

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ И КОРЕ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ

В результате исследования четырехпригородных районов г. Красноярска на предмет накопления тяжелых металлов в древесной зелени и коре пихты сибирской выявлено, что древесная зелень и кора пихты сибирской поглощают тяжелые металлы, аккумулируя их значительное количество своей биомассой, тем самым способствуя временному выводу их круговорота веществ.

Ключевые слова: *древесная зелень, кора пихты, тяжелые металлы, загрязнение почвы, атмосферы.*

S.V. Soboleva, L.I. Chentsova, I.S. Pochekutov

THE RESEARCH OF THE HEAVY METAL ACCUMULATION IN THE SIBERIAN FIR TREE WOOD GREENERY AND BARK

As a result of studying four suburban districts of Krasnoyarsk on the heavy metal accumulation in the Siberian fir tree wood greenery and bark it is revealed that the Siberian fir tree wood greenery and bark absorb heavy metals accumulating their considerable amount by their biomass, thereby contributing to their temporary withdrawal from the substance rotation.

Key words: *wood greenery, fir bark, heavy metals, soil pollution, atmosphere.*

Введение. Тяжелые металлы (ТМ) как загрязнители биосферы представляют наибольший интерес. Это связано с их биологической активностью и способностью накапливаться в различных средах. Некоторые тяжелые металлы относятся к биологическим элементам (Zn, Mn, Fe), необходимым для жизнеобеспечения человека и живых организмов. Другие элементы, напротив, попадая в биоту, приводят к ее гибели. К таким металлам относятся кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк и хром, из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны. К числу антропогенных источников загрязнения биосферы тяжелыми металлами относятся предприятия цветной и черной металлургии, машиностроения и автомобильный транспорт.

Содержание ТМ в атмосфере колеблется в широком диапазоне и зависит от расстояния от источника загрязнения, характера подстилающей поверхности и метеорологических условий в момент измерения. Летучесть металлов обусловлена тем, что они связаны в атмосфере с субмикронными частицами, которые в воздухе ведут себя практически как газ. Загрязняющие вещества в атмосфере захватываются дождевыми каплями или снежинками и выпадают с осадками на поверхность земли в виде сухих выпадений. Металлы могут попадать в организм путем аэрозольного переноса, в этом случае они не подвергаются каким-либо существенным превращениям, встраиваясь в пищевые цепи питания, аккумулируются в организме животных и человека, оказывают мутагенный и канцерогенный эффекты [1].

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдение за содержанием которых в почве и атмосфере обязательно [2]. Официально признанной методикой расчета загрязнения атмосферы является ОНД-86 и используется для вычисления максимально разовых концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы [3]. Помимо традиционных, существуют другие методы оценки загрязнения атмосферы, например биоиндикационный метод с использованием живых организмов, в частности растений. Эти методы используются для качественной оценки загрязнения атмосферы и мониторинга окружающей среды [4]. Лиственные и хвойные деревья концентрируют в своей хвое и коре до 25 ПДК тяжелых металлов, таких как Cd, Ni, Co, Pb. Насаждения пригородных лесных массивов, расположенные на пути переноса техногенных выбросов согласно розе ветров, могут быть использованы для мониторинга загрязнения атмосферы, в них в зимний период в снежном покрове пригородных лесов накапливается пыли до 0,8 т/га. Площадь загрязнения представляет собой форму эллипса, вытянутого в направлении господствующего ветра [5].

Химические элементы, в том числе и тяжелые металлы, в определенном количестве необходимы растительному организму. Содержание тяжелых металлов в растениях на незагрязненной почве следует рассматривать как нормальное, или фоновое, зависящее от особенностей растений, от условий окружающей среды и прежде всего от свойств почвы. Накопление тяжелых металлов в растительной массе в количестве,

превышающем фон в 2–4 раза, еще не вызывает негативных последствий. Тяжелые металлы распределяются по органам незагрязненных растений неравномерно. В большем количестве они накапливаются в стеблях и листьях, в меньшем – в органах запасаания ассимилятов. Насыщенность растительной массы тяжелыми металлами в разные фазы развития растений может различаться в 2–3 раза.

Цель исследований. Оценка загрязнений воздушной среды и почвы пригородной зоны г. Красноярска по изменению содержания тяжелых металлов в древесной зелени и коре пихты сибирской как наиболее распространенной породы в районах Восточной Сибири.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследования использовали древесную зелень и кору пихты сибирской (*Abies sibirica* Ldb), отобранную в пригородных районах г. Красноярска (п. Емельяново, п. Памяти 13-ти Борцов, п. Березовка, д. Медведа). Отбор проводили осенью и зимой 2013 г. с деревьев 20-летнего возраста, на высоте 1,3 м от земли. Воздушно-сухое сырье измельчалось на аппарате шнекового типа, и методом квартования отбиралась средняя проба размером частиц до 3 мм. Пробы анализировались на влажность и зольность по методикам, общепринятым в химии древесины [6]. Золу исследовали на наличие тяжелых металлов спектрометрическим методом на приборе «Спектроскан». По интенсивностям аналитических линий и сравнению их с образцом определяли концентрацию тяжелых металлов в пробе. Аналогично анализировали образцы почвы, собранные под деревом в радиусе 1 м [7]. Результаты исследований обрабатывали статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel с достоверностью $P \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование данных по изменению влажности и зольности коры пихты показало, что она возрастает в таких районах, как п. Березовка и п. Емельяново и уменьшается в районе д. Медведа (табл. 1–3).

Таблица 1

Динамика изменения влажности древесной зелени пихты (осень/зима 2013 г.), %

Район отбора проб	Сезон года	
	Осень	Зима
д. Медведа	50,5 \pm 0,2	49,6 \pm 0,2
п. Памяти 13-ти Борцов	48,4 \pm 0,1	46,5 \pm 0,2
п. Березовка	55,4 \pm 0,3	50,45 \pm 0,1
п. Емельяново	51,5 \pm 0,2	49,61 \pm 0,3

Таблица 2

Динамика изменения влажности коры пихты (осень/зима 2013 г.), %

Район отбора проб	Сезон года	
	Осень	Зима
д. Медведа	9,84 \pm 0,2	6,68 \pm 0,2
п. Памяти 13-ти Борцов	7,56 \pm 0,2	5,09 \pm 0,1
п. Березовка	9,79 \pm 0,3	8,65 \pm 0,1
п. Емельяново	9,66 \pm 0,1	7,45 \pm 0,3

Таблица 3

Динамика изменения зольности древесной зелени и коры пихты (осень/зима 2013 г.), %

Район отбора проб	Сезон года	
	Осень	Зима
д. Медведа	3,56/3,58*	4,72/3,55
п. Памяти 13-ти Борцов	3,98/3,64	3,25/3,80
п. Березовка	4,55/4,0	3,75/3,2
п. Емельяново	3,71/3,9	3,45/3,25

*В числителе кора, в знаменателе – древесная зелень.

Согласно полученным данным, видно, что влажность древесной зелени пихты осенью и зимой варьируется незначительно и составляет от 46,5 % (п. Памяти 13-ти Борцов) до 55,4 % (п. Березовка). Для коры – от 7,56 % (п. Памяти 13-ти борцов) до 9,84 % (д. Медведа) соответственно. Эти данные учитываются при расчете зольности. Зольность образцов древесной зелени и коры в осенний и зимний период изменяется незначительно и составляет примерно от 3,56 до 4,72 % (д. Медведа).

Не менее важным фактором при определении тяжелых металлов в коре и древесной зелени является почва, на которой произрастают деревья. Эти данные приведены в таблице 4.

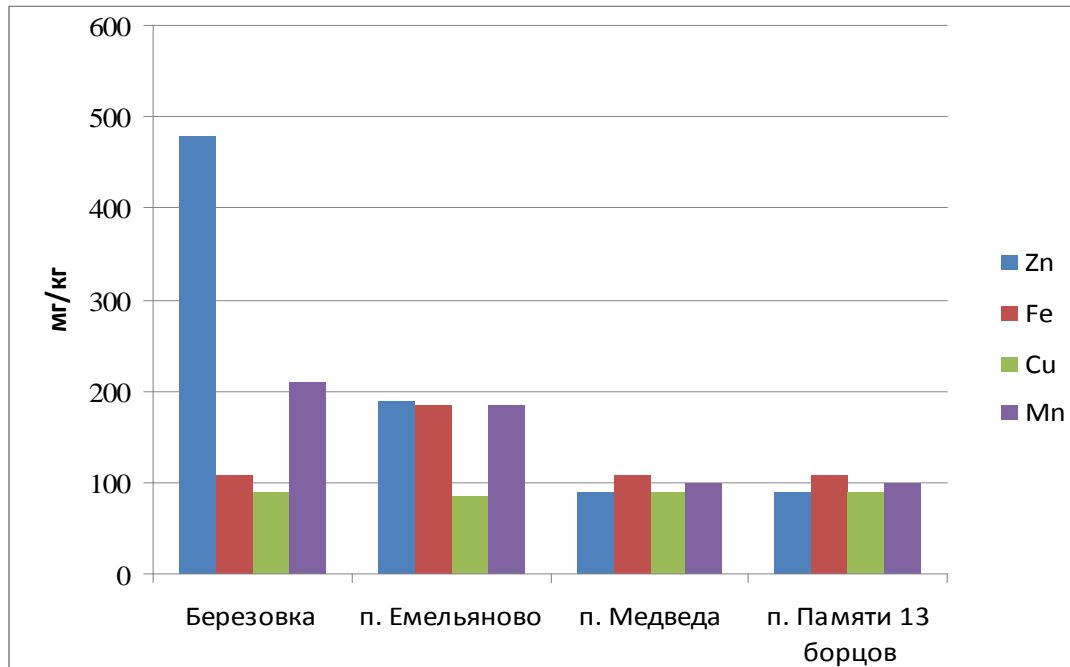
Таблица 4

Динамика изменения содержания ТМ в почве (осень/зима 2013 г.), мг/кг

Район отбора проб	Содержание металла в пробе			
	Zn	Cu	Fe	Mn
п. Емельяново	255,6±0,2	91,9±0,2	217,3±0,1	277,9±0,5
д. Медведа	327,8±0,1	98,2±0,3	159,2±0,2	145,6±0,3
п. Памяти 13-ти Борцов	316,0±0,3	97,3±0,4	124,8±0,1	126,1±0,6
п. Березовка	507,7±0,4	82,82±0,3	187,9±0,3	416,2±0,4
Фоновое содержание ТМ в почвогрунтах Восточной Сибири*	74,0±1,15	20,0±1,00	28280,0±759,70	1049,0±23,07

*Согласно данным [10].

Содержание тяжелых металлов в пробах почвы значительно возрастает в районе п. Березовка, что связано с наличием в почве растворимых ионов Zn^{2+} , это подтверждается мониторинговыми исследованиями Среднесибирского УГМС [8]. По-видимому, это связано с направлением господствующих ветров в районе г. Красноярска (западные и юго-западные). Эти данные представлены на рисунке.



Содержание тяжелых металлов в древесной зелени пихты сибирской, осень/зима 2013 г.

Согласно представленным данным (рис.), наблюдается повышенное содержание тяжелых металлов, таких как Zn, Mn, Cu, в древесной зелени пихты сибирской, произрастающей в пригородной зоне г. Красноярска.

ска (п. Березовка и п. Емельяново до 1,5–2 ПДК), расположенной на пути переноса техногенных выбросов города согласно розе преобладающих западных ветров. Они аккумулируют в 2–4 раза больше пыли и аэрозолей, чем насаждения, произрастающие вне зоны расположения техногенной эмиссии (д. Медведа и п. 13-ти Борцов). Эти данные хорошо согласуются с литературными. Так, согласно [10], древесной биомассе региона Восточной Сибири накапливают в своей биомассе ТМ, мг/кг: Zn – 15–150; Cu – (3–40); Fe – 20–300; Mn – 15–150 соответственно [9].

Превышение содержания тяжелых металлов, таких как Zn, Mn, Cu, наблюдается в древесной зелени пихты сибирской в районе п. Березовка и п. Емельяново – до 1,5–2 ПДК, что характеризует повышенное загрязнение атмосферы и почвы этими элементами.

Заключение. Согласно проведенным исследованиям, выяснили, что древесная зелень и кора пихты сибирской поглощают тяжелые металлы, аккумулируя их значительное количество своей биомассой, тем самым способствуя временному выводу их из круговорота веществ. Полученные данные могут быть использованы для картографической оценки экологической ситуации на исследуемых территориях, а древесная зелень пихты сибирской может использоваться в качестве биоиндикатора загрязнения атмосферы тяжелыми металлами.

Литература

1. Авдеева Е.В. Рост и индикаторная роль зеленых насаждений в урбанизированной среде. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2007. – 361 с.
2. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами: СанПиН 4266-87. – М.: ИМГРЭ, 1987. – 36 с.
3. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 92 с.
4. Степень Р.А., Есякова О.А., Соболева С.В. Оценка загрязнения атмосферы биоиндикационными методами. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2013. – 142 с.
5. Соболева С.В., Ченцова Л.И., Почекутов И.С. Оценка сезонных накоплений тяжелых металлов в коре тополя различных районов г. Красноярска // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С.143–147.
6. Рязанова Т.В., Чупрова Н.А., Исаева Е.В. Химия древесины. – Красноярск: Изд-во КГТА, 1996. – 358 с.
7. Методика выполнения измерений массовой концентрации тяжелых металлов в биологических объектах на рентгено-флуоресцентном спектрометре «Спектроскан». – СПб.: ГП ВНИИФТРИ, 1994. – 102 с.
8. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2012 г. Государственный доклад. – Красноярск, 2013. – 243 с.
9. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
10. Копылова Л.В. Накопление тяжелых металлов в древесных растениях на урбанизированных территориях Восточного Забайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Улан-Удэ, 2012. – 23 с.

