркутск: ИГУ, 2005. - 28 с

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЧИСТКЕ ПОЧВ ОТ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. Ю. Мишанькин

Научный руководитель доцент А. Н. Третьяков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

В настоящее время, ввиду стремительного развития промышленности, широкое распространение получило загрязнение почвенного покрова. Почва, представляющая собой одну из депонирующих сред, активно аккумулирует в себе антропогенные загрязняющие вещества, в число которых входят и радиоактивные химические элементы.

Необходимо отметить, что восстановление почв, подвергшихся радиоактивному загрязнению, является довольно дорогостоящим и сложным процессом. Кроме того, почвенный покров после восстановления не получает утраченное плодородие, что влечёт за собой особенно негативные последствия в районах, занятых сельскохозяйственными угодьями [2].

Наиболее перспективным методом для очистки почв в промышленно развитых странах на сегодняшний день считается фиторемедиация (фитоэкстракция) – удаление различных токсикантов из почв с помощью метаболического потенциала растений.

Важной особенностью фиторемедиации является сохранение первоначальной целостности почвенного покрова и естественного плодородия почв.

Механизм поглощения и перемещения по тканям растений поллютантов пока не выяснен полностью. Но можно предположить, что накопление ионов различных веществ-загрязнителей является проявлением попытки растения защитить жизненно важные структуры от отравления.

Растения для фиторемедиации отбираются экспериментальным путём, с учётом особенностей как самих растений, так и почвенного участка, который подлежит реабилитации (таблица 1) [1].

Таблица 1

Растения, используемые для фитоэкстракции тяжёлых металлов [1]

Растение	Тяжёлый металл
Brassica juncea (Горчица сарептская)	Pb, Cr (VI), Cd, Zn, Ni, Cu, Se, B
Medicago sativa (Люцерна посевная)	Pb, Zn, Ni, Hg
Thlaspi caerulescens (Ярутка лесная)	Ni, Zn
Festuca arundinacea Alta Populus (Овсяница тростниковая)	As, Cd
Hibiscus cannabinus (Гибискус коноплевый)	Se
Alyssum wulfenianum (Бурячок Вульфена)	Ni
Helianthus annuus (Подсолнечник однолетний)	Cs, Sr

В данной научной работе в качестве растения-гипераккумулятора радиоактивных элементов использовалась горчица салатная (*Sinapis alba*) - однолетнее масличное растение из семейства капустных (крестоцветных), отличающееся коротким вегетационным периодом [2].

Выбор данного растения сделан на основании изучения литературных источников, а также вследствие

широкоизвестных фиторемедиационных способностей горчицы.

Целью научной работы являлось выявление фиторемедиационного потенциала горчицы салатной по отношению к радиоактивным веществам.

На первой стадии исследований было выяснено, что горчица салатная действительно обладает способностью аккумулировать радиоактивные вещества.

В ходе исследования использовался садовый (рассадный) почвогрунт. В качестве радиоактивного загрязнителя применялся водный раствор азотнокислого урана-238, с концентрацией урана 4,1 мг/л. Горчица была посажена в трёх ёмкостях с обыкновенным почвогрунтом (фон), почвогрунт в других трёх ёмкостях перед посадкой семян был пропитан раствором урана.

После достаточного укоренения растений и появления зелёной массы были выполнены анализы почвогрунтов и золы растений, обработка данных и сравнение с фоновыми значениями. Результаты анализов показали интенсивное накопление урана растительной массой, вследствие чего концентрация данного химического элемента в почвогрунте уменьшилась.

На следующем этапе исследований при схожих условиях рост и развитие растений происходили в течение четырёх месяцев при регулярном поливе.

Затем растительность была удалена (отдельно корни, стебли и листья), а почвогрунт для последующего анализа на определение концентрации урана-238 был отправлен на пробоподготовку.

Для выявления характера миграции радиоактивного загрязнителя по почвенному профилю весь слой почвогрунта был разбит на три горизонта (от поверхности): 1 – от 0 до 2,5 см; 2 – от 2,5 до 5,5 см; 3 – от 5,5 до 8 см. С каждого горизонта было отобрано по две пробы.

Подготовка проб почвогрунтов к анализу включала в себя несколько стадий.

На первой стадии проводилось просушивание проб почвогрунтов в специальном сушильном шкафу (при температуре около 100 °С) и их озонение в муфельной печи (при температуре 250 – 600 °С) с целью удаления органических компонентов.

На второй стадии пробоподготовки для экстракции урана из почвогрунта сначала в каждую пробу заранее определённой массы добавлялась концентрированная фтороводородная (плавиковая) кислота, при этом происходила химическая реакция силикатов, содержащихся в почвогрунте, с кислотой. После окончания химической реакции (удаления силикатов из пробы) проводилось выпаривание фтороводородной кислоты, при этом проба доводилась до состояния пасты. Выпаривание проводилось при температуре 100 °С и занимало примерно 1,5 часа.

На третьей стадии, после остывания пасты, в пробу 3 раза подряд добавлялась концентрированная азотная кислота определённого объёма. Далее проводилось нагревание пробы до полной отгонки азотной кислоты.

На заключительной четвёртой стадии к остывшим пробам добавлялось небольшое количество дистиллированной воды и проводилась фильтрация при помощи мембранного вакуумного насоса.

Соотношение реагирующих компонентов было установлено методами относительного выхода Старика-Барбанеля, сдвига равновесия и изомолярных серий.

Анализ содержания урана проводился на спектрофлуориметре «Флюорат-02 - панорама» (спектрофлуориметрический метод анализа) согласно нормативной методике [3].

Для непосредственного анализа готовились пробы, состоящие из 0,5 мг полисиликата натрия, 0,5 мг отфильтрованного почвенного раствора и 5 мг воды каждая.

Усреднённые результаты анализов проб почвогрунта (по двум пробам) с трёх горизонтов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Усреднённые концентрации урана-238 в почвогрунте после удаления растительности

№ почвенного горизонта	Концентрации урана-238 в почвогрунте, мг/кг	Начальная концентрация урана-238 в почвогрунте, мг/кг
1	21,46	8,68
2	10,34	
3	1,42	

Высокие концентрации радиоактивного загрязнителя в первых двух горизонтах вызваны, вероятно, большим количеством органических компонентов, содержащих в себе уран-238.

Кроме того, сходным методом были определены концентрации урана-238 в золе листьев растений, а также в золе корней и стеблей (таблица 3).

Таблица 3

Содержание урана-238 в золе различных частей растений

Часть растения	Концентрация урана-238 в золе, мг/кг
Листья	3,29
Стебли + корни	3,06

Также рассчитывался такой геохимический показатель, как коэффициент озонения (таблица 4), представляющий собой отношение массы золы растений к массе сухого вещества.

Таблица 4

Коэффициенты озоления растительности

Часть растения	Коэффициент озоления
Листья	0,38
Стебли + корни	0,09

Таким образом, в ходе работы у горчицы салатной была экспериментально выявлена способность накапливать уран-238.

Результаты анализа золы растений показали, что уран накапливается в листьях и стеблях с корнями практически в одинаковой степени, т.е. осуществляется его активная транслокация в надземные органы растений.

При исследовании вертикального распределения урана по почвенным горизонтам получены данные о наибольшем концентрировании урана в верхнем горизонте, что связано с большим количеством органических компонентов (элементов корней растений) вверху почвенного профиля.

В целом, в рамках работы были отработаны технологии пробоподготовки и анализа проб почвогрунтов и растительности на содержание урана – 238, с использованием нормативных методик.

Литература

1. Квеситадзе Г. И. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях. – М.: Наука, 2005. – 199 с.
2. Мартынянчев А. В. Применение фиторемедиации почв для очистки земель сельскохозяйственного назначения // Вестник НГИЭИ. – 2012. – Т.1. - № 10. – С. 56, 60.
3. ПНД Ф 14.1: 2:4.38-95. Определение урана в воде.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Е. Д. Моисеенко

Научный руководитель О. Б. Меженная, доцент

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Почвы прямо или косвенно дают человечеству 95% еды. Около 1/3 нашей еды становится отходами, при этом почти половину отходов домашних хозяйств можно перерабатывать в компост, питающий почвы.

К 2050 году население Земли превысит 9 млрд. человек, сельскохозяйственное производство во всем мире увеличится примерно на 60%. Почвы являются средой обитания порядка 1/4 всех биологических видов нашей планеты. В одной чайной ложке здоровой почвы больше живых организмов, чем людей на планете Земля. 33% почв во всем мире деградированы (от умеренной до сильной степени) вследствие эрозии, засоления, уплотнения, закисления, химического загрязнения и истощения питательных веществ. Каждый год Земля теряет 24 млрд. тонн плодородной почвы. Каждый час в Европе расширяющиеся города захватывают 11 гектаров почв. Изменения в землепользовании и осушение органических почв в целях их обработки являются причиной порядка 10% всех выбросов парниковых газов. Рациональное использование почвенных ресурсов (повышение содержания органического вещества почвы, поддержание растительности на поверхности почвы, грамотное использование питательных веществ, содействие организации севооборотов, борьба с эрозией) может повысить урожайность в среднем на 58%.

Климатические и литолого-геоморфологические условия Беларуси обусловили развитие в основном подзолистого, дернового и болотного почвообразовательных процессов в чистом виде или их сочетании. Преобладающими генетическими типами почвообразующих пород являются моренные, водно-ледниковые, эоловые, современные и древне-аллювиальные, озерные и озерно-болотные отложения. Механический состав их достаточно разнородный, однако среди пахотных угодий преобладают породы супесчаного состава – 42,5 %, суглинистые составляют 37,6 %, песчаные – 13,6 % и торфяные – 6,3 %.

Использование земель зачастую сопровождается негативными последствиями, влекущими за собой разрушение, деградацию или загрязнение почвенного покрова. Масштабное загрязнение почв произошло в результате аварии на Чернобыльской электростанции.

В последние годы значительно снизилась эффективность эксплуатации мелиоративных систем, происходит ухудшение состояния осушенных земель. Поэтому основным направлением мелиорации земель является реконструкция и модернизация технически устаревших мелиоративных систем или их отдельных элементов.

Изучение и отслеживание загрязнения почв осуществляется с помощью мониторинга загрязнения почв. Основной целью мониторинга являются сбор, анализ и обобщение информации о состоянии почв, изменении свойств почв под воздействием хозяйственной деятельности. оценка и прогноз состояния почв для разработки экологически обоснованных рекомендаций по их рациональному использованию и охране. Мониторинг осуществляется по 17 основным показателям: кислотность, пестициды, тяжелые металлы, сульфаты, нитраты, нефтепродукты и др. [3]

По итогам мониторинга почв на территории Республики Беларусь и результатам экологических исследований наибольшую степень химического загрязнения почв наблюдается в городах и прилегающим к ним территориям, вдоль полос автомобильных дорог, на участках земель с объектами размещения отходов, на землях сельскохозяйственного назначения. Площадь территорий с опасным уровнем загрязнения почв в