

Комитетом по образованию Администрации Крутинского МР Омской области  
МБОУ ДО «Крутинский районный Дом детского творчества».  
МБОУ «Крутинская гимназия» Крутинского МР Омской области

Региональная научно-практическая конференция  
«Исследователи природы»

Тема: **«Выявление влияния солей тяжелых металлов  
на живые организмы»**

*Номинация:* Человек и его здоровье

*Выполнила:* ученица 9б класса  
МБОУ «Крутинская гимназия»  
*Ильченко Александра Сергеевна*

*Руководитель:* учитель химии,  
МБОУ «Крутинская гимназия»  
*Степина Надежда Анатольевна*

*Научный консультант:* к. пед. наук, доцент ка-  
федры основ безопасности жизнедеятельности  
и методики обучения биологии, ОмГПУ  
*Полещук Павел Валерьевич*

Крутинка - 2022

## Содержание:

<i>Введение</i>	3
<i>Глава 1. Теоретическая часть</i>	5
1.1 Влияние тяжелых металлов на организм человека	5
1.2 Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду	7
1.3 Пути поступления тяжелых металлов в растения	8
1.4 Как оградить себя от воздействия тяжелых металлов?	10
<i>Глава 2. Экспериментальная часть</i>	11
2.1 Обоснование выбора	11
2.2 Приготовление модельных растворов хлоридов меди, марганца, хрома и железа	11
2.3 Влияние хлоридов металлов на прорастание пшеницы	12
2.4 Влияние хлоридов тяжелых металлов на простейших	13
2.5 Влияние хлоридов тяжелых металлов на куриный белок	14
2.6 Применение в образовательном процессе в урочное и внеурочное время	14
<i>Заключение</i>	17
<i>Список литературы</i>	18
<i>Приложения</i>	19

## **Введение:**

Токсикация планеты – одна из медленно развивающихся экологических катастроф, приобретающая на современном этапе глобальный характер. 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 кислотно-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.

Молодое поколение более подвержено токсическому воздействию тяжёлых металлов – ослабляется рост и развитие, нарушается деятельность нервной системы, возможно развитие аутоиммунитета, при котором иммунная система разрушает свои собственные клетки. В настоящее время все острее стоит проблема, связанная с отравлением людей тяжёлыми металлами.

Нас заинтересовали вопросы, связанные с влиянием тяжёлых металлов на живые организмы, которым я не придавала большого значения, но теперь эта тема для меня является очень интересной и познавательной. Считаем, что данная тема очень **актуальна и значима**, так как очень часто деятельность человека становится фактором разрушения окружающей среды, вмешательство же его в природные процессы обостряет эти проблемы, в том числе и связанные со здоровьем самого человека.

**Гипотеза** мы предполагаем, что негативное воздействие на процессы жизнедеятельности живых организмов разных царств будет наблюдаться при концентрации несколько большей ПДК

**Цель работы:** исследование влияния солей тяжелых металлов на процессы жизнедеятельности живых организмов, представителей разных царств.

### **Задачи:**

1. Провести анализ информационных источников на предмет выявления информации о степени опасности тяжелых металлах, пути их поступления в организм человека и последствиях воздействия данных металлов на живые организмы.

2. Обосновать подбор организмов для проведения экспериментальной работы, подобрать критерии для диагностики влияния тяжелых металлов на организмы разных царств и соответствующие методики.

3. В процессе экспериментальной работы выявить влияние тяжелых металлов на живые организмы, представителей разных таксономических групп и специфику их воздействия

4. Предложить варианты по использованию результатов исследования в практической деятельности.

**Объект исследования** – соли тяжелых металлов (железа, хрома, марганца, меди)

**Предмет исследования** – влияние солей тяжелых металлов на семена пшеницы, белок куриного яйца и простейших (инфузория-туфелька)

Для решения поставленных задач нами были использованы следующие **методы**:

1. Теоретический
2. Эмпирический

**Практическая значимость** работы подобраны рекомендации по уменьшению негативного воздействия ионов тяжелых металлов на организм человека

## Глава 1. Теоретическая часть

### 1.1 Влияние тяжелых металлов на организм человека.

Диагноз массового отравления жителей Рима свинцом поставлен учеными две тысячи лет спустя. Раскопки показали, что древние римляне пользовались посудой из свинца. Как же действовал свинец? А вот как, свинец долгое время накапливался в организме, поражая нервную и кровеносную систему, нарушал деятельность почек и обменные процессы.

Так же если мы вспомним многим любимую книгу «Алиса в стране чудес» и одного из главных героев произведения - сумасшедшего шляпника, то мы можем предположить, что он страдал «профессиональной болезнью» шляпников того времени. Всё дело в том, что фетр для шляп, с целью его смягчения, пропитывали в азотной ртути [9]. Этот же металл становится причиной другой болезни.

Болезнь Минамата, существование которой было официально признано правительством Японии в 1956 г., является типичной проблемой, связанной с загрязнением окружающей среды, вызванной промышленными стоками с химических заводов, содержащими метилртуть. Степень и тяжесть ущерба здоровью, а также разрушение природной среды в результате такого загрязнения стали беспрецедентными в человеческой истории, оставив после себя неблагоприятное воздействие на местное сообщество на протяжении длительного периода времени.

Свинец, ртуть, мышьяк, как и кадмий, медь, никель, цинк, хром - так называемые тяжелые металлы. Часть из них медь, цинк, хром, - в микродозах считаются необходимыми в питании человека. Недостаток меди, например, ведет к малокровию, замедленному росту, хрома - к атеросклерозу. В то же время при превышении допустимых концентраций эти элементы являются высоко - токсичными [6].

Тяжелые металлы — это элементы периодической системы с относительной молекулярной массой больше 40. Так сложилось, что термины "тяжелые металлы" и "токсичные металлы" стали синонимами. Среди них имеются элементы, необходимые для жизнедеятельности растений (Cu, Zn, Co, Cr, Mn и др.), а также элементы (Cd, Hg, Pb и др.), функциональная роль которых в настоящее время неизвестна. Во всех международных документах, посвященных проблемам загрязнения окружающей среды, более 10 тяжелых металлов признаны опасными для живых организмов, а самыми токсичными из них являются ртуть, свинец и кадмий. Несмотря на то, что многие тяжелые металлы не являются необходимыми для растений, они могут ими активно поглощаться, накапливаться и по пищевым цепям поступать в организм человека. Опасность металлов усугубляется еще и тем, что они обладают кумулятивным действием и сохраняют токсические свойства в течение длительного времени. То есть они очень опасны для живого организма [9].

Тяжелые металлы являются протоплазматическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы. Их токсичность проявляется по-разному. Многие металлы при токсичных уровнях

концентраций ингибируют деятельность ферментов (медь, ртуть). Некоторые из них образуют хелатоподобные комплексы с обычными метаболитами, нарушая нормальный обмен веществ (железо). Такие металлы, как кадмий, медь, железо, взаимодействуют с клеточными мембранами, изменяя их проницаемость.

Тяжелые металлы и их соединения могут поступать в организм человека через легкие, слизистые оболочки, кожу и желудочно-кишечный тракт. В результате взаимопревращений между поступившими в организм металлами или их соединениями и химическими веществами различных тканей и органов могут образоваться новые соединения металлов, обладающие иными свойствами и по-другому ведущие себя в организме. Отдельные металлы могут избирательно накапливаться в определенных органах и длительно задерживаться в них. В результате накопление металла в том или ином органе может быть или первичным, или вторичным [4].

## 1.2. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду

Экстенсивный характер развития человеческой цивилизации ведет к нарушениям экологической обстановки в природных экосистемах. В настоящее время и в обозримом будущем не представляется возможным полностью нейтрализовать негативную роль человека в биосфере, поэтому на первый план выдвигается необходимость научного обоснования допустимых пределов антропогенного воздействия на природные комплексы и их отдельные элементы [11].

Анализ литературы позволяет выделить два наиболее значимых природных источника тяжелых металлов в биосфере и как минимум пять антропогенных (рисунки 1).

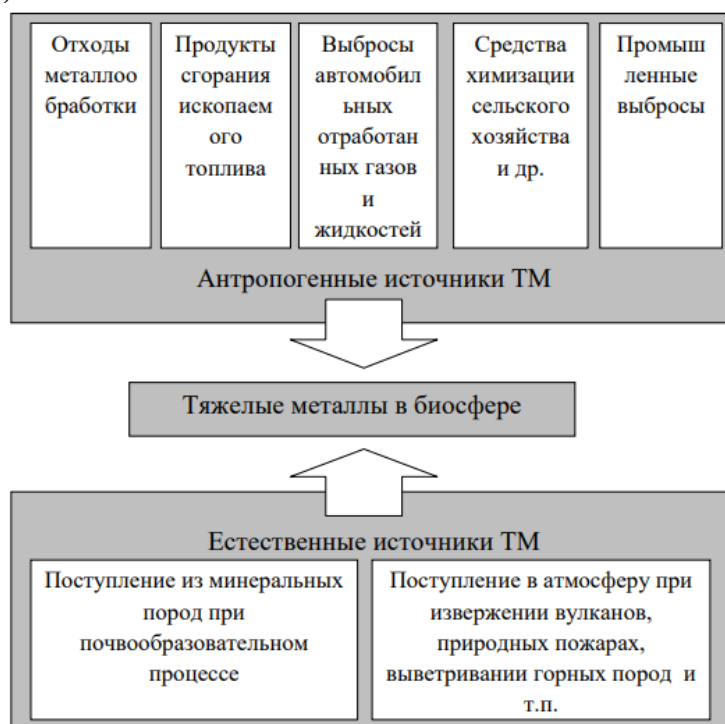


Рис. 1. Источники поступления тяжелых металлов в биосферу

Основные источники поступления любого металла в окружающую среду можно разделить на **природные (естественные) и техногенные.**

#### **Естественные источники тяжелых металлов**

В земной коре тяжелые металлы приурочены к определенной группе минералов и образуют большое количество природных химических соединений – сульфатов, сульфидов, фосфатов, карбонатов и др. Количество минералов, в состав которых входят тяжелые металлы, колеблется от 16 (Hg) до 200 (Pb, Cu). Причем многие из металлов встречаются совместно в залежах полиметаллических руд [1].

#### **Техногенные источники тяжелых металлов.**

Основной источник поступления тяжелых металлов в окружающую среду – техногенный, связанный с интенсивным развитием современной промышленности: угледобывающей, металлургической, химической, энергетической. Загрязнение воздуха происходит при сжигании угля и других ископаемых, а также вызвано выбросами промышленных предприятий [8].

Таким образом, естественное (фоновое) содержание тяжелых металлов в окружающей среде, как правило, незначительное. Основной причиной увеличения их концентрации является хозяйственная деятельность человека. В регионах с развитым промышленным и сельскохозяйственным производством резко возрастает вероятность загрязнения воздуха, воды и почвы избыточными количествами тяжелых металлов, что в свою очередь создает опасность повышенного поступления их в живые организмы и растения [2].

#### **1.3. Пути поступления тяжелых металлов в растения.**

Важное место при исследовании влияния тяжелых металлов на растения занимает изучение процессов их поглощения и передвижения. Растения способны поглощать из окружающей среды в больших или меньших количествах практически все химические элементы. Однако с позиции минерального питания тяжелые металлы можно разделить на две группы:

1) необходимые в незначительных концентрациях для метаболизма растений (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo), которые становятся токсичными, если их содержание превышает определенный уровень;

2) металлы, не участвующие в метаболизме растений (Pb, Cd, Hg), которые токсичны даже в очень низких концентрациях.

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

4) Se, Fe, Ba, Te – элементы, труднодоступные растениям.

Чаще всего тяжелые металлы поступают в растения через корни. Другой путь поступления тяжелых металлов в растения – некорневое поглощение из воздушных потоков. Оно имеет место при значительном выпадении металлов из атмосферы на листовую аппарат, чаще всего вблизи промышленных

предприятий. Поступление элементов в растения через листья происходит, главным образом, путем не метаболического проникновения через кутикулу [1]. Тяжелые металлы, 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 [5]. Однако животные, поедающие такую растительность, могут получить большое количество тяжелых металлов. По мере роста растений элементы перераспределяются по их органам. При этом для меди и цинка устанавливается следующая закономерность в их содержании: корни > зерно > солома.

Известно, что наряду с видовой специфичностью растений в отношении накопления тяжелых металлов существуют и определенные общие закономерности. Например, наиболее высокое содержание тяжелых металлов обнаружено в листовых овощах и силосных культурах, а наименьшее – в бобовых, злаковых и технических культурах [7].

#### **1.4. Как оградить себя от воздействия тяжёлых металлов?**

Атмосфера промышленных городов загрязнена выбросами в атмосферу тяжелых металлов. В организме человека накапливаются вредные для него вещества. Они нарушают его работу. Часто на организм оказывают влияние не один, а несколько компонентов — свинец, марганец, хром, мышьяк, кадмий [2].

Считается, что расстояние в 1 километр — это зона сильного влияния, а 5 км и более - минимального влияния. В организме ребенка, живущего недалеко от промышленного предприятия с рождения, уже к 5 годам накапливается достаточная доза вредных веществ. Раньше всего начинают наблюдаться нарушения со стороны центральной нервной системы. Как правило, такие дети очень неусидчивы и рассеянны. Если человек переселяется из опасной зоны, концентрация тяжелых металлов в крови постепенно снижается. От "осевшего" в волосах можно избавиться состриганием. А вот от попавшего в кости и ЦНС - нельзя. У беременных тяжелые металлы могут влиять на плод. Если ребенок играет на загрязненной детской площадке, то его руки, игрушки, одежда тоже загрязняются. Грязь попадает в организм ребенка, токсические вещества - в кровь [5].

В данной работе мы попытались сформулировать ряд рекомендаций, которые представили в приложении 1.

## Глава 2. Экспериментальная часть

### 2.1 Обоснование выбора

Тяжелые металлы, поступая из почвы в растения, передаваясь по цепям питания, оказывают токсичное действие на растения, животных и человека. В нашем исследовании мы изучали металлы с позиций их токсического воздействия на процессы жизнедеятельности живых организмов разных царств:

- Царство Растения, род Пшеница, семейство Злаковые. Для выявления влияния тяжелых металлов на растения мы выбрали семена пшеницы, т.к. эта сельскохозяйственная культура используется для корма скота и как пищевая культура. Кроме того, пшеница быстро прорастает и требует небольшую площадь рабочего места (чашка Петри, кювета, поддон и т. п.). В ходе эксперимента выявляли как влияет на рост и развитие соли данных металлов.

- Царство Животные, Подцарство Одноклеточные, тип Инфузории или Ресничные, вид Инфузория туфелька. Инфузория-туфелька обладает всеми признаками живых организмов: опора и движение, питание, развитие и размножение. Они обладают способностью различать малейшие концентрации химических веществ в воде. С такой чувствительностью им легче находить колонии бактерий, то есть пищу. А в лаборатории эту «суперспособность» иногда используют для определения примесей в воде. Поэтому мы решили проверить как влияет на них соли исследуемых металлов.

- Царство Животные, Подцарство Многоклеточные, куриный белок. Так как человек и многие многоклеточные организмы являются белковыми формами, мы решили проверить как воздействуют на них непосредственный контакт с солями тяжелых металлов.

### 2.2 Приготовление модельных растворов хлоридов меди, марганца, хрома и железа

Мы в своих опытах ограничились только несколькими растворами: меди, железа, хрома, марганца, которые сами приготовили в школьной лаборатории. Для этого рассмотрели ПДК [10] исследуемых металлов.

Рассчитали массу навески для данной ПДК и отмерили навески солей для приготовления 100 мл раствора (приложение 1, фото 1, 2, 3). Далее каждую навеску хлоридов металлов количественно перенесли в мерные колбы и добавили дистиллированной воды до соответствующей метки.

Таблица 1

№	Формула соли	ПДК, мг/л
1	$MnCl_2$	0,1
2	$CuCl_2$	1,0
3	$CrCl_3$	0,5
4	$FeCl_3$	0,3

*Вывод:* нами приготовлены модельные растворы хлоридов металлов для исследования влияния тяжелых металлов на живые организмы, в которых

концентрация ионов тяжелых металлов незначительно превышает ПДК, с учетом погрешностей измерительных приборов.

### **2.3 Влияние хлоридов металлов на прорастание пшеницы**

Для выявления действия металлов на рост и развитие пшеницы мы приготовили чашки Петри (по количеству взятых солей и одна контрольная) (приложение 3) и подписали их. На дно чашек поместили бумажные салфетки. В подготовленные и подписанные чашки положили по 20 семян пшеницы, влили в 4 из них по 5 мл соответствующих надписям растворов подготовленных солей, а в 5-ую чашку влили 5 мл дистиллированной воды (приложение 2, фото 4,5,6). Закрыли чашки Петри и поместили на 14 дней на постоянное место. Результаты эксперимента заносили в таблицу 2, приложение 3.

На второй день после закладки опыта начали всходить семена в чашке Петри с дистиллированной водой взошли все 20 штук, с марганцем – 19 штук, с медью – 4, с хромом – 17, с железом – 14 штук. На третий день в растворе меди начали прорасти еще семена. На пятый день в растворе соли марганца растения развиваются аналогично контрольной пробы, с медью проросли 9 шт., но рост очень медленный и растения почти не развиваются. С хромом и железом стебли не высокие, корешки почти не развиваются. На десятый день проростки в воде имели хорошо развитые корни и стебли, а в растворах хрома и железа стебли начали менять окраску, они намного короче контрольной пробы, с железом приобретают рыжую окраску от стеблей, корни сгнили. С марганцем растения развиваются почти как в контрольной пробе, но стебли короче, корни начинают темнеть. А вот с медью растения перестали расти и развиваться, и стебли и корни сгнили (таблица 2, приложение 3).

*Вывод:* Растворы хлоридов тяжелых металлов в целом угнетающе действуют на всхожесть семян и рост проростков пшеницы. Особенно токсичны соли меди они значительно замедляют рост и развитие растений. Соли хрома и железа, оказались средней токсичности. Менее токсичны соли марганца, отклонения в росте и развитии растений в отличии от контрольной проб незначительно.

### **2.4. Влияние хлоридов тяжелых металлов на инфузорий-туфельек**

Раствор с выращенной культурой простейших, тип инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*) нанесли на предметное стекло с помощью пипетки и рассмотрели под микроскопом убедившись в наличии активно движущихся инфузорий. Наблюдения проводились при помощи микроскопа школьного «Эврика» 40х-1280х с видеоокуляром (приложение 4, фото 10, 11).

Анализируемые образцы обработанных препаратов наносили пипеткой на предметное стекло, и рассматривали при помощи видеоокуляра. Сначала фокусировались на объект на малом увеличении, помещая выбранный участок объекта в центр видимого поля микроскопа. Затем переходили к работе с объективами большего увеличения, чтобы рассмотреть препарат более детально. Чаще всего работали на 4х кратном увеличении.

До нанесения модельных растворов тяжелых металлов инфузории-туфельки очень активны. При добавлении растворов хлоридов хрома и марганца

их активность снижалась, движения их замедлялись, а при добавлении растворов хлоридов железа и меди сразу они сразу погибали.

*Вывод:* хлориды тяжелых металлов угнетающе влияют на живые организмы. Особенно губительны для инфузорий-туфельек соли меди и железа.

### **2.5. Влияние хлоридов тяжелых металлов на куриный белок**

Первоначально приготовили раствор белка и разлили его по пробиркам. Затем этот раствор сразу же разлили по 10 мл в подготовленные и подписанные пробирки (приложение 4, фото 12). В каждую из них медленно, по каплям из пипетки при встряхивании, добавили по 2 мл растворов подготовленных солей и воды (приложение 4, фото 13).

В пробирках с белком после добавления дистиллированной воды никаких признаков реакции нет, то есть свойства белка не изменились. В пробирках с белком после добавления раствора хлорида меди (II) и железа (III) сразу же образовался белый осадок, немного окрашенный в голубой цвет в первом случае и желто-оранжевый во втором, вследствие присутствия ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$  или ионов  $\text{Fe}^{3+}$  в растворе. В пробирках с солями хрома (III) и марганца (II) наблюдается лишь помутнение раствора, идет частичное разрушение белка.

*Вывод:* в результате воздействия на белки солями тяжелых металлов происходит разрушение (денатурация) белков, при этом белки теряют свою биологическую активность.

### **2.6. Применение в образовательном процессе в урочное и внеурочное время**

Результаты данной работы могут быть использованы в образовательном процессе на уроках биологии и окружающего мира. Мы выступили с результатами своей работы среди учащихся 4 и 5 класса и в качестве примера, предложили им рассмотреть самим влияние солей тяжелых металлов на инфузории туфельек при помощи микроскопа с видеоокуляр. Эта работа, вызвала у ребят неподдельный интерес, удивление и чрезвычайную познавательную активность (приложение фото 4,5).

Кроме того, ребят очень заинтересовали мои эксперименты с проращиванием пшеницы, они задавали вопросы, активно высказывали предложения и меры по улучшению экологической обстановки в поселке.

Эти материалы можно использовать на уроках химии при изучении темы «Металлы». При рассмотрении свойств металлов стоит особое внимание уделять их воздействию на живые организмы и полученные материалы будут здесь как нельзя кстати.

На основе анализа литературных источников и советов, найденных в сети Интернет, мы попытались составить подборку советов как обезопасить себя от негативного влияния (приложение 5).

## **Заключение**

В ходе работы мы выяснили, что тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний, но в то же время без них невозможны некоторые биологические процессы. В определенных количествах они просто необходимы для функционирования растений, животных и человека.

2. Для экспериментальной работы были выбраны представители двух царств Растений и Животных.

3. На основе проделанных экспериментов, по изучению влияния тяжелых металлов на живые организмы можно сказать, что влияние их губительно как для растений, так и для животных. Токсичность рассматриваемых металлов различна, особенно токсичны соли меди.

4. Результаты исследования могут быть использованы в практической деятельности, на уроках окружающего мира, биологии и химии, а также во внеурочной деятельности на заседаниях экологической дружины «Родник».

### Список литературы

1. Гроссе Э. «Химия для любознательных», изд. «Химия», 1987г, 345 с.
2. Козаренко В.М. Мягкоступова О.В., Исследовательский практикум. // Химия в школе. - 2007г. - №5 - с.55-62.
3. Ковалевская Н.И. «Изучение белков в связи с охраной природы» /Журнал «Биология в школе» № 4/ 2003 год, стр.50
4. Матюхина З. П. «Основы физиологии питания, гигиены и санитарии» М. Зысина, 1981г.
5. Рациональное питание/ Смоляр В.И. – Киев: Наук. думка, 1991.
6. Руководство по профессиональным заболеваниям, под ред. Н.Ф. Измерова, Москва, “Медицина”, 1983.
7. Химия, окружающая среда и здоровье: учебное пособие/ Л.П. Никитина, Е.И. Никифорова. – Чита: ЧИПКРО,2006г. – 160с.
8. Шакирова Р.Х., Яппарова Э.Н. «Методические рекомендации к полевой практике по физиологии растений», Бирск, 2005 г., стр.23.
9. Тяжелые металлы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/lj4PBVN8jWw.html> (Дата обращения: 18.01.2022)
10. О введении в действие гигиенических нормативов ГН 2.1.5.1315-03. Постановление главного государственного санитарного врача РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (Дата обращения: 25.02.2022).
11. Уроки болезни Минамата и утилизация ртути в Японии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.env.go.jp/chemi/tmms/prm/mat01/ru\\_full.pdf](https://www.env.go.jp/chemi/tmms/prm/mat01/ru_full.pdf) (Дата обращения: 3.03.2022).

Приготовление модельных растворов



Фото 1. Взвешивание хлорида меди (II)



Фото 2. Взвешивание хлорида хрома (III)



Фото 3. Модельные растворы хлоридов марганца, меди (II), железа (III), хрома (III)

Влияние солей тяжелых металлов на проращивание пшеницы



Фото 4. Закладка опыта по проращиванию пшеницы



Фото 5. Подсчет семян пшеницы

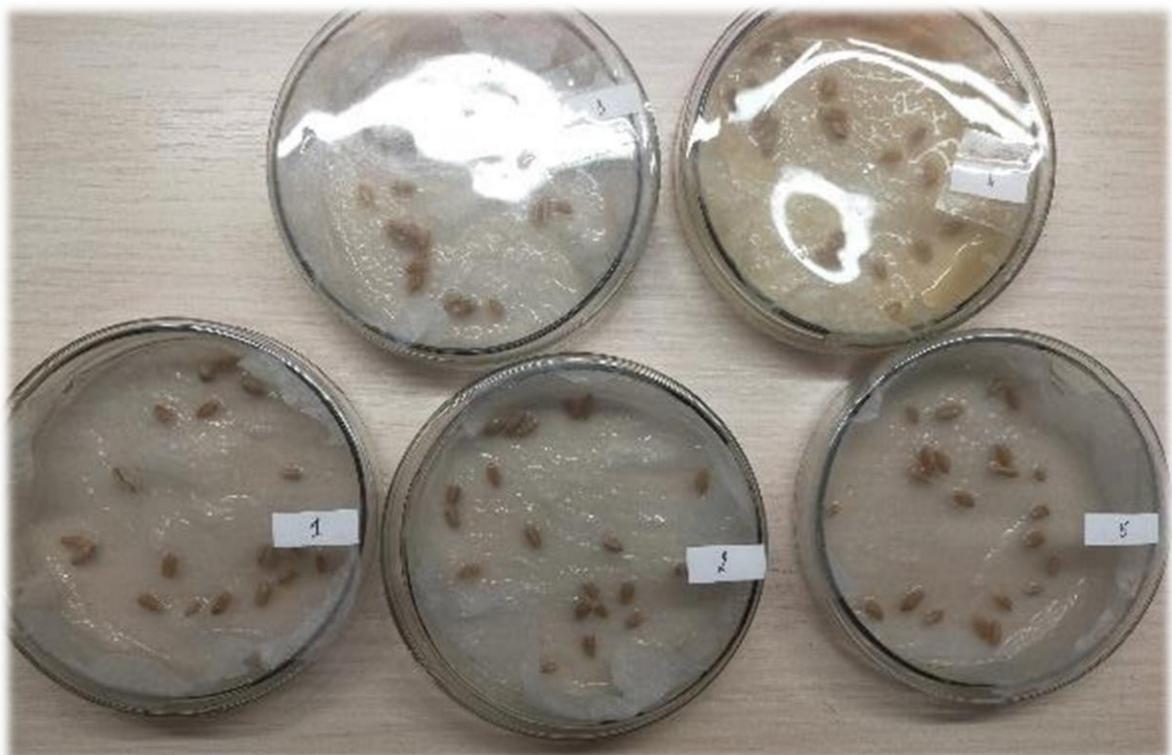






















Фото 6. Первый день эксперимента по проращиванию пшеницы

## Приложение 3

Таблица 2

### Влияние солей тяжелых металлов на рост и развитие пшеницы

	MnCl <sub>2</sub> №1	CuCl <sub>2</sub> №2	CrCl <sub>3</sub> №3	FeCl <sub>3</sub> №4	Вода (контроль) №5
2 день	 Начинают появляться корешки, 19 шт.	 Начинают появляться корешки, 4 шт. (едва заметны)	 Начинают появляться корешки, 17 шт.	 Начинают появляться корешки, 12 шт.	 Начинают появляться корешки, 20 шт.
-3 день	 17 шт. корешки около 1 см, начинают закручиваться, появляется стебель	 8 шт., корешки меньше 0,1 см	 19 шт., корешки меньше 0,5 см	 16 шт., корешки меньше 0,5 см	 Корешки более длинные, ровные, по несколько штук, около 1 см, появляется стебель
5 день	 16 шт., корешки темнеют	 Проросло 9 шт., стебли появились у 4, корешки 0,2 – 0,8 см	 18 шт., стебли невысокие около 1,5 см, корешки менее 0,5 см	 15 шт., стебли невысокие около 1,5 см, корешки менее 0,5 см	 Стебли около 5 см, корень ровный длинный, слегка коричневатый
10 день	 Стебли длинные длиной около 17-18 см, корни потемнели, покрылись	 Стебли и корешки почернели, роста и развитие остановились	 Стебли 2-3,5 см, желтеют, корни почти не заметны, становятся коричневыми	 Семена покрылись плесенью, корни сгнили, стебли длиной до 3-5 см, стебель от зернышка рыжий	 Стебли длинные больше 20 см, корни ровные

**Влияние солей тяжелых металлов на животных**



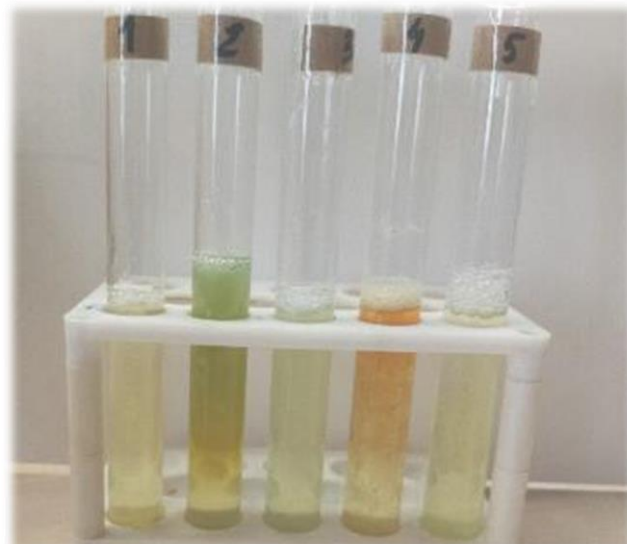
*Фото 10. Обнаружение инфузорий-туфельек*



*Фото 11 Влияние солей металлов на инфузорий-туфельек*



*Фото 12. приготовление раствора белка*



*Фото 13. Осаждение белка солями тяжелых металлов*

### **Подборка рекомендаций по уменьшению негативного воздействия тяжелых металлов на здоровье человека**

1. Уделять особое внимание вопросам гигиены. Самое простое - мытьё рук. Оно снижает концентрацию ионов тяжелых металлов на поверхности ладоней почти в 10 раз.

2. Чаще мыть и тщательней изолировать окна квартиры. В этом случае помогут герметичные стеклопакеты. Особенно если жилье расположено в близости от предприятия.

3. Всеми возможными средствами бороться с пылью: на пылевые частицы оседают все вредные вещества, которые находятся в воздухе. Необходимо чаще проводить влажную уборку с моющими средствами. Использовать пылесос с мелкими фильтрами. Отчасти могут помочь увлажнители и озонаторы.

4. Если металлическая ртуть оказалась в помещении, её следует засыпать порошком серы или залить раствором хлорида железа (III).

5. Жестяная тара сплавляется припоем, содержащим определенное количество свинца, поэтому консервы следует перекладывать в стеклянную посуду после её вскрытия.

6. Противоядием от тяжёлых металлов и их солей является яичный белок. Для выведения из организма накопившегося свинца необходимо как можно чаще употреблять в пищу молочные продукты, содержащие кальций. Поэтому и рекомендуется всем, кто подвержен воздействию воздуха, загрязненного свинцом, пить молоко и употреблять больше молочных продуктов.

7. Очень важно, чтобы в продуктах питания содержалось большое количество клетчатки. Нужно больше есть овощей, фруктов и зерновых продуктов. Тогда тяжелые металлы будут оседать в желудочно-кишечном тракте и выводиться из организма, не всасываясь.

8. Пища не должна быть жирной. Полезны витамины и антиоксиданты. Врач может назначить лекарственные средства и биологически активные добавки, так называемые энтеросорбенты.

9. Вдоль дорог следует сажать только декоративные и лесные породы деревьев, а не пищевые и кормовые, так как этилированный бензин, содержащий свинец, попадая в почву, поглощается растениями, и употреблять их в пищу нельзя [1]