

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ГИМНАЗИЯ № 1529 ИМ. А.С. ГРИБОЕДОВА

**ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ**

Автор работы:

Леонова Дарья, e-mail: sch1529@yandex.ru

Научный руководитель:

Ежков Андрей Александрович, учитель биологии.

Москва 2012

Токсикация планеты – одна из медленно развивающихся экологических катастроф, приобретающая на современном этапе глобальный характер. Токсикация планеты происходит органическими и неорганическими веществами. Кроме 22 радионуклидов, имеется ряд металлов (Be, Fe, Cr, As, Sc, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Ti, Pb), токсичных во всех водо-, щелоче- и кислотнo-растворимых соединениях.

В настоящее время из 92 встречающихся в природе элементов, 81 обнаружен в организме человека. При этом 15 из них (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li) признаны жизненно необходимыми. Однако они могут оказывать отрицательное влияние на растения, животных и человека, если концентрация их доступных форм превышает определенные пределы. Cd, Pb, Sn и Rb считаются условно необходимыми, т.к. они, по всей видимости, не очень важны для растений и животных и опасны для здоровья человека даже при относительно низких концентрациях.

Современные агрофитоценозы характеризуются круговоротом металлов, поступающих из многообразных техногенных источников. Это металлургические предприятия, автотранспорт, химические удобрения и т.д. В последние годы, в связи с повышением химической агрессивности окружающей среды, наибольшее внимание стали привлекать аномалии элементов, в большей степени тяжелых металлов, имеющих индустриальное происхождение. Способность растения накапливать достаточно высокие концентрации тяжелых металлов представляет опасность для здоровья людей и животных в связи с проникновением токсикантов в пищевые цепи.

Своим исследованием мы хотели бы ответить на следующие вопросы:

Как действуют тяжелые металлы на растения? Погибают ли растения под действием тяжелых металлов, если их концентрация превышает ПДК? Все ли тяжелые металлы губительны для растений?

Первоначальная гипотеза:

Если тяжелые металлы отрицательно действуют на организм человека, то они должны губительно действовать и на растения; в то же время, менее токсичные металлы, скорее всего, не сразу погубят растения, а будут накапливаться в них, попадая затем вместе с пищей в организм человека. Некоторые тяжелые металлы могут оказывать благоприятное влияние на рост растения, не теряя при этом вредных свойств для человека.

Цель исследования: Определить токсичность ионов Pb, Hg, Co, Cu, Ag при поливе растений растворами солей этих металлов различной концентрации.

Задачи исследования:

На основе анализа различных источников информации исследовать вопрос о влиянии тяжелых металлов на здоровье человека; о путях попадания тяжелых металлов в организм человека.

Провести практический опыт по влиянию ионов тяжелых металлов на растения гороха.

Обработать результаты и сделать выводы о пагубном либо благоприятном воздействии тяжелых металлов на растения.

Тяжелые металлы (Cu, Ni, Co, Pb, Sn, Zn, Cd, Bi, Sb, Hg) относятся к микроэлементам, присутствующим в организмах в низких концентрациях. Как известно, многие металлы, преимущественно микроэлементы, способны в сотни тысяч и миллионы раз, ускорять течение химических реакций.

Несмотря на существенную изменчивость различных растений к накоплению ТМ, биоаккумуляция элементов имеет определенную тенденцию, позволяющую упорядочить их в несколько групп: 1) Cd, Cs, Rb – элементы интенсивного поглощения; 2) Zn, Mo, Cu, Pb, As, Co – средней степени поглощения; 3) Mn, Ni, Cr – слабого поглощения и 4) Se, Fe, Ba, Te – элементы, труднодоступные растениям.

Чаще всего тяжелые металлы поступают в растения через корни. Другой путь поступления ТМ в растения – некорневое поглощение из воз-

душных потоков. Оно имеет место при значительном выпадении металлов из атмосферы на листовую аппарат, чаще всего вблизи промышленных предприятий. Поступление элементов в растения через листья (или фоллярное поглощение) происходит, главным образом, путем неметаболического проникновения через кутикулу. ТМ, поглощенные листьями, могут переноситься в другие органы и ткани и включаться в обмен веществ. Не представляют опасности для человека металлы, осаждающиеся с пылевыми выбросами на листьях и стеблях, если перед употреблением в пищу растения тщательно промываются. Однако животные, поедающие такую растительность, могут получить большое количество ТМ.

По мере роста растений элементы перераспределяются по их органам. При этом для меди и цинка устанавливается следующая закономерность в их содержании: корни > зерно > солома. Для свинца, кадмия и стронция она имеет другой вид: корни > солома > зерно. Известно, что наряду с видовой специфичностью растений в отношении накопления ТМ существуют и определенные общие закономерности. Например, наиболее высокое содержание ТМ обнаружено в листовых овощах и силосных культурах, а наименьшее – в бобовых, злаковых и технических культурах.

В нашем исследовании мы изучали металлы с позиций их токсического воздействия на живые организмы (в частности на растения гороха), вызванного антропогенным загрязнением окружающей среды (которое мы создали искусственно, поливая растения растворами солей тяжелых металлов разной концентрации). Цель этого этапа исследования – проверка на практике влияния разных тяжелых металлов на одно и то же растение. Мы в своих опытах ограничились только несколькими растворами: ртути, свинца, кобальта, меди, серебра. Для эксперимента мы выбрали растения гороха, т.к. эта сельскохозяйственная культура используется как кормовая культура для корма скота и как пищевая культура.

Суть эксперимента заключалась в следующем: Специально выращенные растения гороха в одноразовых стаканчиках, поливали растворами солей тяжелых металлов с различной концентрацией (50мг/л, 100мг/л, 200мг/л, 300мг/л). Чтобы концентрация ионов тяжелых металлов была в растворах точно заданной, мы провели перерасчет массы ионов металлов на массы солей металлов, использованных для приготовления растворов.

Полив растений осуществлялся каждую неделю по 50 мл на каждое растение, то есть каждое растение получало одинаковую дозу ионов тяжелых металлов.

Ход эксперимента:

Опыт №1. Действие ионов ртути на растения гороха

Растения гороха поливали растворами нитрата ртути $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, разной концентрации: (50мг/л, 100мг/л, 200мг/л, 300мг/л). Полив осуществляли каждую неделю по 50 мл на каждое растение.

Опыт №2. Действие ионов свинца на растения гороха

Растения гороха поливали растворами ацетата свинца $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$, разной концентрации: (50мг/л, 100мг/л, 200мг/л, 300мг/л). Полив осуществляли каждую неделю по 50 мл на каждое растение.

Опыт №3 . Действие ионов кобальта на растения гороха

Растения гороха поливали растворами сульфата кобальта CoSO_4 , разной концентрации: (50мг/л, 100мг/л, 200мг/л, 300мг/л). Полив осуществляли каждую неделю по 50 мл на каждое растение.

Опыт №4 . Действие ионов меди на растения гороха

Растения гороха поливали растворами сульфата меди CuSO_4 , разной концентрации: (50мг/л, 100мг/л, 200мг/л, 300мг/л). Полив осуществляли каждую неделю по 50 мл на каждое растение.

Опыт №5 . Действие ионов серебра на растения гороха

Растения гороха поливали растворами нитрата серебра Ag NO_3 , разной концентрации: (50мг/л, 100мг/л, 200мг/л, 300мг/л). Полив осуществляли каждую неделю по 50 мл на каждое растение.

В ходе исследования получены следующие результаты:

1. Результаты изменений, происходящие с растениями при поливе их растворами нитрата ртути $\text{Hg(NO}_3)_2$ показаны в таблице:

Hg^{2+}	50мг/л Hg^{2+} 77мг/л $\text{Hg(NO}_3)_2$	100мг/л Hg^{2+} 154мг/л $\text{Hg(NO}_3)_2$	200мг/л Hg^{2+} 309мг/л $\text{Hg(NO}_3)_2$	300мг/л Hg^{2+} 463мг/л $\text{Hg(NO}_3)_2$
14.09.12	1 полив	1 полив	1 полив	1 полив
15.09.12	2 полив	2 полив	2 полив	2 полив
21.09.12	3 полив	3 полив	3 полив	3 полив (начался хлороз листьев)
28.09.12	4 полив	4 полив	4 полив (начался хлороз листьев)	4 полив (Хлороз листьев усиливается)
05.10.12	5 полив	5 полив (начался хлороз листьев)	5 полив Хлороз листьев усиливается)	5 полив (растение начало погибать)
12.10.12	6 полив	6 полив Хлороз листьев усиливается)	6 полив (начался хлороз листьев)	6 полив (растение погибает)
19.10.12	7 полив (начался хлороз)	7 полив Хлороз листьев)	7 полив (растение на-	7 полив (растение

	роз листьев)	ев усиливает-ся)	чало погибать)	практически погибло)
26.10.12	8 полив Хлороз листь-ев усиливает-ся)	8 полив (растение на-чало погибать)	8 полив (растение практически погибло)	8 полив (растение практически погибло)

2. Результаты изменений, происходящие с растениями при поливе их растворами ацетата свинца $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ показаны в таблице:

Pb^{2+}	50мг/л Pb^{2+} 76 мг/л $\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$	100мг/л Pb^{2+} 152 мг/л $\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$	200мг/л Pb^{2+} 304 мг/л $\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$	300мг/л Pb^{2+} 445 мг/л $\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
14.09.12	1 полив	1 полив	1 полив	1 полив
15.09.12	2 полив	2 полив	2 полив	2 полив
21.09.12	3 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)	3 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)	3 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)	3 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)
28.09.12	4 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)	4 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)	4 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)	4 полив (растения чув-ствуют себя хорошо, при-знаков хлороза листьев нет)
05.10.12	5 полив (растения чув-ствуют себя			

	хорошо, признаков хлороза листьев нет)	хорошо, признаков хлороза листьев нет, растение развивается лучше, чем первое)	хорошо, признаков хлороза листьев нет, растение развивается лучше, чем второе)	хорошо, признаков хлороза листьев нет, растение развивается лучше, чем третье)
12.10.12	6 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению с контрольным образцом)	6 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению с первым образцом)	6 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению с первым образцом)	6 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению с первым образцом)
19.10.12	7 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по	7 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по	7 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по	7 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по

	сравнению с контрольным образцом)	сравнению с первым образцом)	сравнению с первым образцом)	сравнению с первым образцом)
26.10.12	8 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению с контрольным образцом)	8 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению с первым образцом)	8 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению со вторым образцом)	8 полив (растения чувствуют себя хорошо, признаков хлороза листьев нет, заметно ускорение роста растения по сравнению с первым образцом)

3. Результаты полива растений солями кобальта (CoSO_4), меди (CuSO_4), серебра получились аналогичными результатам в опыте со свинцом.

В ходе исследования мы пришли к следующим выводам:

1. Различные тяжелые металлы по-разному действуют на растения гороха. Все тяжелые металлы имеют способность накапливаться в растениях, а поэтому могут с пищей попадать в организм животных и человека. Способность растения накапливать достаточно высокие концентрации тяжелых металлов представляет опасность для здоровья людей и животных в связи с проникновением токсикантов в пищевые цепи.

2. Металл ртуть оказался самым ядовитым для растения гороха, этот металл полностью погубил растения гороха. Гибель растений прямо пропорционально зависела от концентрации раствора, которым поливали растения: чем выше концентрация раствора, тем быстрее погибали растения.

3. Свинец, являясь очень сильным токсикантом, не действует на растения губительно, ускоряет рост растений, листья растений были темно-зеленого цвета, чем больше концентрация свинца в растворе, тем лучше росли и развивались растения гороха. Этот факт является не очень хорошим, так как, если растения растут в районах, где загрязнение почвы и воды свинцом многократно превышает предельно допустимые концентрации, растения не погибнут, дадут хороший урожай, но будут аккумулировать свинец, который затем может попадать в организм животных и человека. Полученные данные свидетельствуют о том, что кратность накопления свинца регулируется метаболически и растение проявляет толерантность к токсическому действию ионов металла.

4. Кобальт, медь, серебро – это микроэлементы, которые в малых дозах необходимы растениям, на растения действовали положительно, то есть ускоряли рост растений гороха. Это положительное действие было прямо пропорционально концентрации раствора, которым поливали растения, чем больше была концентрация раствора, тем лучше развивались растения, но при этом они накапливали металлы в большом количестве. Медь, кобальт, серебро. необходимы для жизнедеятельности растительных организмов. Почти вся медь листьев сосредоточена в хлоропластах и тесно связана с процессами фотосинтеза; медь стабилизирует хлорофилл, предохраняет его от разрушения. Кобальт участвует в ферментных системах клубеньковых бактерий, осуществляющих фиксацию атмосферного азота; стимулирует рост, развитие и продуктивность бобовых и растений ряда других семейств. Серебро обладает бактерицидными свойствами и подавляет рост различных бактерий, грибков. Но медь, кобальт, серебро являются тяжелыми металлами и большие концентрации этих металлов не полезны человеку и могут нанести вред его здоровью

Список используемой литературы:

1. Вредные химические вещества / под ред. В. Л. Фисова и др. - Л.: Химия, 1988.
2. *Ершов, Ю. А.* Механизмы токсикологического действия неорганических соединений / Ю. А. Ершов. Т. В. Плетнева. - М.: Медицина, 1989.
3. 9. Проблемы загрязнения окружающей среды и токсикологии / ред. Дж. У эр. - М.: Мир, 1993.
4. 10. *Пурмаль, А.П.* Антропогенная интоксикация планеты / А. П. Пур-маль // Соросовский образовательный журнал. - 1998. - № 9.
5. *М.Федоров, Л. А.* Диоксины как экологическая опасность: Ретроспективы и перспективы /Л. А. Федоров. - М.: Наука, 1993.
6. 12. *Юфит, С. С.* Диоксины / С. С. Юфит // Два мира. - 1996. - С. 37.
7. Химия и пища/ Н.М.Эммануэль, Г.Е.Заикова.- М.: Знание, 1986