

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ

**ЛИЦЕЙ №1 п. НАХАБИНО**

## **ВЛИЯНИЯ ИОНОВ СЕРЕБРА НА МИКРООРГАНИЗМЫ**

**Авторы работы:**

**Гурба Михаил, Панченко Павел,  
Суворова Дина, ученики 11 “А” класса;**

**Научный руководитель:**

**Лукуткина Ольга Анатольевна, учитель биологии,  
Алтынникова Наталья Алексеевна, учитель химии.**

**Нахабино 2012**

## **Влияния ионов серебра на микроорганизмы.**

*Цель работы:* Исследовать влияние ионов серебра на молочнокислые бактерии, плесневые грибки и дрожжи.

*Литературный обзор.*

Из истории: известно, что за 2500 лет до Рождества Христова египетские воины использовали серебро для лечения своих ран - накладывали на них очень тонкие серебряные пластины, и раны быстро заживали.

Персидский царь Кир, по свидетельству Геродота, во время длительных походов хранил воду только в серебряных бочках. Таким образом ему удалось избежать множества заболеваний, распространенных в то время. В конце XIX столетия швейцарский ботаник Карл Негели установил, что под влиянием серебра, введенного в воду, в ней гибнут все вредные микроорганизмы. Ионы серебра препятствуют размножению болезнетворных бактерий, вирусов и грибков.

В русской православной церкви прихожане получают святую воду, которая выдерживалась в сосудах из серебра. В настоящее время многие авиакомпании пользуются водой, обработанной серебром, как способ защиты от инфекций пассажиров. На МКС космонавты используют только **серебряную воду**. Воду с ионами серебра можно использовать и для дезинфекции различных предметов, поверхностей. Для этих целей используется вода с содержанием ионов серебра 20-50 мг/л.

Минимальной концентрации ионов серебра в воде достаточно для уничтожения более 260 разновидностей патогенных *микробов, вирусов и грибков*. Современные эксперименты говорят о том, что серебряные частицы (ионы), находящиеся в воде проникают внутрь бактериальных клеток и грибов и нарушают их нормальную жизнедеятельность. Эффективность уничтожения бактерий в

воде, содержащей следы ионов серебра, чрезвычайно высока – в 1750 раз выше, чем действие известного антисептика – карболовой кислоты.

## **Практическая работа**

### **Приготовление серебряной воды**

Серебряную воду мы готовили двумя способами: приготовление раствора нитрата серебра и получение серебряной воды электролизом. Эксперимент мы проводили с обоими видами приготовленной нами воды, но так как результаты не отличаются, то в нашей работе мы будем описывать опыты только с серебряной водой, полученной растворением нитрата серебра.

#### **Первый способ: электролиз**

Для электролиза мы использовали специальное устройство - пластмассовая банка с крышкой, к которой прикреплены 2 пластины. К одной из пластин прикрепили серебряный браслет, в банку залили дистиллированную воду, закрыли крышкой и подсоединили через миллиамперметр к батарейке. Под действием напряжения атомы серебра, из которых состоит браслет, теряют один электрон и переходят в раствор в виде ионов. Согласно закону Фарадея, масса серебра, выделившегося в раствор при силе тока в 1 А, и за время 1 сек. составит  $m = (M \cdot I \cdot t) / (F \cdot n) = 108 / 96500 = 0.00112$  г. (здесь  $m$  – масса, образовавшегося при электролизе металла (г);  $M$  – молярная масса атома металла, равная для серебра 108 г/моль;  $I$  – сила тока (А);  $t$  – время (сек);  $F$  – константа, равная 96500 Кл/моль;  $n$  – количество электронов, отдаваемое одним атомом серебра при его окислении, равное 1).

И так, при силе тока в 1 А за 1 сек в раствор перейдет 1.12 мг серебра. Сила тока в 1 ампер очень большая для электролиза серебра. Для нормального протекания процесса электролиза, требуется сила тока в несколько миллиампер. Исходя из вышесказанного, расчет времени для

электролиза при заданной концентрации и при определенном объеме воды можно рассчитать по формуле:

$$t = (1000/I) * (c/1.12) * (V) * (1 / 60) * (1/0.9)$$

где  $t$  – время электролиза (сек); 1000 – количество миллиампер в 1 ампере;  $I$  – сила тока (мА);  $c$  – необходимое значение концентрации ионов серебра в растворе (мг/л); 1.12 – масса серебра, выделяемая в раствор за 1 сек при силе тока в 1 ампер (мг);  $V$  – объем раствора, подвергаемый электролизу (л);  $1/60$  – коэффициент для перерасчета времени из секунд в минуты; 0.9 – доля выхода продукта реакции, т.е. выход серебра при электролизе составляет примерно 90 % от теоретически возможного выхода.

После упрощения формула приобретает вид:

$$t = 16,5 * c * V / I$$

нам нужна концентрация ионов серебра 5 мг/л, объем воды -1 литр, сила тока в цепи равна 0,0023 А , следовательно

$$t=16,5*5*1/0,0023=35869,5с\approx 10 \text{ часов}$$



## **Второй способ: раствор**

Молекула нитрата серебра тяжелее иона серебра в  $170 / 108 = 1.57$  раза, где 170 и 108 относительные молекулярные массы молекулы нитрата серебра и иона серебра соответственно. Поэтому если следует приготовить раствор с концентрацией ионов серебра, скажем в 5 мг/л, то нитрата серебра в этом случае следует брать  $5 * 1.57 = 7,85$  мг на каждый литр раствора.

На весах мы отмерили 5 мг нитрата серебра, следовательно для приготовления раствора нам понадобится  $5 * 1000 / 7,85 = 637$  мл

Добавив в 637 мл воды 5 мг нитрата серебра, мы получили серебряную воду с нужной нам концентрацией ионов серебра.

## **Влияние серебра на дрожжевые грибки.**

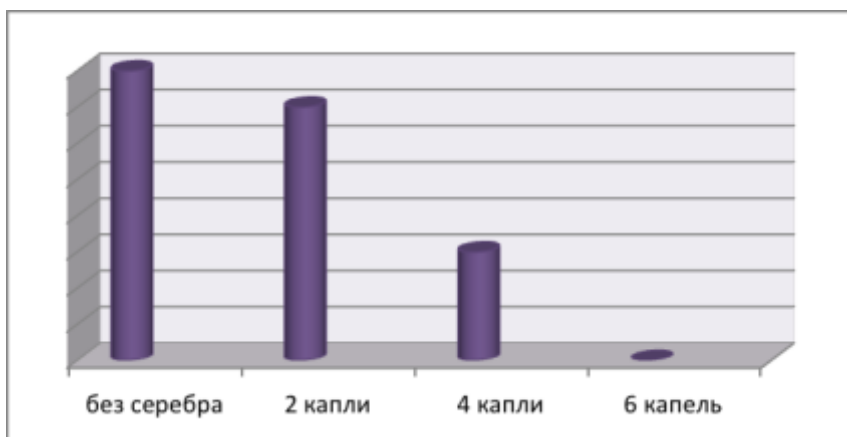
Сначала мы провели эксперимент на дрожжах. Дрожжи - это микроскопические грибы, которые состоят из одной клетки, имеющей форму шарика. Они живут в питательной жидкости, богатой сахаром. Дрожжи поглощают сахар и выделяют углекислый газ.

Мы развели дрожжи в воде и добавили сахар. Раствор дрожжей налили поровну в 4 пробирки, которые закрыли пробками с газоотводными трубками, а их конец опустили в пробирки с  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Если дрожжи живые, то они выделяют углекислый газ, который вызывает помутнение известковой воды. В первой пробирке серебра нет, во вторую мы добавили 2 капли серебряной воды, в третью - 4 капли, в четвертую - 6 капель.



Номер пробирки	Количество капель серебряной воды	Помутнение известковой воды
контрольная	0	Очень сильное
1	2	сильное
2	4	слабое
3	6	Не помутнела



Вывод: при концентрации примерно в 5 мг/л дрожжи погибали.

#### Влияние серебра на плесневые грибки

Мы провели эксперимент, выращивая плесень. Если хлеб пролежит несколько дней в теплом влажном месте, на нем появляется белый пушистый налет, который через некоторое время темнеет. Это плесневый гриб-сапрофит мукор. Этот гриб часто поселяется также на фруктах и овощах. Грибница мукора состоит всего из одной сильно разросшейся и разветвленной клетки с множеством ядер в цитоплазме. Размножается мукор обрывками грибницы или спорами. Некоторые нити грибницы поднимаются вверх и расширяются на концах



Плесень, выросшую на хлебе, поместили в 4 чашки Петри с питательной средой и в каждую добавили разное количество серебряной воды.



Через неделю мы обнаружили, что в контрольной чашке (без серебра) плесень сильно выросла, заняв при этом всю площадь чашки.

В чашке под номером 1, в которую мы поместили 2 капли серебряной воды, плесень разрослась еще больше.

В чашке под номером 2, в которой было 4 капли серебряной воды, плесень тоже сильно выросла, не заняв только участок площадью  $5 \text{ мм}^2$ .

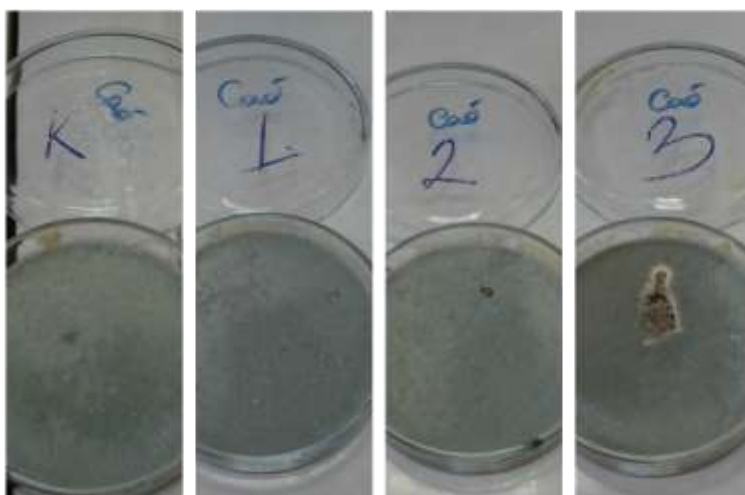
Меньше всего плесень выросла в 3 чашке (6 капель), где остался не заросшим участок площадью около  $4 \text{ см}^2$ .

Номер чашки Петри	Количество капель серебряной воды	Площадь не занятого плесенью участка ( $\text{см}^2$ )

контрольная	0	0,3
1	2	0
2	4	0,5
3	6	4

Вывод:

Когда в чашке не было серебра, плесень выросла. При небольшом количестве серебра плесень выросла еще больше, т.к. конкурирующие с ней микроорганизмы погибли, и плесени стало легче расти. Когда серебра стало еще больше, то и плесени стало труднее размножаться. Это случилось опять же при еще большей концентрации серебра, когда плесень размножалась еще менее активно.





Влияние серебра на кисломолочные бактерии.

Следующий эксперимент мы провели на молоке, в которое добавили молочнокислые бактерии и разлили по пробиркам. Добавили в пробирки разное количество серебра: 2, 4, 6, 8, оставив одну контрольной (без серебра) и поставили в теплое место.



После того, как молоко в пробирках скисло, мы проверили его плотность.

В контрольной пробирке у нас оказалась сметана, потому что молочнокислые бактерии там хорошо развивались.

Во второй пробирке, куда мы поместили 2 капли серебряной воды, молоко тоже хорошо загустело, хотя не так сильно.

В пробирках с 4 и 6 каплями серебряной воды молоко загустело слабо, а в пробирке с 8 каплями не загустело вообще.

Номер пробирки	Количество капель серебряной воды	Что стало с молоком
контрольная	0	Очень сильно скисло
1	2	Сильно скисло
2	4	Немного скисло
3	6	
4	8	Не скисло



Вывод: По построенной диаграмме определяем, что кисломолочные бактерии могут жить только при низкой концентрации серебра.

Выводы по работе.

- ✚ Ионы серебра действительно оказывает большое влияние на микроорганизмы. При концентрации не менее 5 мг/л погибают все бактерии и грибки.

- ✚ На некоторые микроорганизмы ионы серебра оказывают более сильное влияние, вызывая их гибель, что способствует активному росту и размножению других конкурирующих с ними микроорганизмов.

- ✚ Кисломолочные бактерии наиболее чувствительны к ионам серебра.

Литература.

1. [http://forexaw.com/TERMs/Metal121313/1484\\_Серебро\\_silver](http://forexaw.com/TERMs/Metal121313/1484_Серебро_silver)
2. [http://www.o8ode.ru/article/planetwa/precnaa\\_voda.htm](http://www.o8ode.ru/article/planetwa/precnaa_voda.htm)
3. Пасечник В.В. 6 кл. Бактерии, грибы, растения. – М.: Дрофа, 2001.
4. Приготовление и использование «серебряной» воды  
С.В. Дружинин
5. Энциклопедия для детей биология. Издательство «Москва  
Аванта+» 2001 год
6. Н.Грин, У.Стаут, Д.Тейлор «Биология». Издательство «Мир»  
1990 год
7. Н.Л.Глинка под редакцией В.А.Попкова, А.В.Бабкова. Издательство  
«Москва.Юрайт» 2011
8. Общая и биорганическая химия В.А.Попков, А.С.Берлянд.  
Издательство «Академия» 2010
9. Начала химии Н.Е.Кузбменко, В.В.Еремин, В.А.Попков.  
издательство «Экзамен» Москва 2005