

Х Открытая Международная научно-исследовательская конференция  
старшеклассников и студентов «Образование. Наука. Профессия»

Секция : «Окружающая среда и экология»

**Тема: «Влияние тяжелых металлов на рост растений»**

Волюхова Анна

МОУ СОШ №4, город Надым, ЯНАО

10 класс

**Научный руководитель:**

Ледовская Д.Г., учитель химии и биологии

г. Отрадный 2016

## Оглавление

Введение.....	3-4
<b>Глава I. Теоретическая часть</b>	
1.1. Поступление тяжёлых металлов в биосферу.....	4-5
1.2.Зависимость фитотоксичности тяжёлых металлов от их химических свойств.....	5-6
1.3. Форма существования металлов в почве.....	6
1.4.Общие сведения о тяжелых металлах: меди, свинце, железе(III) .....	6-8
<b>Глава II. Практическая часть.</b>	
2.1. Определение наличия ионов тяжелых металлов в почве .....	8-9
2.2. Влияние искусственных экологических сред на растения (моделирование экологической ситуации) .....	10-12
Заключение.....	12-13
Список, используемой литературы.....	13

## **Введение**

Почва является одним из важнейших объектов окружающей среды, дающей более 90 % продуктов питания и сырья для производства самой разнообразной продукции.

Почвы весьма сложны и разнообразны по составу. В них содержатся минералы, органические вещества (образующиеся в результате разложения растительной биомассы), вода, воздух, различные микроорганизмы, грибки, бактерии и др. В почве происходят сложные физико-химические, биологические и другие процессы. В отличие от других объектов окружающей среды (воздух, вода), где протекают и процессы самоочищения, почва обладает этими свойствами в незначительной мере. Более того, для некоторых веществ, в частности для тяжелых металлов, почва является емким акцептором. Тяжелые металлы прочно сорбируются и взаимодействуют с почвенным гумусом, образуя труднорастворимые соединения.

Отрицательное воздействие тяжелых металлов на рост растений зависит от их количества в почве.

Нами было замечено, что на различных участках почвы в городе Надыме разная растительность: в одних густой травяной покров, в других – редкий. А имеют ли отношение к этому явлению тяжелые металлы? Эта проблема подвигла нас на лабораторное исследование.

Объект исследования: почва в городе Надыме

Предмет исследования: наличие тяжелых металлов в почве и их влияние на рост растений.

Цель: выявление влияния тяжелых металлов на рост растений.

Задачи:

- Изучить научную литературу о влиянии тяжелых металлов на рост и развитие растений.
- Определить содержание меди, железа и свинца в пробах почв, взятых с разных участков города Надыма.
- Выявить влияние тяжелых металлов (свинца, меди, железа(III)) на прорастание семян кресс-салата.

- Распространить информацию о влиянии тяжелых металлов, чтобы сформировать бережное отношение к биосфере земли.

*Гипотеза:* Почвы города Надыма содержат тяжелые металлы, количество которых влияет на рост растений.

*Лабораторное оборудование:*

Воронка стеклянная, колба коническая на 50 мл, палочка стеклянная, пробирки - 10 шт., стакан на 50 мл, фильтр бумажный, штатив для пробирок, тест-системы «Феррум-тест», «Купрум-тест», чашки Петри.

*Реактивы:*

Раствор азотной кислоты (1:3); модельные растворы, содержащие свинец (ацетат свинца), медь (сульфат меди), железо III (хлорид железа).

Методы исследования: *теоретические* – сбор и систематизация теоретических данных; *эмпирические* – проведения опыта; *математической статистики* – установление процентного соотношения между полученными результатами; *наблюдение* – просмотр результатов, полученных в ходе проведения опытов.

## **Глава I. Теоретическая часть**

### **1.1. Поступление тяжёлых металлов в биосферу.**

В результате деятельности человека, связанной с бурным развитием промышленности, на протяжении многих десятков и сотен лет наблюдается значительное возрастание уровня тяжелых металлов в окружающей среде.

Термин "тяжелые металлы" применяется к металлам либо с плотностью, превышающей 5 г/см<sup>3</sup>, либо с атомным номером больше 20. Хотя, существует и другая точка зрения, согласно которой к тяжелым металлам относятся свыше 40 химических элементов с атомными массами, превышающими 50 ат. ед. Среди химических элементов тяжелые металлы наиболее токсичны и уступают по уровню своей опасности только пестицидам. При этом к токсичным относятся следующие химические элементы: Be, Al, Cr, As, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Te, Pb.

Все ионы тяжелых металлов могут быть разделены на две группы: биогенные (Cu, Zn, Mg, Co, Fe и др.) и небιοгенные (Pb, Hg, Ni, Al, Cd, Sr, Cs и др.). Среди последней группы ионы стронция и цезия действуют как биогенные при замене в органических веществах кальция на стронций и калия на цезий. Биогенные ионы входят в состав ферментных систем, которые обеспечивают регуляцию всех процессов в клетке и организме, поэтому их ПДК значительно выше, чем у небιοгенных. При поступлении в растворения воздушным или капельным путями определённая доза биогенных тяжелых металлов включается в состав ферментов, участвующих в процессах темновых реакций фотосинтеза, способствует поглощению других элементов; цинк входит в состав ферментов, расщепляющих белки увеличивает устойчивость к жаре, засухе, болезням. Лишь при более высоких концентрациях они действуют как токсиканты.

Эти вещества перемещаются с грунтовыми и дождевыми водами, при таянии снега. Опавшие листья, содержащие тяжелые металлы и другие токсичные вещества, переносятся дождем и ветром на большие расстояния. Также переносятся вредные вещества с пылью от загрязненной почвы.

Вместе с этим в почве под воздействием различных факторов происходит постоянная миграция попадающих в нее веществ и перенос их на большие расстояния. Трансформация и миграция тяжелых металлов происходит при непосредственном и косвенном влиянии реакции комплексобразования.

Загрязнение водоемов, почвы и продуктов питания тяжелыми металлами представляет серьезную угрозу для здоровья людей. [2]

## **1.2. Зависимость фитотоксичности тяжёлых металлов от их химических свойств.**

Соединение тяжелых металлов токсичны, некоторые из них оказывают канцерогенное воздействие на организм человека. Фитотоксичность тяжелых металлов зависит от их химических свойств: валентности, ионного радиуса и способности к комплексообразованию.

Среди токсичных соединений группу неорганических экотоксикантов возглавляют кадмий, свинец и ртуть. Однако этот ряд может несколько изменяться в связи с неодинаковым осаждением элементов почвой и переводом в недоступное для растений

состояние, условиями выращивания, физиолого-генетическими особенностями самих растений. При оценке загрязнения окружающей среды учитывала свойства почвы и, в первую очередь, гранулометрический состав, гумусированность и буферность. [2]

### **1.3. Форма существования металлов в почве.**

В почвах тяжелые металлы присутствуют в двух фазах – твердой и в почвенном растворе. Форма существования металлов определяется реакцией среды, химическим и вещественным составом почвенного раствора и, в первую очередь, содержанием органических веществ. Элементы - комплексанты, загрязняющие почву, концентрируются, в основном, в ее верхнем 10 см слое. Однако при подкислении малобуферной почвы значительная доля металлов из обменно-поглощенного состояния переходит в почвенный раствор. Сильной миграционной способностью в кислой среде обладает медь.

### **1.4. Общие сведения о тяжелых металлах: меди, свинце, железе(III).**

#### *Свинец (Pb).*

Химизм свинца в почве определяется тонким равновесием противоположно направленных процессов: сорбция-десорбция, растворение-переход в твердое состояние. Попавший в почву с выбросами свинец включается в цикл физических, химических и физико-химических превращений. Сначала доминируют процессы механического перемещения и конвективной диффузии. Затем по мере растворения твердофазных соединений свинца вступают в действие более сложные физико-химические процессы (в частности, процессы ионной диффузии), сопровождающиеся трансформацией поступивших с пылью соединений свинца.

Известно, что почва обладает способностью связывать поступивший в нее техногенный свинец. Сорбция, как полагают, включает несколько процессов: полный обмен с катионами поглощающего комплекса почв и ряд реакций комплексообразования свинца с донорами почвенных компонентов. В почве свинец ассоциируется главным образом с органическим веществом, а также с глинистыми минералами, оксидами марганца, гидроокислами железа и алюминия.

Свинец, присутствующий в почве в подвижных формах, со временем фиксируется почвенными компонентами и становится недоступным для растений.

По данным отечественных исследователей, наиболее прочно фиксируется свинец черноземных и торфяно-иловых почв [4]

#### Медь(Cu)

Наряду с другими микроэлементами для питания и нормального развития растениям необходима медь. Если ее в почве недостаточно, то в растениях накапливается больше нитратов, а хлорофилл быстро разрушается. Растения сами сигнализируют о том, что им не хватает меди. Так, верхушки молодых листьев белеют и усыхают. Растение приобретает светло-зеленую окраску, его развитие задерживается. Если недостаток меди значителен, то усыхают даже стебли растений. Понятно, что урожай при этом резко снижается, иногда его можно и вовсе не дожидаться. В разных растениях медь содержится в неодинаковом количестве. Но и потребность разных растений в этом элементе тоже разная. Содержание меди в почвенной коре составляет всего 0,01%. Медь надолго задерживается в почвах с щелочной и даже нейтральной реакцией, а также в почве с большим содержанием илистых веществ. В нейтральных почвах, соединяясь с различными органическими веществами, этот химический элемент образует прочные, трудно растворимые комплексы и минеральные соли, нерастворимые в воде. Известкование снижает подвижность меди, она лучше закрепляется в почвенных слоях, а в растения поступает медленнее. Медь нужна и для защиты растений, ведь она очень активный фунгицид. Но медь хоть и вымывается из почвы, однако не растворяется. Это значит, что со временем она может накопиться. А накапливаясь, со временем начинает приносить вред, а не пользу [5].

#### Железо(Fe)

В растительном мире роль железа не менее важна. За исключением железобактерий, все живые организмы — от растений до человека — связывают вдыхаемый кислород в сложные соединения. В центре их молекул находится атом металла. Для растений - это атом магния, для животных — атом железа. Железо необходимо для образования хлорофилла, который обуславливает усвоение растениями углекислоты воздуха при помощи, поглощаемой ими энергии солнечного света. Хотя железо не входит в состав хлорофилла, без него этот пигмент не образуется. Недостаток железа в почве вызывает железное голодание растений и заболевание — хлороз.

Среднее содержание железа в почвах составляет 3,8%. В составе почв в зависимости от кислотно-основных и окислительно - восстановительных условий железо может присутствовать в степени окисления +3 и +2. Принципиально возможно определение количества Fe(III) и количества Fe(II) в почвах [6].

### Вывод

В нужном количестве свинец, медь и железо благоприятно влияют на растения, но переизбыток или недостаток вызывает различные заболевания: хлороз, суховершинность или ведет к гибели растений. Железо и медь нужны для образования хлорофилла. Повышенное содержание свинца вызывает функциональные нарушения в пигментных комплексах и уменьшение содержания хлорофилла в тканях. У растений под влиянием свинца угнетаются ростовые процессы, снижается содержание витамина С и провитамина А. Мы рекомендуем сажать культурные растения вдали от промпредприятий, автодорог. В помещениях использовать хлорофитум как хороший очиститель воздуха.

## **Глава II. Практическая часть.**

### **2.1. Определение наличия ионов тяжелых металлов в почве.**

Для проведения эксперимента собрала почву с разных участков города Надыма (проба № 1 магазин «Мясной Рай», проба № 2 п. Лесной 1/35, проба № 3 Зверева 40, проба № 4 транспортная развязка «кольцо»). Во время сбора почв, было замечено, что на транспортной развязке «кольцо» растительности меньше чем на других экспериментальных площадках.

#### **Фото транспортной развязки «Кольцо»**





После взятия проб приступила к опыту. Каждую из проб почв поместила в стаканы на 50 мл. Залила раствором  $\text{HNO}_3$  (1:3). Отфильтровала и декантировала содержимое стаканов в колбы на 50 мл. Провела тестирование фильтратов, используя тест-системы «Феррум-тест» и «Купрум-тест».

Результаты представлены в таблице №1.

**Таблица №1.** Результаты тестирования фильтратов, используя тест-системы «Феррум-тест» и «Купрум-тест».

7	Концентрация катионов (мг/л)	1 проба	2 проба	3 проба	4 проба
	$\text{Cu}^{+2}$	30	300	30	300
	$\text{Fe}^{+3}$	10	100	1000	1000

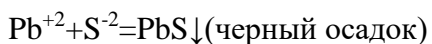
**Рис.1.** Почвенные вытяжки



**Рис.2.** Обнаружение ионов свинца



Для обнаружения свинца к почвенным вытяжкам добавила  $\text{Na}_2\text{S}$ , выпал черный осадок во всех образцах, что указывает на присутствие ионов данного металла в почве. Подтвердила результат добавлением хромата калия к исследуемым почвенным вытяжкам.



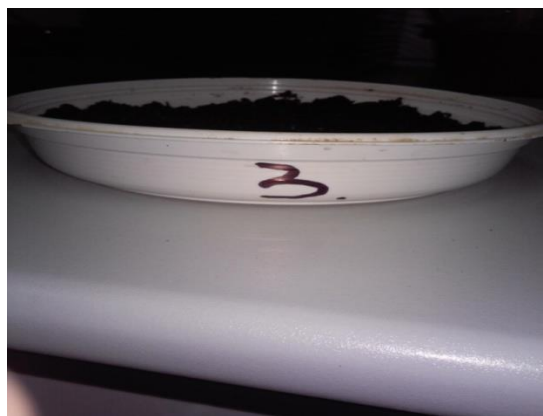
Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что самым загрязненным тяжелыми металлами, а именно свинцом, медью и железом, является участок №4.

## 2.2. Влияние искусственных экологических сред на растения (моделирование экологической ситуации).

Для выявления степени влияния тяжелых металлов на рост растений смоделировала искусственные экологические среды.

В три горшочка поместила торфяно-болотную почву. В горшочек №1 добавила 5%-ный раствор  $\text{CuSO}_4$ . В почву горшочка №2 добавила 5%-ный раствор  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ . А в почву, находящуюся в горшочке №3 добавила 5%-ный раствор  $\text{FeCl}_3$ .

**Рис.3,4.** Закладка эксперимента



Во все горшочки посадила по 30 семян кресс-салата на одинаковую глубину и поместила в одинаковые условия (свет, тепло, влажность) предварительно проверив семена на всхожесть по стандартной методике: здоровые зрелые семена одинакового размера в количестве 30 штук поместила в чашку Петри на смоченный дистиллированной водой ватный диск и накрыла таким же. Через 3 дня 99% семян проросли, что позволило сделать вывод, что семена пригодны для посева.

**Рис.5.** Семена кресс-салата    **Рис.6.** Проростки

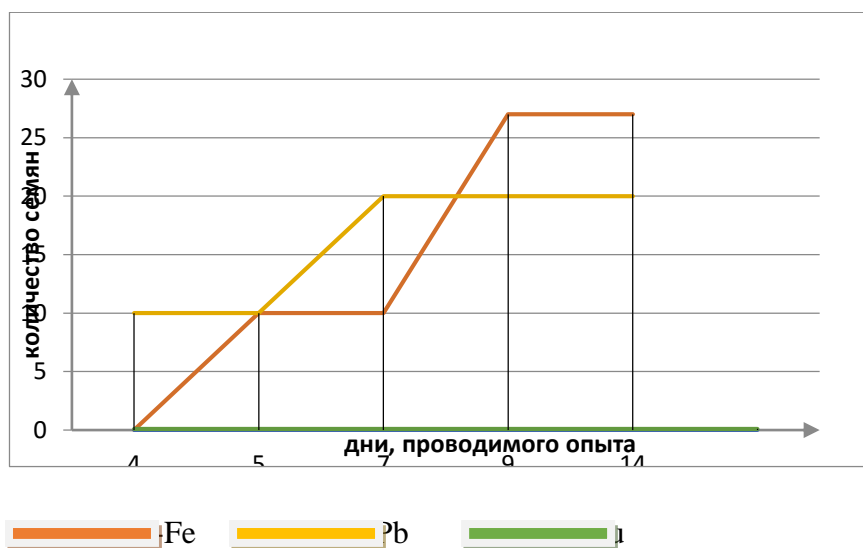


Весь эксперимент проходил в течение 14 дней, в ходе которых наблюдала за прорастанием семян.

Проведя опыт, определила, что одинаковые концентрации разных металлов по-разному влияют на рост растений. В горшочке №1 ничего не выросло. В горшочке №2, растения начали прорастать спустя 4 дня после закладки опыта (27.11.14г.), количество ростков было 10. Спустя еще 5 дней общее количество проростков составило 20 (02.12.14г.). В горшочке №3 только спустя 5 дней проклюнулись 3 растения, а через 10 дней выросло максимальное количество ростков – 27.

Таким образом сделала вывод, что ионы железа и свинца замедляют рост растений, но при этом более благоприятно влияют на всхожесть.

**График №1.** Прорастание семян кресс-салата



**Рис.7.** Эксперимент с

5%-ным раствором  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$

**Рис. 8.** Эксперимент с

5%-ным раствором  $\text{FeCl}_3$



## Заключение

Изучив научную литературу выяснили, что тяжелые металлы по разному влияют на рост и жизнедеятельность растений. Положительное или отрицательное воздействие тяжелых металлов на рост растений зависит от их количества и принадлежности к группе (биогенные и небιοгенные). Опытным путем мы подтвердили это утверждение.

В смоделированной нами почве, на рост семян кресс-салата отрицательно повлияла медь. Семена в такой почве не выросли совсем. Наблюдения за всходами в горшочках с железом и свинцом позволили выявить, что отклонений от нормы на первых этапах не было, но постепенное увеличение концентрации ионов этих металлов показали отрицательное воздействие на рост растений.

В ходе проделанной работы мы пришли к выводу, что на рост растений влияет количественный и качественный состав металлов в почве. Больше всего тяжелых металлов находится в почве на транспортной развязке «Кольцо» Это подтверждают и растительный покров, и химический анализ почвенных вытяжек. Не удивительно, что большинство металлов оказалось именно возле проезжей части. Они попадают в почву с автомобильными выхлопами. Из-за большой антропогенной нагрузки, почва возле проезжей части менее плодородная. Именно поэтому на этом участке растительный покров более скудный, чем на других экспериментальных участках.

Проделанная нами работа имеет незаконченный характер. В дальнейшем мы планируем провести более детальный анализ почв на содержание в них загрязняющих веществ, в том числе и тяжелых металлов, обхватив при этом большее количество территориальных участков города Надым. Только после этого можно сделать окончательные выводы.

### **Список, используемой литературы**

1. «Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды»: Учебное пособие/ Т.. И. Прожорина, Н.В. Каверина, А.Н. Никольская, Е.Ю. Иванова, А.И. Федорова, Г.А. Анциферова, А.Г. Муравьев, М.А. Михеева, В.В. Сиваченко, Т.Ф. Трегуб.- Воронеж: Издательство «Истоки», 2010.-304с ;
2. « Экологический практикум»- Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лавров В.Н. Учебное пособие с комплектом карт-инструкций/Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева.- 2-е изд., испр.-СПб.: Крисмас<sup>+</sup>, 2012.-176 с.: ил.
3. [http://www.rusnauka.com/9\\_KPSN\\_2011/Geographia/7\\_84101.doc.htm](http://www.rusnauka.com/9_KPSN_2011/Geographia/7_84101.doc.htm)
4. <http://c-carbon.info/?cat=18>
5. <http://ferum.myl.ru/index/0-11>
6. <http://www.c-cafe.ru/words/244/24323.php>