

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ОТВАЛАХ УЧАЛИНСКОГО ГОРНО- ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

В работе представлены результаты по аккумуляции металлов листьями (хвоей) березы повислой (*Betula pendula* Roth), осины (*Populus tremula* L.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях отвалов горнорудной промышленности. Показана высокая поглотительная способность и средоочищающая роль древесных растений.

Ключевые слова: УГОК - Учалинский горно-обогатительный комбинат.

Добыча полезных ископаемых открытым способом является наиболее эффективной, однако способствует возникновению отвалов, хвостов обогащения, карьеров и т.д. [15].

Биологическая рекультивация отвалов представляет долговременный и сложный процесс, как с технической, так и с экономической стороны. Это связано с разработкой карьеров, высокой токсичностью вскрышных и вмещающих пород и извлекаемых руд [10]. Известно, что отвалы являются центром повышенного содержания химических элементов и растения, осваивающие данные техногенные местообитания посредством самозарастания, подвергаются интоксикации [4]. Оптимизация окружающей среды и оздоровление промышленно развитых районов могут быть решены методом лесной рекультивации. Древесные растения – естественный универсальный фильтр, способный в комплексе с техническими средствами предохранять окружающую среду от загрязнения [6, 14].

Целью настоящей работы является количественное определение содержания тяжелых металлов в листьях древесных растений, растущих на отвалах медно-колчеданной промышленности. Исследования проводились на отвалах Учалинского горно-обогатительного комбината (УГОК).

В физико-географическом отношении район исследования согласно агропочвенному районированию относится к Зауральской лесостепи. Территория района входит в климатическую область Западно-Сибирской низменности – континентальную западносибирскую лесную и относится к агроклиматической зоне умеренно холодного-полусухого климата [14].

В качестве пионеров зарастания нарушенных земель и разнообразных техногенных субстратов из древесных выступают береза повис-

лая (*Betula pendula* Roth), осина (*Populus tremula* L.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.).

Использование в насаждениях быстрорастущих и устойчивых древесных растений обеспечивает значительное улучшение состояния окружающей среды [12, 5].

Отбор образцов листьев древесных пород и их подготовка к элементному анализу осуществлялись по общепринятым методикам. Содержание элементов (K, Ca, Cu, Mn, Pb, Fe, Ti, Sr) в листьях древесных растений определялось методом рентгено-флуоресцентного анализа на установке WRA-2 (Германия).

Формирование растительных сообществ на отвалах идет медленными темпами, что определяется неблагоприятными абиотическими факторами, в том числе и содержанием в субстрате аномально повышенных количеств тяжелых металлов, таких как Cu, Mn, Pb, Fe, Ti, Sr, которые из-за кислой реакции среды находятся в подвижной форме [3].

Отвалы Учалинского карьера медно-колчеданных руд достигают высоты 30 м, местами сохранились выступы ярусов ранней отсыпки. Платообразная вершина отвалов имеет несколько уступов с разницей высот до 10 м, среди которых встречаются замкнутые поверхности, лежащие ниже обрамляющих их платообразных вершин. На отвале целесообразно отличать: 1) платообразные вершины; 2) платообразные депрессивные поверхности; 3) теневые склоны; 4) склоны инсолируемые. Отвал сложен скальными плохо выветривающимися породами различного химического состава (флюориты, кварциты, порфириты, пириты и др.). Почвогрунты на них не имеют морфологической выраженности генетических горизонтов и характеризуются малым содержанием гумуса [1].

Калий является одним из самых необходимых для растений микроэлементов. Он способствует усвоению углекислоты из воздуха, принимает участие в синтезе, накоплении и передвижении (транспорте) углеводов из листьев к корням [2]. В условиях отвала содержание данного микроэлемента (мг/кг) в листьях (хвое) древесных растений возрастает в ряду: сосна < береза < осина. Высокое содержание К в ассимиляционном аппарате древесных объясняется тем, что, во-первых, элемент играет непосредственную роль в функционировании устьиц, во-вторых, отмечается высокая степень обеспеченности отвалов подвижными формами К [8]. В условиях Учалинского отвала содержание данного элемента в листьях (хвое) осины составляет 14 600 мг/кг, березы – 10 000 мг/кг, а сосны – 8600 мг/кг. Содержание К в листьях осины в 1,6 раза больше, чем сосны (табл.1).

Сходная картина наблюдается и в накоплении Са. Среднее содержание Са в листьях осины составляет 17 700 мг/кг. Кальций относится к макроэлементам и активизирует ряд ферментов, способствует физиологическому уравниванию ионного состава среды. Он участвует в процессах почвообразования, улучшает структуру почвы, влияет на реакцию среды, подвижность других биологически необходимых зольных веществ для растений. Данный элемент уменьшает вредное действие на растения Fe, Al и Mn путем перевода их в неусвояемые формы [2]. В породах отвалов Са присутствует в виде известняков и мрамора, и, видимо, поэтому содержание его в деревьях высокое.

По данным И.Н. Павлова (1999), при аккумуляции в растениях калий и кальций выступают антагонистами: с увеличением количества Са снижается содержание К [9]. При произрастании на отвалах эта закономерность четко проявляется у осины и несколько слабее у березы.

Марганец в древесных растениях накапливается по-разному. Наиболее интенсивно его накапливают береза и осина, и менее интенсивно сосна. Нормальным содержанием Mn для трав считается 100,0 мг/кг или в интервале от 20,0 до 300,0 мг/кг сухого вещества. Предельно допустимая концентрация для трав не установлена. Критической считается концентрация 300,0 мг/кг, фитотоксичной – более 500,0 мг/кг

Таблица 1. Среднее содержание элементов (мг/кг) в листьях древесных растений в условиях отвалов УГОК

| Образцы | K | Ca | Cu | Mn | Pb | Fe | Ti | Sr |
|-------------------------|-------|-------|------|-----|----|-----|-----|-----|
| <i>Populus tremula</i> | 14600 | 17700 | 2,37 | 290 | 10 | 640 | 1,8 | 200 |
| <i>Betula pendula</i> | 10000 | 15600 | 3,2 | 520 | 7 | 510 | 1,5 | 65 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 8600 | 4700 | 3,36 | 200 | 10 | 518 | 1,6 | 30 |

[7]. Полученные средние значения Mn по отдельным породам превышают норму.

В растениях с отвалов содержание Fe в 2-2,5 раза больше, чем содержание Mn. Наибольшая концентрация Fe отмечена у осины и наименьшая у березы.

Медь относится к числу важнейших микроэлементов. Нормальным содержанием элемента для трав считают интервал концентраций от 5,0 до 30,0 мг/кг. Критической считается концентрация, равная 150,0 мг/кг [11]. Медь, которая для растений является существенно важным элементом, в высоких концентрациях может оказывать токсическое действие, которое вдвое выше, чем у Zn. Полученные данные показывают, что содержание Cu в листьях древесных растений меньше нормы.

Исследования показали, что максимальное содержание K, Ca, Fe, Sr характерно для листьев осины. Хвоя сосны наименее аккумулирует Ca, Mn, Sr.

Накопление рассмотренных элементов в листьях древесных культур может зависеть и от видовых особенностей растений [8]. Например, содержание Sr в листьях осины выше в 3 раза, чем в листьях березы, и в 6 раз – в хвое сосны. Стронций по характеру накопления близок к Са. Они могут конкурировать между собой, но стронций обычно не может заменить кальций в его биохимических функциях. Sr относительно легко поглощается растениями, но его доступность может быть снижена внесением в почву Са, Mg, K и Na. Токсичный уровень содержания Sr для растений составляет 30 мг/кг золы. Избыток данного элемента в растениях приводит к нарушению формирования опорных тканей и изменению репродуктивных органов [2].

Концентрация Ti в листьях (хвое) древесных растений на отвале невелика и значительно ниже, чем других элементов. Содержание металла в листьях древесных (мг/кг) уменьшается в ряду: осина (1,8) > сосна (1,6) > береза (1,5).

Согласно Г.И. Махониной (1987), предельно допустимая концентрация для Pb в растениях составляет 10 мг/кг сухой массы [8], следовательно, в условиях отвалов УТОК древесные растения содержат данный элемент в количестве, не токсичном для самих растений. Известно, что Pb при низких концентрациях действует стимулирующе на рост растений. Описаны эффекты торможения метаболизма растений, возникающие из-за низких уровней содержания элемента [3].

Выводы

1. При осуществлении рекультивации отвалов следует ориентироваться на насаждения осины и березы, как наилучшие накопители Ti, Mn, Sr – 1,8:1,5; 290:520; 200:65 соответственно.
2. Осина ограничивает распространение таких тяжелых металлов, как Fe, Pb, береза – Mn.
3. Благодаря высокой поглотительной способности, быстрой скорости роста осина и береза рекомендуются при создании санитарно-защитных зон техногенных ландшафтов.

Список использованной литературы:

1. Баталов А.А., Мартыянов Н.А., Кулагин А.Ю., Горюхин О.Б. Лесовосстановление на промышленных отвалах Предуралья и Южного Урала /БНЦ Уро АН СССР. Уфа, 1989. 140 с.
2. Власюк Л.А., Шкварук И.М., Сапаты С.Е., Шамотиенко Т.Д. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных и человека. Киев: Наукова думка, 1974. 218 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
4. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 298 с.
5. Коршиков И.И., Котов В.С., Михеенко И.П., Игнатенко А.А., Чернышова Л.В. Взаимодействие растений с техногенно загрязненной средой. Стойкость. Фитоиндикация. Оптимизация. Киев: Наукова думка, 1995. 192 с.
6. Кулагин Ю.З. Индустриальная дендроэкология и прогнозирование. М.: Наука, 1985. 117 с.
7. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самар. ун-т, 1997. 100 с.
8. Махонина Г.И. Химический состав растений на промышленных отвалах Урала. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1987. 176 с.
9. Павлов И.И. Изучение сорбции фтора в листьях древесных растений // Химия растительного сырья. 1999. № 2. С. 37-43.
10. Пасынкова М.В. Использование древесных видов при биологической рекультивации отвалов медной промышленности // Растения и промышленная среда. 1992. С. 120-128.
11. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М., Павловский В.А. Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самар. ун-т, 1998. 97 с.
12. Сергейчик С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды. Минск: Наука и техника, 1984. 168 с.
13. Тайчинов С.Н., Бульчук П.Я. Природное и агропочвенное районирование Башкирской АССР - Ульяновск, 1975. - 159 с.
14. Тарабрин В.П. Водный режим и устойчивость древесных растений к промышленным загрязнителям // Газоустойчивость растений. Новосибирск: Наука. 1980. С.18-29.
15. Терехова Э.Б. Характеристика вскрышных пород Аятского бокситового месторождения по их пригодности для биологической рекультивации // Почвообразование в антропогенных условиях. 1981. С. 71-90.