Министерство образования и науки Республики Алтай

БОУ РА «Республиканская гимназия имени В.К. Плакаса»

Номинация

«Ботаника и экология растений»

**Выявление степени загрязненности**

**атмосферы г. горно-алтайска**

Автор проекта:

Тантыева Алина, учащаяся 9а класса

Руководитель проекта:

Кленова Ырыс Альбертовна

учитель биологии;

Научный консультант:

Шурова Майя Владимировна

канд. геол.- минерал. наук, доцент

Горно-Алтайск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение………………………………………………………3

Глава 1. Объект, предмет и методы исследований…………4

1.1. Объект и предмет исследования……………………….5

* 1. Методы полевых исследований……………………….5
	2. Методы лабораторных исследований…………………5

Глава 2. Основная часть……………………………………….7

2.1. Физико-географические условия…………………………7

2.2. Источники загрязнения окружающей среды ……………7

2.3. Уровень загрязнения атмосферы …………………………8

Заключение……………………………………………………10

Список использованной литературы………………………..11

ВВЕДЕНИЕ

При оценке экологического состояния урбанизированных территорий все большее значение приобретают экогеохимические, ориентированные на изучение сред, депонирующих загрязнители. Практически незаменимыми они становятся в случаях, когда речь идет о таких опасных загрязняющих веществах, как тяжелые металлы. Наиболее часто при этом изучается их накопление почвами, снеговым покровом, растениями-депонентами [1].

Промышленно-селитебные территории являются одним из значимых источников воздействия на природные комплексы. Для них характерно повышенное и высокое разноплановое загрязнение компонентов окружающей среды – атмосферного воздуха, почвенно-растительного покрова, природных вод, основными источниками которого являются выбросы загрязняющих веществ промышленными предприятиями и транспортом [2].

Несмотря на отсутствие в районе г. Горно-Алтайска крупных и средних промышленных предприятий, здесь находится порядка 150 средних и малых котельных, часть которых работает на угле.

К приоритетным загрязнителям, требующим постоянного контроля в природных средах, относится группа тяжелых металлов: свинец, ртуть, кадмий, мышьяк.

Большой интерес к изучению кадмия вызван, прежде всего, его токсичностью и возрастающим содержанием в биосфере, относительно большой мобильностью в почве и доступностью для растений.

Источником загрязнения атмосферного воздуха свинцом является прежде всего работающий автотранспорт. В последние годы на территории агломерации г. Горно-Алтайска насчитывалось более 35 тысяч единиц автотранспорта [3].

Растения способны накапливать микроэлементы, в том числе тяжелые металлы в тканях или на их поверхности, являясь промежуточным звеном в цепи “почва – растение – животное – человек”. Химический состав растений зависит от состава почв, на которых произрастают растения. Главным источником элементов в растениях являются почвы.

По литературным данным гидробионты весьма чувствительно отражают геохимическую обстановку и при экологическом мониторинге могут служить достоверными индикаторами уровня загрязнения окружающей среды.

Изучение последствий воздействия этих факторов на экологическое состояние компонентов окружающей среды городской среды нам представляется актуальным.

Оценка экологического состояния атмосферного воздуха в районах г. Горно-Алтайска проводилась по накоплению свинца и кадмия по доминирующему на его территории древесной лиственной породы – березе повислой (Вetula pendula).

**Глава 1**

* 1. **Объект и предмет исследования**

*Объектом исследования* являлись листья березы повислой (*Bétula pendula*), отобранные по Коммунистическому проспекту г. Горно-Алтайска, в местах предполагаемого сильного загрязнения атмосферного воздуха – остановки маршрутного транспорта - Трактовая, парк Победы, Мебельная, ЦУМ, родник, ГАГУ, ул. Фрунзе; фоновая точка относительно которого считается уровень загрязнения вершина горы Комсомольская. Точки отбора проб изображены на рис. 1.



Рис. 1. Точки отбора проб листьев березы повислой (красные точки),

фоновая точка - вершина горы Комсомольская (желтая точка)

*Предмет исследования* – определение зольности листьев березы повислой; определение содержания свинца и кадмия в листьях березы повислой.

 *Задачи исследования:*

- отбор проб сухих листьев березы с различных точек по Коммунистическому проспекту г. Горно-Алтайска;

- определение зольности листьев березы;

- определение содержания свинца и кадмия в листьях березы.

 *Цель исследования:*

- освоить некоторые методы геоэкологического исследования урбанистических территорий на примере г. Горно-Алтайска;

- определить уровень загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами по растению индикатору березе повислой;

- сравнить зольности листьев березы с городской автомагистрали с зольностью листьев березы с условно чистой фоновой территории;

- сравнить содержания определяемых компонентов в растении - индикаторе загрязнения с ПДК для лекарственных растений.

* 1. **Методы полевых исследований**

Отбор проб опада листьев березы был проведен в начале октября 2020 года. При отборе придерживались ГОСТ 12430-2019 [4]. В лабораторию листья поступили в естественном состоянии и где были высушены до воздушно-сухого состояния. Высушенные пробы были измельчены на лабораторной мельнице до мелкого помола (1-3 мм), пересыпаны в стеклянные бюксы.

* 1. **Методы лабораторных исследований**

Определение зольности и перевод в раствор золы провели в лабораторном центре кафедры естественнонаучных дисциплин Республиканской гимназии им. В.К. Плакаса [5].

Остаток, получаемый после сжигания растений в муфельной печи, называется *золой*. Количественное определение золы выполняется гравиметрическим методом. Фарфоровые тигли прокаливают в муфеле при температуре около 6000С в течение 1 ч, охлаждают в эксикаторе 20-40 мин и взвешивают на аналитических весах. Во взвешенный тигель насыпают шпателем 1-1,5 г воздушно-сухого образца.

 Тигель с навеской помещают в холодный муфель и, не закрывая полностью дверцу, нагревают до появления дыма. После полного прекращения дыма озоление ведут при 4500С. Продолжительность сжигания колеблется от 3 до 6 ч. Отсутствие частичек золы и светло-серый цвет золы указывают на полное озоление материала.

 Содержание золы (%) вычисляют по формуле:

$$x=\frac{\left(В-Б\right)100}{А-Б}$$

где, А – масса тигля с навеской, г;

 Б – масса пустого тигля, г;

 В – масса тигля с золой, г.

*Приготовление испытуемого раствора после сухого озоления.* Золу в тиглях после сухого озоления смачивают несколькими каплями дистиллированной воды, приливают 1 мл концентрированной соляной кислоты и ставят на песчаную баню до полного выпаривания.

 Сухой остаток растворяют в 1 мл 20% соляной кислоты, помешивая содержимое тигля стеклянной палочкой. Солянокислый раствор золы фильтруют через беззольный фильтр и переносят в мерную колбу колбу. Приготовленный раствор служит исходным для определения кадмия, свинца.

*Атомно-абсорбционное определение кадмия, свинца.* Определение свинца и кадмия в испытуемых растворах провели в ФГБУ Станция агрохимической службы «Горно-Алтайская».

Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) основывается на измерении поглощения резонансного излучения свободными атомами. ААС отличается высокой избирательностью, чувствительностью, экспрессностью. На данный момент ААС позволят определить около 70 элементов – металлов и неметаллов. ААС применяют для определения в растительных пробах около 25 элементов.

 В экологической геохимии разработана подробная система коэффициентов и показателей интенсивности воздействия на природную среду, на основании которых можно судить о наличии опасности воздействия различных техногенных факторов на природную среду. За нормирующий показатель принимается фоновое содержание – среднее содержание химических элементов в природных телах условно чистой природной зоны.

*Коэффициент концентрации* – кратность повышения концентрации загрязнителя, в какой либо среде относительно его фоновой концентрации. Коэффициент концентрации рассчитывается как отношение содержания элемента в компонентах ландшафта (снеговом покрове, почвах, донных отложениях или растительности) к его среднему содержанию в соответствующих средах фонового района. Общая формула расчета коэффициента концентрации имеет вид:

 Kc= $\frac{С}{Сф}$ , где

С – реальное содержание элемента , Сф – фоновое содержание элемента.

 Очевидно, чем больше значения Кс или превышают единицу, тем больше опасность воздействия изучаемых вредных веществ на депонирующую их среду или компонент ландшафта.

 Ввиду поликомпонентности зон техногенного загрязнения для оценки его опасности обычно используются аддитивные (суммарные) показатели, в частности *суммарный показатель загрязнения Zc*:

 = ∑ Кс – (n – 1), (4)

где n – общее число учитываемых показателем компонентов, имеющих Кс>1;

Кс – частные значения коэффициентов концентрации каждого из n компонентов – загрязнителей. С помощью нормирующей величины (n–1) показатель Zс приводится к виду, при котором на фоновых участках его значение равно единице.

 Очевидно, чем больше значения Ксi или Zc превышают единицу, тем больше опасность воздействия изучаемых вредных веществ на депонирующую их среду или компонент ландшафта.

 *Уровень загрязнения* – абсолютная или относительная величина содержания в среде вредных веществ. В экогеохимии принято 4 уровня - допустимый, средний умеренно опасный (Zc=16-32), высокий опасный (Zc=32-128)и очень высокий чрезвычайно опасный (Zc >128) [6].

**Глава 2. Основная часть**

**2.1. Физико-географические условия**

Район г. Горно-Алтайска находится в северной части Алтайской горной области, входящей в состав Алтае-Саянской горной страны. Для него характерно субмеридиональное направление речных водоразделов, основными из которых являются: на юге – северные отроги хребта Иолго, на севере – Стамовой хребет, на востоке – субширотные отроги Сугульского хребта.

Абсолютные отметки рельефа в районе варьируются от 250 м (русло р. Катунь в с. Майма) до 820 м (г. Шикшак на северо-восточном фланге района). Средние отметки составляют 400-450 м. Постепенное повышение высоты местности происходит в направлении с северо-запада на юго-восток.

Относительные превышения водоразделов над речными долинами в районе г. Горно-Алтайска составляют в среднем 150-200 м, а максимальные до 300-400 м. Крутизна горных склонов составляет 5-25º в окрестностях г. Горно-Алтайска и 5-10º в долине р. Катунь. Вершины гор в основном сглаженные.

В геоморфологическом плане район располагается в предгорной и низкогорной зонах Горного Алтая [7].

**2.2. Источники загрязнения окружающей среды**

На рубеже 20-21 веков экологическое состояние основных компонентов окружающей среды в районе г. Горно-Алтайска оценивалось в целом как условно благоприятное и малоблагоприятное, участками – неблагоприятное в зимний период [8]. Основными экологическими проблемами агломерации в этот период являлись: высокая запыленность и, частично, загазованность воздушной среды в зимний период; средняя и высокая загрязненность почв и поверхностных вод.

В последние десятилетия экологическая обстановка на территории агломерации заметно изменилась. Так, после перевода основных котельных на природный газ улучшилось качество атмосферного воздуха и, как следствие, состояние снежного покрова и, частично, почв и поверхностных вод.

В настоящее время в районе г. Горно-Алтайска представлены в основном промышленный, сельскохозяйственный и транспортный типы хозяйственной деятельности. Уровень их развития в целом не высокий, поскольку в районе присутствует только ограниченное число небольших промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а из видов транспортного сообщения развит автомобильный транспорт и в незначительной степени авиация.

Растительный покров города в целом находится под мощным техногенным воздействием различных негативных факторов городской среды, связанных с химическим загрязнением почвенного покрова, грунтовых вод и атмосферы.

Трудно в общем виде назвать загрязнители, оказывающие наиболее неблагоприятное воздействие на городскую растительность. Это определяется как многообразием загрязнителей, разнообразием природных условий и видового состава растительного покрова городов. Тем более, что различные растения сильно отличаются своим отношением к определенным загрязнителям. Одним из показателей трансформированности городской среды являются изменения в химическом составе растений, описанные многими исследователями (Э.К. Буренков, Н.С. Касимов, Н.Н. Москаленко и др.). Например, установлено, что содержание металлов в листьях древесных растений зависят от их концентрации в местных почвах, типа местообитания, вегетационного периода, вида растения и его жизненных форм. Накопление металлов листьями растений представляет собой сложный физиологический процесс, в котором активно задействованными оказываются не только их корневая система, но и непосредственно поверхность листовой пластинки.

 Береза – одно из самых узнаваемых деревьев рода лиственных. Этому поспособствовал вид растения. Для дерева характерна белая кора с черными вкраплениями, небольшие заостренные листья и развесистая крона. Живет береза в естественных условиях около 150 лет. Дерево, посаженное на дачном участке, с начальным уходом за ним может прожить дольше. Продолжительность его жизни может достигать 200–300 лет.

**Глава 3. Уровень загрязнения атмосферного воздуха**

Результаты наших исследований представлены в таблице 1 и на рис. 2.

Как видим самым загрязненной точкой оказалась остановка Мебельная, что является вполне закономерным (Zc=8,41). В г. Горно-Алтайске район Мебельной является самым интенсивным транспортным узлом. Зачастую там можно наблюдать недолговременные пробки, но, тем не менее, работающий вхолостую автотранспортное средство многократно увеличивают выхлопы в атмосферу. В дальнейшем газовые отходы непременно депонируется на объектах природной среды, в том числе и на листьях березы. Суммарный показатель загрязнения превышает фоновую почти в 8,5 раз.

Таблица 1. Содержание определяемых компонентов, коэффициенты концентрации (Kc),

 суммарные показатели загрязнения в березе повислой

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п\п | Место отбора | Зола% | Kc | Pbмг/кг | Kc | Cdмг/кг | Kc | Zc |
| 1 | Трактовая | 7,53 | 1,35 | 8,59 | 1,92 | 0,80 | 2,50 | 3,77 |
| 2 | Парк Победы | 8,86 | 1,59 | 7,34 | 1,64 | 0,45 | 1,41 | 2,64 |
| 3 | Мебельная | 8,23 | 1,48 | 5,39 | 2,55 | 2,04 | 6,38 | 8,41 |
| 4 | ЦУМ | 10,43 | 1,87 | 4,92 | 1,09 | 0,61 | 1,91 | 2,87 |
| 5 | Родник | 8,60 | 1,54 | 8,61 | 1,92 | 0,65 | 2,03 | 3,49 |
| 6 | ГАГУ | 10,05 | 1,80 | 5,69 | 1,27 | 0,44 | 1,38 | 2,45 |
| 7 | ул. Фрунзе | 9,73 | 1,74 | 5,52 | 1,23 | 0,43 | 1,34 | 2,31 |
| 8 | Гора Комсомольская | 5,57 | 1 | 4,48 | 1 | 0,32 | 1 | 1 |
| Средние содержания тяжелых металлов в растениях Горного Алтая [9] |  |  | 1,8 |  | 0,072 |  |  |
| Предельно допустимые концентрации ПДК для лекарственных растений [10] |  |  | 5 |  | 0,3 |  |  |

Рис. 2. Суммарный показатель загрязнения березы повислой (1 – Трактовая, 2 – парк Победы, 3 – Мебельная ,4 – ЦУМ, 5 – родник, 6 – ГАГУ, 7 – ул. Фрунзе, 8 – фоновая точка гора Комсомольская)

 Следующий загрязненный участок это опять транспортный перекресток в районе остановки Родник (Zc=3,49). Здесь суммарный показатель загрязнения превышает фоновый почти в 3,5 раза, но уже гораздо меньше чем на Мебельной. Объясняется это тем, что по Коммунистическому проспекту запрещено движение большегрузных автомобилей, объем двигателей, которых в разы больше объема легковых. Соответственно, расход топлива увеличивается и увеличивается объем выхлопных газов в атмосферу, увеличивается загрязнение окружающей среды.

 Показатель зольности в листьях березы в самое высокое значение в районе ЦУМ (10,43%), который находится фактически в 100 м от транспортной развилки Мебельная.

 Если сравнить полученные данные со средними содержаниями тяжелых металлов в растениях Горного Алтая то превышение составляет от 3,07 до 4,78.

 При сравнении наших данных с ПДК свинца для лекарственных растений, то только в одной точке отбора превышения нет (ЦУМ), а в остальных превышение составляет от 1,10 до 1,70 раз.

 При сравнении наших данных с ПДК кадмия для лекарственных растений, то превышение во всех точках, даже в фоновой и составляет от 1,01 до 6,8 раз.

**Заключение**

 Эти особенности характеризуемого древесного биоиндикатора состояния окружающей среды (в основном воздушного бассейна) в районе г. Горно-Алтайска позволяют сделать следующие выводы:

– на территории агломерации сформировано две области повышенных значений свинца и кадмия в золе листьев березы обыкновенной - район Мебельной и район остановки Родник;

– показатели зольности листьев березы также служат надежными биоиндикаторами загрязнения городской среды – тот же район ЦУМ, территория вплотную прилегает к району Мебельная, также остановка ГАГУ.

Приведенная характеристика загрязнения и негативных изменений показателей состояния изученных компонентов окружающей природной среды в районе агломерации г. Горно-Алтайска позволяет сделать следующие выводы:

– в настоящее время состояние (качество) атмосферного воздуха на допустимом условно благоприятном для населения уровне (Zc = 2,31-8,41).

Таким образом, результаты проведенного исследования указывают на локализацию максимальных негативных нарушений геоэкологического состояния березы повислой в пределах основных автомагистралей агломерации и их связь с уровнем загрязнения атмосферного воздуха и антропогенных изменений физико-химических свойств почв.

**Список литературы**

1. Летувнинкас А.И. Геохимические аспекты экологии города: Методические материалы IV международной конференции учащихся и учителей средних школ «Экология и человек», г. Томск. 1997. 77 с.
2. Ситникова, В.А. Тренды высотно-поясного распределения эколого-геохимических показателей природных сред на территории г. Горно-Алтайска / В.А. Ситникова // Вопросы естествознания. – 2018. – №3 (17). – С. 126-131.
3. Робертус, Ю.В. Особенности высотного распределения радионуклидов и тяжелых металлов в почвах г. Горно-Алтайска / Ю.В. Робертус, В.А. Ситникова // Матер. V Межд. конф. "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека". – Томск: Изд-во AST, 2016. – С. 568-571.
4. ГОСТ 12430-2019 (Методы и нормы отбора образцов подкарантинной продукции при карантинном фитосанитарном досмотре и лабораторных исследований).
5. ГОСТ Р 56881-2016.Биомасса .Определение зольности стандартным методом.
6. Летувнинкас А.И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: Учеб. Пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. 290 с.
7. Природные комплексы Майминского района Республики Алтай / Коллективная монография. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. – 186 с.
8. Обзор антропогенного загрязнения природных сред на территории агломерации г. Горно-Алтайска / В.А. Ситникова // Природные ресурсы Горного Алтая. – 2014. – № 1-2. – С. 73-77.
9. Мальгин М.А., Пузанов А.В. и др. Тяжелые металлы и мышьяк в дикорастущих лекарственных растениях Алтая // Сибирский экологический журнал. –1995. - №6. – С 510-514.
10. Экогеохимия Западной Сибири. Тяжелые металлы и радионуклиды. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1996. -248 с.