

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТОКСИЧНОСТИ КАТИОНОВ ЦИНКА НА РОСТ МИКРООРГАНИЗМОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Чичерина В.Р., Клименко О.П., Сербова В.А., Данжук А.А., Сизенцов А.Н., канд. биол. наук, доцент, Миндолина Ю.В., Вельш О.А. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Биологическая роль цинка многообразна. Он необходим для роста и деления клеток, развития костной ткани, процессов регенерации, репродуктивной функции, развития мозга и поведения. Являясь компонентом более 300 энзимов, цинк принимает участие во всех видах обмена, входит в состав генетического аппарата клетки, представляя около 100 цинксодержащих нуклеопротеидов. Цинк принимает активное участие в процессах регенерации, поскольку необходим для синтеза и стабилизации ДНК.

Как и в случае с медью, несмотря на то что цинк является биогенным (эссенциальным) элементом его избыточное содержание в окружающей среде может приводить к различным патологиям как у человека, так и у животных.

Металлический цинк и его соединения в производственных условиях поступают в организм главным образом через органы дыхания и частично через пищеварительный тракт в результате заглывания пыли. Более всего изучено токсическое действие паров цинка и мелкодисперсного аэрозоля, которые образуются в процессе плавления металла оксида цинка. При их вдыхании в значительных концентрациях может возникать проф. заболевание – так называемая цинковая, или литейная лихорадка. При хроническом отравлении оксидом цинка могут развиваться атрофические и субатрофические изменения слизистой оболочки верхних дыхательных путей, гипохромная анемия, желудочно-кишечные расстройства, нарушения сна, повышенная утомляемость, шум в ушах, снижение остроты слуха. При длительном воздействии пыли оксида цинка на организм человека возможно развитие медленно прогрессирующего пневмокониоза. При длительном вдыхании пыли оксида цинка в значительных концентрациях развиваются умеренные явления пневмосклероза и эмфиземы лёгких, реже – мелкопятнистая диссеминация в связи с отложением рентгеноконтрастной пыли оксида цинка в лёгких; возможна уробилинурия и порфиринурия. Раздражающим действием обладают также сульфат и стеарат цинка. Сухой сульфат цинка и его концентрированные растворы вызывают изъязвления кожи кистей рук, особенно их тыльной поверхности, по типу так называемых птичьих глазков. Получены экспериментальные данные об онкогенном действии цинка и его соединений. Острое отравление соединениями цинка отмечали при вдыхании оксида цинка в высоких концентрациях (например, при нагревании металлического цинка выше температуры его плавления). У пострадавших появляется сладковатый привкус во рту, через 1-5 часов возникает сильная жажда, болезненное стеснение в груди, сухой кашель, озноб и другие признаки

литейной лихорадки. При вдыхании аэрозоля хлорида цинка может развиваться отёк лёгких. При отравлении растворимыми солями цинка через рот у пострадавших также отмечают металлический вкус во рту, наблюдается тошнота, слюнотечение. развивается ожог слизистой оболочки рта, пищевода, желудка, появляются рвота с примесью крови, боль в животе, понос, резкое возбуждение, непроизвольные подергивания отдельных групп мышц, судороги икроножных мышц, возможен коллапс и шок. При более длительном течении отравления развивается острая почечная недостаточность [1, 2, 3].

Значительные концентрации увеличения цинка наблюдаются в восточной части Оренбуржья, что напрямую связано в развитой горнодобывающей и металлургической промышленностью. При этом в ряде районов его содержание превышено в десятки раз по отношению к предельно допустимым концентрациям [4, 5].

Выше изложенное является критерием для изучения влияния свинца на рост микроорганизмов входящих в состав почв и пробиотических препаратов (рисунок 1).

Для реализации поставленной задачи в качестве объектов исследования нами были использованы 6 пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus*: Споробактерин (*B. subtilis* 534), Бактисубтил (*B. cereus* IP 5832), Ветом 1.1 (*B. subtilis* 10641), Ветом 2 (*B. licheniformis* 7038), Ветом 3 (*B. amyloliquefaciens* 10642), Ветом 4 (*B. amyloliquefaciens* 10643). В качестве регулирующих факторов в работе использовались различные соли (нитраты, хлориды, ацетаты и оксиды) свинца.

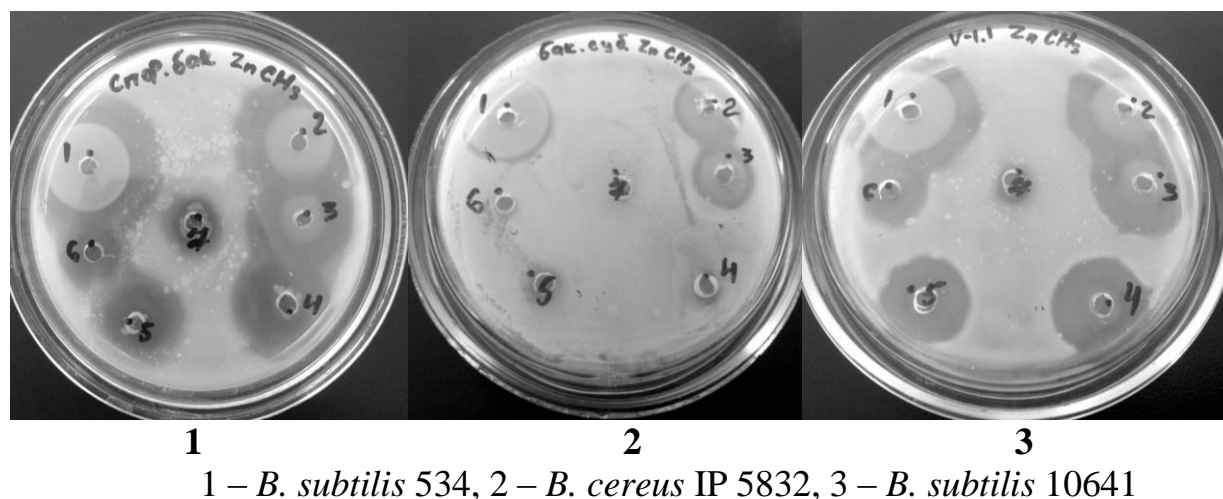


Рисунок 1 – Влияние $Zn(CH_3COO)_2$ на рост исследуемых микроорганизмов

Для выполнения данного этапа работы использовали метод агаровых лунок, выбор данного метода объясняется тем, что он позволяет не только визуально, но и качественно оценить влияние тяжелых металлов на рост исследуемых микроорганизмов (рисунок 1, таблица 1).

Таблица 1 – Оценка влияния солей цинка на рост бактерий рода *Bacillus*

	<i>B. licheniformis</i> 7048				
	1 Моль	0,5 Моль	0,25 Моль	0,125 Моль	0,063 Моль
ZnSO ₄	33,0±0,00	29,7±1,85	25,3±1,20	24,0±1,53	16,0±1,52
Zn(CH ₃ COO) ₂	33,7±1,86	30,0±0,00	26,7±1,67	23,3±1,67	21,0±1,00
ZnCl ₂	28,3±1,67	30,0±0,00	25,0±0,00	23,3±1,67	18,3±1,67
Zn(NO ₃) ₂	30,3±1,70	28,3±1,33	24,3±1,67	21,7±1,20	15,3±2,03
<i>B. cereus</i> 5832					
ZnSO ₄	28,0±1,15	22,7±0,88	18,7±0,88	13,3±1,33	8,0±1,06
Zn(CH ₃ COO) ₂	25,0±0,00	17,3±1,20	13,0±1,73	10,3±0,33	6,0±1,00
ZnCl ₂	24,0±0,58	17,3±1,20	12,3±1,45	8,3±1,67	4,0±1,08
Zn(NO ₃) ₂	16,0±2,08	11,7±1,90	8,0±1,00	5,7±1,18	–
<i>B. subtilis</i> 534					
ZnSO ₄	30,0±1,33	29,0±1,02	24,3±2,74	22,7±1,88	19,7±1,33
Zn(CH ₃ COO) ₂	34,3±2,33	32,3±2,33	28,0±1,53	25,0±0,00	22,3±1,45
ZnCl ₂	33,0±1,52	30,0±0,00	28,7±1,33	27,0±1,00	22,3±1,45
Zn(NO ₃) ₂	31,7±1,33	29,7±1,83	25,0±2,50	23,3±1,21	19,7±1,88
<i>B. amyloliquefaciens</i> 10642					
ZnSO ₄	31,3±1,68	27,7±2,94	25,7±1,88	23,3±0,84	20,7±1,36
Zn(CH ₃ COO) ₂	37,0±1,53	36,0±1,00	30,0±2,08	24,7±2,67	21,3±1,33
ZnCl ₂	32,7±2,67	29,3±0,67	28,0±0,00	25,3±1,36	21,3±1,67
Zn(NO ₃) ₂	33,0±1,68	31,0±1,61	26,3±2,21	17,0±1,51	15,7±0,90
<i>B. subtilis</i> 10641					
ZnSO ₄	34,0±1,69	33,3±0,56	20,3±1,98	12,3±1,18	1,5±1,33
Zn(CH ₃ COO) ₂	34,8±0,69	31,3±1,33	26,0±1,00	24,3±1,96	19,7±1,33
ZnCl ₂	25,7±1,85	19,7±2,60	12,0±0,66	10,7±1,33	7,4±2,88
Zn(NO ₃) ₂	35,0±1,59	32,9±0,20	30,6±2,06	22,3±1,17	19,0±2,66
<i>B. amyloliquefaciens</i> 10643					
ZnSO ₄	34,7±1,84	29,3±2,20	21,3±1,75	13,3±1,69	12,3±1,17
Zn(CH ₃ COO) ₂	34,0±1,00	31,0±2,00	29,3±0,67	25,6±2,33	19,0±1,00
ZnCl ₂	33,0±1,53	30,7±0,66	28,3±2,67	25,0±0,58	22,7±2,85
Zn(NO ₃) ₂	33,3±1,67	28,0±1,00	25,7±1,88	21,0±2,54	18,6±1,36

Методика выполнения заключается в следующем: изучаемый микроорганизм высевали сплошным «газоном» на поверхность агаровой пластинки (1,5 %

МПА) в чашке Петри. После этого, пробочным сверлом (диаметр 5 мм) вырезали агаровые блочки, при этом на одной чашке Петри можно разместить до 7 агаровых лунок в которые в последующем вносили исследуемые концентрации веществ для оценки их ингибирующего и субингибирующего эффекта. Чашки помещали в термостат на 24 часа при температуре 37 °С (благоприятной для развития исследуемого тест-организма). После инкубирования производили визуальную оценку действия исследуемого металла на рост популяции. Отсутствие зон подавления роста свидетельствовало о отсутствии влияния либо соли в целом (как правило данное явление отмечалось у солей с низки уровнем диссоциации), либо определенной концентрации (именно такие концентрации в дальнейшем использовались в качестве рабочих). В том случае если исследуемое вещество обладало высокой активностью в отношении исследуемого микроорганизма регистрировали значительные зоны подавления роста вокруг лунки.

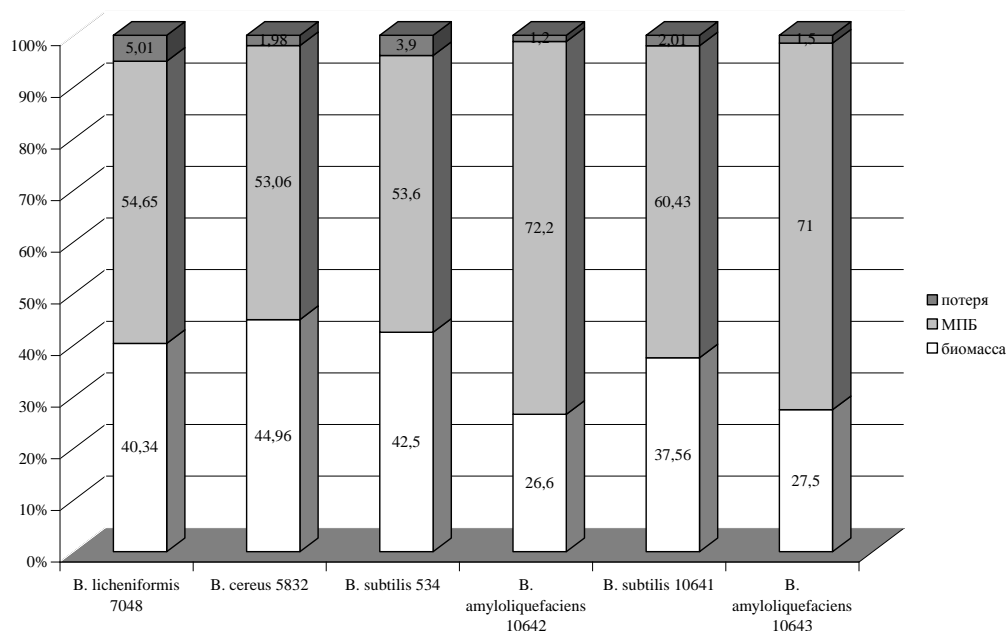


Рисунок 2 – Оценка биоаккумулирующей способности бактериями рода *Bacillus* катионов цинка из субстрата с добавлением $ZnSO_4$

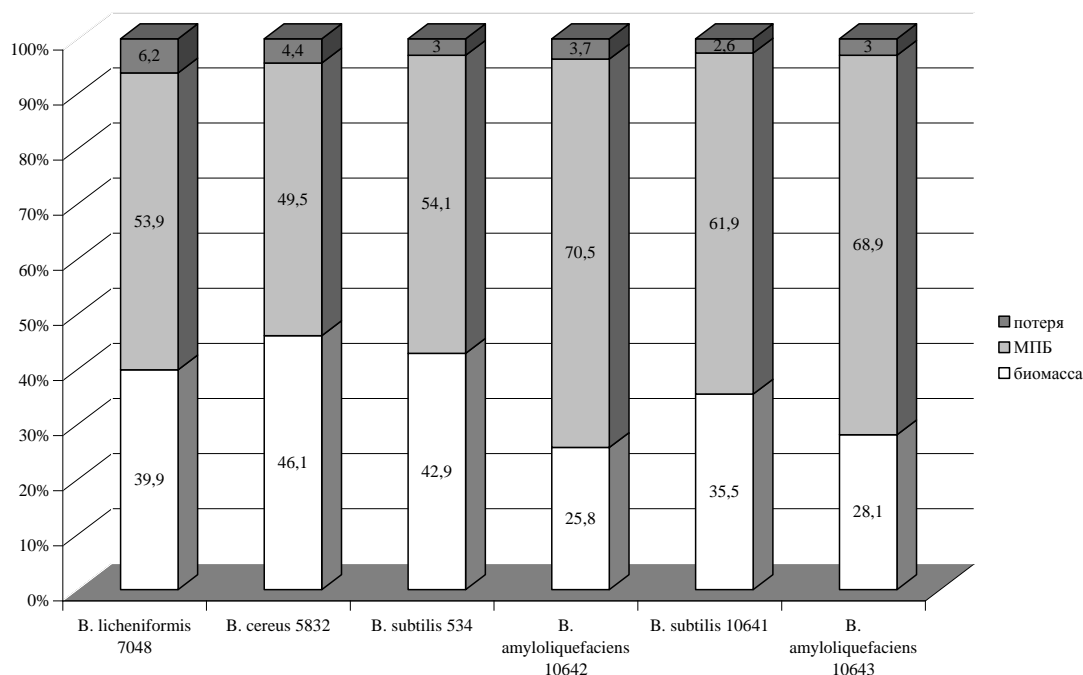


Рисунок 3 – Оценка биоаккумулирующей способности бактериями рода *Bacillus* катионов цинка из субстрата с добавлением $ZnCl_2$

Анализ зависимости аккумуляции от анионного компонента аналогичен значениям накопления железа и меди.

Также следует отметить что высокий процент накопления эссенциального, но в тоже время токсичного для микроорганизмов элемента подтверждает данные оценки влияния катионов цинка на рост микроорганизмов методом агаровых лунок, где при высоких концентрациях отмечалось отсутствие подавление роста, что на наш взгляд напрямую связано с аккумулялирующей (нейтрализующей) способностью данных микроорганизмов.

Проведенные группой студентов исследования широко используются в образовательном процессе как при проведении лабораторных работ по дисциплинам, связанным с изучением экологии и физиологии микроорганизмов, так и при написании публикаций по теме дипломного исследований.

Список литературы

1. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биозлементы в медицине. Учебное пособие, Издательство: Оникс 21 век, Мир. 2004 г. , 272 с
2. Станцо В.В., Черненко М.Б. Популярная библиотека химических элементов. М.: Издательство «Наука», 1983 .- 573 с
3. Сизенцов, А.Н. Влияние пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* на показатели неспецифического иммунитета при интоксикации цинком / Сизенцов А.Н., Афонина Е.Ю., Егорова К.И., Ефремова А.В.// *Российский иммунологический журнал*, 2016, том 10 (19), № 2 (1) С. 459-461
4. Скальный, А.В. Изучение взаимосвязи биоаккумуляции цинка в продуктах питания и организме человека на территории Оренбургской области / А.В. Скальный, Е.В. Сальникова, О.В. Кван, А.Н. Сизенцов, И.А. Сальников // [Вестник Оренбургского государственного университета](#). 2016. № 10

5. Sizentsov, A. *The use of probiotic preparations on basis of bacteria of a genus Bacillus during intoxication of lead and zinc* / A. Sizentsov, O. Kvan, A. Vishnyakov, A. Babushkina, E. Drozdova // *Life Science Journal* 2014; 11 (10). <http://www.lifesciencesite.com>