

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Центр образования № 58 "Поколение будущего"»**

**Исследовательский проект на тему:
*«Определение тяжёлых металлов в
листьях растений»***

Подготовила проект ученик 10 «М» класса:

Кочетков Илья

Научный руководитель:

учитель химии и биологии

Сысоев Александр Андреевич

Город Тула
2020 год

Оглавление:

Введение.....	3
1. Теоретические основы исследуемой проблемы.....	5
1.1. Характеристика тяжёлых металлов	5
1.2. Влияние ионов свинца на организм человека	12
2. Экспериментальная часть	15
2.1. Обнаружение свинца в листьях растений.....	15
2.2. Обнаружение ионов свинца в травянистой растительности городского парка.....	16
Заключение и выводы.....	18
Список источников и литературы	19

Введение

Города – это территории с глубокими антропогенными изменениями. Промышленные предприятия загрязняют природную среду пылью, выбросами и сбросами побочных продуктов и отходов производства. Еще одним из мощных загрязнителей атмосферы является автомобильный транспорт. В выхлопных газах автомобиля обнаружено более 2000 различных веществ. Один легковой автомобиль в среднем за год выбрасывает в атмосферу 800 кг оксида углерода, 40 кг оксида азота, около 200 кг углеводородов и их производных, но главная опасность - это свинец, рассеянный в воздухе. Его содержание в окружающей среде растёт в силу увеличения антропогенных нагрузок и его выброса и сброса с отходами производства и потребления.

Свинец - кумулятивный яд высокой токсичности, то есть он постепенно накапливается в живых организмах, поскольку скорость его естественного выведения очень низка. Это и определяет нежелательность его присутствия, как в абиотических, так и в биотических объектах.

Тetraэтилсвинец $(C_2H_5)_4Pb$ и тетраметилсвинец $(CH_3)_4Pb$ - это летучие ядовитые жидкие вещества, которые с 1930-х годов, и до сих пор добавляют как антидетонирующие присадки к бензинам. Выхлопы автомобилей - наиболее серьезный источник загрязнения окружающей среды свинцом.

Согласно всемирной статистике на их долю приходится более 70% загрязнения!

Соединения свинца через лёгкие поступают в кровь человека. Содержание этого металла в окружающей среде растёт сейчас небывало быстрыми темпами в результате деятельности человека. Виной всему нерациональное использование автомобильного топлива.

Гипотеза исследования: в своей исследовательской работе мы решили выяснить, действительно ли велика доля содержания ионов свинца в растениях, которые находятся на небольшом удалении от автотрассы, а также растения в школьном кабинете.

Цель исследования: проанализировать и сравнить содержание ионов свинца в травянистой растительности.

Задачи исследования:

1. Изучить литературу по данной теме;
2. Определить методику проведения экспериментальных опытов;
3. Провести опыты согласно выбранной методике;
4. Убедиться на опыте в обратной пропорциональной зависимости концентрации, ионов свинца от расстояния между экспериментальными площадками.

Объект исследования: травянистые растения парков г. Тулы.

Предметом исследования: листья содержащие свинец.

Сроки исследования: 3 сентября 2020 года – 3 ноября 2020 года.

Продолжительность проекта: 2 месяца.

1. Теоретические основы исследуемой проблемы.

1.1. Характеристика тяжёлых металлов

Тяжелые металлы - это элементы периодической системы с относительной молекулярной массой больше 40.

Тяжелые металлы (Cu, Ni, Co, Pb, Sn, Zn, Cd, Bi, Sb, Hg) относятся к микроэлементам, присутствующим в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже).

Химические элементы, которые, входя в состав организмов растений, животных и человека, принимают участие в процессах обмена веществ и обладают выраженной биологической ролью, получили название биогенных элементов. К числу биоэлементов относятся: азот, водород, железо, йод, калий, кальций, кислород, кобальт, кремний, магний, марганец, медь, молибден, натрий, сера, стронций, углерод, фосфор, фтор, хлор, цинк.

Классификация и виды тяжелых металлов:

По известной биологической классификации химических элементов тяжелые металлы принадлежат к группам микро- и ультрамикроэлементов. Существуют и другие биологические классификации тяжелых металлов, основанные на их биохимическом поведении и физиологической роли, степени токсичности для живых организмов, степени биологического поглощения и др.

Согласно классификации Дж. Вуда (1974) к очень токсичным отнесены следующие химические элементы: Be, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Te, Rb, Ag, Cd, Au, Hg, Pb, Sb, Bi, Pt.

Тяжелые металлы опасны тем, что они обладают способностью накапливаться в живых организмах, вмешиваться в метаболический цикл, образуя высокотоксичные металлосодержащие органические соединения. Они быстро изменяют свою химическую форму при переходе из одной природной среды в другую, не подвергаясь биохимическому разложению.

Еще у тяжелых металлов особое химическое свойство, присущее только им. Они катализируют многочисленные химические реакции, протекающие в любой сфере: окислительно-восстановительную, гидратацию, дегидратацию, циклизацию и изомеризацию, метилирование и деметилирование, возникновение двойных и тройных связей и многие другие.

С точки зрения значимости тяжелых металлов для растений их можно разделить на две группы:

1) необходимые в небольших концентрациях для жизнедеятельности растений (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn), которые становятся токсичными только при значительном повышении их содержания в почве и растениях.

2) не участвующие в метаболизме растений (Cd, Hg, Pb, V) и токсичные даже в очень низких концентрациях.

Почему тяжелые металлы накапливаются в клетках растений?

Роль необходимых тяжелых металлов в жизнедеятельности растений чрезвычайно высока. Металлы-микроэлементы стимулируют синтез белков, жиров и углеводов, участвуют в процессах метаболизма, связываясь с биологически активными веществами (гормонами, витаминами, белками), стимулируют ростовые реакции, повышают иммунитет растений, способствуют повышению содержания хлорофиллов, оказывают стабилизирующее действие на зеленые пигменты при старении хлоропластов. Все это обуславливает применение ряда тяжелых металлов в качестве микроудобрений.

Распределение по органам и тканям.

Растения по способности накапливать металлы разделяются на три группы:

- аккумуляторы, накапливающие металлы главным образом в надземной сфере при низкой и невысокой их концентрации в почве;

- индикаторы, концентрация металла в которых отражает его концентрацию в окружающей среде;
- исключения, в которых поддерживается низкая концентрация металлов в побегах, несмотря на их высокую концентрацию в окружающей среде.

Железо.

В почве содержание железа больше, чем любого другого элемента. Растения имеют различные механизмы преобразования железа, чтобы обеспечить себя.

У двудольных и незлаковых однодольных видов реализуется стратегия, при которой в корнях растений усиливается синтез органических кислот, связывающих ионы железа, находящиеся в почве.

У злаков поглощение железа происходит с участием специальных хелатирующих веществ, которые специфически связывают ион Fe^{3+} и переносят внутрь клетки.

В растениях железо выполняет целый ряд важных функций: участвует в восстановлении NO_3^- и фиксации азота клубеньковыми бактериями; входит в состав соединений, содержащих гем; принимает участие в функционировании окислительно-восстановительных систем фотосинтеза и дыхания; катализирует начальные этапы синтеза хлорофилла; способствует улучшению роста растений на почвах, бедных фосфором и др.

При дефиците железа наблюдаются морфологические изменения пластид, снижается содержание хлорофилла, что обуславливает хлороз листьев, замедляется интенсивность фотосинтеза и дыхания, сокращается стадия плодоношения, уменьшается продуктивность растений.

Кобальт.

Долгое время кобальт рассматривался как элемент, необходимый только для животных и микроорганизмов. В настоящее время его относят к металлам, необходимым и для высших растений.

В растениях кобальт находится в свободной ионной и связанной форме. Он концентрируется в генеративных органах, накапливается в пыльце, ускоряя ее прорастание. У растений из семейства Бобовые металл стимулирует размножение клубеньковых бактерий. Кобальт усиливает биосинтез белка, регулирует ростовые процессы, снимает тормозящее действие ауксина на клеточное деление и ингибирует биосинтез этилена. Кроме того, кобальт входит в состав витамина В12 и повышает иммунитет к некоторым заболеваниям, принимает участие в окислительно-восстановительных процессах, способствует повышению содержания пигментов в листьях, что связано с возрастанием объема пластинного аппарата за счет репликации и роста органелл. Наряду с магнием и марганцем кобальт активирует фермент гликолиза - фосфоглюкомутазу.

Марганец.

Поступает в растения в виде Mn^{2+} . Локализуется в хлоропластах листьев.

В растительных клетках участвует в системе выделения кислорода при фотосинтезе. Марганец входит в состав кислородовыделяющего комплекса фотосистемы II, а также присутствует в молекуле фермента супероксиддисмутазы, участвующей, наряду с другими ферментами, в защите растения от активных форм кислорода. Кроме того, этот металл является активатором более 35 ферментов в клетке.

Наиболее важные функции марганца в растениях связаны со стимуляцией ферментов углеводного обмена, увеличением оттока сахаров в корень, усилением интенсивности дыхания и окисления углеводов. Помимо этого марганец способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды, играет важную роль в механизме действия ИУК на рост клеток, повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию.

При недостатке марганца у растений наблюдается нарушение баланса основных элементов минерального питания, на листьях возникают

характерные для марганцевого голодания точечные хлорозы, замедляется переход к цветению.

Медь.

Незаменимый для растений элемент. Вопрос о том, в какой форме медь поступает в подземные и надземные органы – в настоящее время дискутируется.

В растениях до 98 % металла находится в нерастворимом связанном состоянии. Относительно богаты этим элементом семена и растущие части побега. В листьях большая часть меди сконцентрирована в хлоропластах и почти половина – в составе пластоцианина, одного из переносчиков электронов.

Большинство функций меди связано с ее участием в ферментативных окислительно-восстановительных реакциях. Кроме того, медь способствует образованию хлорофилла и замедляет его разрушение в темноте, влияет на азотный обмен, входя в состав нитритредуктазы и редуктаз оксида азота, усиливает процесс связывания молекул азота. Она также способствует поступлению в организм марганца, цинка и бора, повышает засухо-, морозо- и жароустойчивость, принимает активное участие в защите против болезнетворных микроорганизмов.

Недостаток меди вызывает задержку роста растений и их цветения, приводит к потере тургора листьев.

Молибден.

В растениях присутствуют ионы Mo^{4+} и Mo^{6+} . Транспортные формы молибдена практически не изучены. В растениях содержание металла зависит от вида растения и почвенно-климатических факторов. Как правило, у бобовых, способных к повышенной фиксации азота, в органах накапливается больше молибдена, чем в растениях из других семейств.

Молибден является кофактором ряда ферментов. Основные биохимические функции молибдена связаны с его способностью изменять

свою валентность и участвовать в реакциях комплексообразования. Кроме того, он оказывает влияние на уровень накопления аскорбиновой кислоты.

Недостаток молибдена отражается на метаболизме азота и, соответственно, росте растений, а также приводит к деформации листьев.

Никель.

Необходимость никеля для растений как микроэлемента была установлена лишь в 1987 году П. Брауном. В растении он представлен в виде Ni^{2+} .

Никель входит в состав ряда ферментов, наиболее изученным из которых является уреазы, участвующая в расщеплении мочевины. Помимо этого никель активизирует работу ряда ферментов, стабилизирует структуру рибосом, влияет на поступление и транспорт питательных веществ.

До сих пор четких доказательств проявления дефицита никеля у растений нет. В экспериментальных условиях недостаток металла вызывает нарушения метаболизма мочевины.

Цинк.

В растениях цинк находится в двухвалентной форме в виде свободного иона Zn^{2+} или в составе комплексов с органическими соединениями.

Цинк играет важную роль в азотном, углеродном и фосфорном обменах, способствует синтезу нуклеиновых кислот и белка. Входит в состав более 200 ферментов. Активирует карбоангидразу, катализирующую реакцию дегидратации в процессе фотосинтеза.

Подкормка цинком способствует увеличению содержания ауксинов в тканях и активизирует рост клеток. Цинк способствует повышению устойчивости растений к стрессовым воздействиям.

При недостатке цинка в растениях накапливаются редуцирующие сахара, небелковые соединения азота, органические кислоты, уменьшается содержание сахарозы и крахмала, нарушается синтез белка.

Дефицит цинка приводит также к нарушениям фосфорного обмена. Кроме того, у растений резко уменьшается митотическая активность клеток

корневой меристемы, нарушается растяжение и дифференциация клеток, увеличивается число хромосомных aberrаций. В листе при недостатке этого элемента подавляется скорость деления клеток мезофилла, что приводит к морфологическим изменениям листьев.

Наиболее характерный признак цинкового голодания – задержка роста междоузлий и развитие розеточности листьев.

Какие растение накапливают металлы

Растения накапливают соединения тяжелых металлов преимущественно в корнях. Но поступают тяжелые металлы в растения не только через корни, но и через листья. Степень накопления металлов в органах растений уменьшается в следующем порядке: корни - стебли - листья - плоды (семена).

Отмечена способность бобовых растений — астрагала, донника, клевера— накапливать много молибдена. Минуартия из семейства гвоздичных индицирует свинец и медь, а букашник из семейства колокольчиковых — мышьяк.

В местообитаниях, содержащих много свинца, произрастают злаки: овсяница овечья и полевица тонкая; на цинковых почвах — особые виды фиалки, ярутки и смолевки.

Ярутка встречается на почвах, содержащих цинк и кадмий. Она способна без вреда для себя накапливать в листьях эти металлы в количествах, в сотни и тысячи раз больших, чем на почвах с нормальным содержанием цинка и кадмия, соответственно, 25 г и 170 мг на 1 кг сухого вещества.

Страстной любительницей золота оказалась кукуруза, не зря прозванная королевой полей. Из тонны золы кукурузных отходов можно извлечь до 60 г золота. Не менее активным накопителем золота оказался и неприметный хвощ¹.

¹ О. К. Тейлор, В.С. Ранеклз, Д. П. Орморд, В.Х. Смит. Загрязнение воздуха и жизнь растений / Под ред. М. Трешоу.-Л.: Гидрометеиздат, 1988.

1.2. Влияние ионов свинца на организм человека

По степени воздействия на живые организмы свинец отнесен к классу высокоопасных веществ наряду с мышьяком, кадмием, ртутью, селеном, цинком, фтором и бензапиреном (ГОСТ 17.4.1.02-83).

Выделяют несколько основных путей поступления свинца в организм: дыхательный, желудочно-кишечный (т.е. через пищу).

Опасность свинца для человека определяется его значительной токсичностью и способностью накапливаться в организме. Различные соединения свинца обладают разной токсичностью: малотоксичен стеарин свинца; токсичны соли неорганических кислот (хлорид свинца, сульфат свинца и др.); высокотоксичные алкилированные соединения, в частности, тетраэтилсвинец, содержащийся в этилированном бензине.

Свинец необычайно пагубно влияет на многие процессы в организме человека. Он вызывает обширные патологические изменения в нервной системе, крови, сосудах, активно влияет на синтез белка, энергетический обмен клетки и ее генетический аппарат. Свинец подавляет ферментативные процессы превращения порфиринов и кроветворение, ингибирует SH-содержащие ферменты, холинэстеразу, различные АТФазы. Он угнетает окисление жирных кислот, нарушает белковый, липидный и углеводный обмены, способен замещать кальций в костях. Свинец нарушает деятельность сердечно-сосудистой системы, вызывая изменения электрической и механической активности сердечной мышцы, морфологические и биохимические изменения в миокарде с признаками сосудистой дегенерации, повреждения мышечной стенки сосудов и нарушение сосудистого тонуса. Органические соединения свинца, например тетраэтилсвинец, высокотоксичные для нервных тканей – они подавляют метаболизм глюкозы, синтеза РНК и ДНК, повреждают миелиновые оболочки нервных клеток, что сопровождается снижением скорости передачи нервного возбуждения.

Тетраэтилсвинец значительно изменяет метаболизм серотонина и норадреналина, повышает уровень пирувата в крови, что ведет к нарушению снабжения мозга кислородом.

Свинцовые отравления весьма различны в проявлениях и включают психическое возбуждение, тревогу, ночные кошмары, галлюцинации, нарушение памяти и интеллекта с симптоматикой распада личности. Очень опасны неврологические нарушения у детей – гиперактивность, ухудшение показателей психического развития, снижение работоспособности к обучению. Отравления свинцом и его солями вызывает поражение десен, расстройство кишечника заболевания почек.

Соединения свинца обладают канцерогенностью и генотоксичностью – они могут вызвать мутации, нарушая третичную структуру и функции ферментов синтеза и репарации ДНК.

Отравление человека свинцом проявляется неспецифическими симптомами: сначала – повышенная возбудимость и бессонница, позже – утомляемость и депрессия. Более поздние симптомы заключаются в расстройстве функции нервной системы и в поражении головного мозга. Признаки заболевания наблюдаются при содержании свинца в крови, равном 1 мкг/мл.

Основным показателем воздействия свинца на здоровье детей является уровень его содержания в крови, причем происходит постоянный пересмотр рекомендуемого нормативного содержания свинца в крови. Результаты ряда крупных международных и национальных проектов подтвердили, что при увеличении концентрации свинца в крови ребенка с 10 до 20 мкг/дл происходит снижение коэффициента умственного развития (IQ).

У маленьких детей изменения психомоторных реакций связывают с повышенным поступлением свинца в организм при облизывании пальцев рук и игрушек, побывавших на загрязненной почве.

Влияние свинца проявляется также в изменениях двигательной активности, координации движений, времени зрительной и

слухомоторной реакции, слухового восприятия и памяти. Эти изменения в психоневрологическом статусе ребенка возможны и в более старшем возрасте, что выражается в трудностях обучения и поступления в высшие учебные заведения.

Таким образом, проблема загрязнения свинцом атмосферы является в настоящее время весьма актуальной и для снижения риска заболеваемости населения необходимо предпринимать ряд мер как на правительственном, так и общенародном уровне².

² Э. И. Рувинова.// Загрязнение среды свинцом и здоровье детей «Биология»,1998- №8

2. Экспериментальная часть³

2.1. Обнаружение свинца в листьях растений

Вместе с выхлопными газами автомобилей в окружающую среду попадает огромное количество тяжелых металлов. Среди них одно из первых мест занимает свинец (Pb^{2+}). Пыль, содержащая свинец, оседает на растениях и других предметах, а затем смывается осадками в почву. В придорожных растениях количество свинца довольно высоко.

Цель опыта - доказать, что в придорожных растениях увеличивается содержание свинца.

Объекты и оборудование. Листья любого растения, растущего около автострады и в глубине леса, хромат калия (K_2CrO_4) или раствор сероводорода (H_2S), тигли, муфельная печь, эксикатор, дистиллированная вода, пробирки.

Постановка и проведение опыта.

Одновременно берут четыре пробы листьев растения одного вида, растущего: 1) около автострады; 2) в 10 м от автострады; 3) в 50 м от автострады; 4) в глубине леса.

Растительный материал (одинаковой массы) помещают в тигли и обугливают до золы. К водному раствору солей золы можно добавить избыток хромата калия или избыток раствора сероводорода. Рассчитывают процентное отношение содержания образующихся осадков к массе золы. На основании полученных результатов делают вывод о содержании свинца в листьях растений, находившихся в разных условиях загрязнения.

Кроме свинца в растениях, произрастающих около дорог, можно провести обнаружение кадмия (Cd^{2+}). Методика определения кадмия аналогична определению Pb^{2+} . Для обнаружения кадмия в водный раствор

³ Бинас А.В., Маш Р.Д., Никишов А.И. 'Биологический эксперимент в школе' - Москва: Просвещение, 1990 - с.192 с ил.

добавляют избыток концентрированного NaOH, при этом выпадает белый студенистый осадок. Путем сравнения опытных и контрольных проб определяют количество кадмия в растении.

2.2. Обнаружение ионов свинца в травянистой растительности городского парка

Вдоль автомобильных дорог, из воздуха, свинец абсорбируют растения. Подтвердить или опровергнуть данную информацию помог проведённый нами опыт.

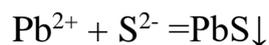
Экспериментальными площадками нами были взяты платоновский парк г. Тулы, расположенный около нашей школы.

На территории парка был проведен сбор проб травянистой растительности на различном удалении от автотрассы. Сбор всех проб растений проходил в одно и то же время суток, в сухую погоду.

В дальнейшем был проведён химический эксперимент.

Заключался он в следующем.

Мы измельчили траву каждой из собранных проб, и по очереди помещала их в чашку Петри. К каждой пробе мы добавляли по 50 мл воды и по 50 мл этилового спирта. Полученную смесь упаривали на водяной бане, чтобы свинец перешёл в раствор. В каждом случае на упаривание мы затрачивали одинаковое количество времени. После этого, полученный травяной экстракт фильтровали и помещали фильтрат в пробирку. Отфильтрованные пробы экстракта внешне выглядели по-разному. Далее в экстракт по каплям добавляли раствор сульфида натрия.



В результате проделанных реакций выпал осадок.

В пробирках с пробами из парка близ проезжей трассы выпали интенсивно черные осадки, что свидетельствует о том, что в травах данного

парка скапливаются ионы свинца. Это объясняется тем, что вблизи данного парка находится школа, садик, где происходит активное движение автотранспорта внутри двора. В пробирках с пробами из кабинета биологии осадок был не обнаружен.

Каждая из пробирок, с выпавшим осадком сравнивалась с осадком полученным в результате качественной реакцией на ионы свинца, где реактивами были взяты государственные стандартные образцы (ГСО) растворов ионов свинца и сульфид-ионов.

Заключение и выводы

Изучив литературу по данной теме, проведя данные эксперименты и выполнив поставленные в работе задачи, мы пришли к выводу, что свинец действительно поступает в атмосферу с выхлопными газами автомобилей.

Экспериментально было доказано, что растения парка, лежащего вблизи дороги, имели максимальное количество осадка сульфида свинца.

Благодаря проведённому химическому эксперименту была выявлена следующая закономерность, что чем ближе к автотрассе взята проба растения, тем интенсивнее цвет осадка фильтрата, то есть содержание ионов свинца больше в растениях, которые расположены ближе к трассе.

Благодаря человеческой деятельности концентрация ионов свинца в окружающей среде растёт с каждым днём. В г. Туле происходит только нестационарное загрязнение ионами свинца (в частности автомобильным транспортом), а число единиц автотранспорта ежегодно растёт.

Для того, чтобы хоть как-то снизить уровень загрязнения атмосферы свинцом необходимо принять следующие меры, как на правительственном, так и на общественном уровне, внести изменения в конструкции автомобильных двигателей с целью замещения бензина альтернативными видами топлива (газ, спиртовое топливо, биогаз, водород).

Расширить использование для двигателей внутреннего сгорания автомобилей сжатого природного газа и сжиженного неорганического газа. Необходимо уменьшить использование этилированного бензина, т.к. этот бензин и является источником выбросов свинца в атмосферу. Необходимо создать ряд установок, которые бы задерживали свинец. Принятие хотя бы части из этих мер снизит содержание свинца в воздухе, а значит, уменьшит отрицательное влияние свинца на здоровье населения.

Список источников и используемой литературы:

1. Л. Ф. Голдовская. Химия окружающей среды. –М.: Мир, 2005
2. Л. А. Николаев. Металлы в живых организмах.
3. О. К. Тейлор, В.С. Ранеклз , Д. П. Орморд , В.Х. Смит. Загрязнение воздуха и жизнь растений / Под ред. М. Трешоу.-Л.: Гидрометеоздат, 1988.
4. Л.Ф. Тищенко Л.А Тищенко. Охрана атмосферного воздуха. В 2 кн.
1. Выделение вредных веществ- М.; 1993.
5. В. С. Цибин , В.А Галашин Легковые автомобили. –М.: Просвещение , 1993.
6. С. В. Алексеев, Н.В Груздева, Э.В Гущина. Экологический практикум школьника: Учебное пособие для учащихся. Самара: Корпорация «Фёдоров», издательство «Учебная литература», 2005- 304 с.
7. Бинас А.В., Маш Р.Д., Никишов А.И. 'Биологический эксперимент в школе' - Москва: Просвещение, 1990 - с.192 с ил.
8. Н.Е. Кузнецова, И.М. Титова, Н.Н Гара, А.Ю. Жегина. //«Химия в школе».-М.: «Центрхимпресс».
9. Э. И. Рувинова.// Загрязнение среды свинцом и здоровье детей «Биология»,1998- №8