

УДК 579.852.11:579.62

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ПОДАВЛЯЮЩИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СОЛЕЙ КАДМИЯ НА РОСТ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*

Мокина Е.С., Вельш О.А., Морозова Н.В.

ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет, Оренбург,  
e-mail: huinsaegyeyou@yandex.ru

Микрофлора кишечника играет важную роль в поддержании здоровья всего организма. Микроорганизмы в норме населяющие пищеварительный тракт выполняют барьерные и защитные функции т.к. являются антагонистами патогенной микрофлоры. В современном мире в связи с нарастающим загрязнением окружающей среды, нормофлора кишечника может угнетаться веществами попадающими в организм с пищей и водой. Целью исследования стала оценка влияния некоторых солей кадмия на нормофлору кишечника. В статье представлены данные свидетельствующие о том, что в ходе выполненных исследований было установлено, что в отношении сульфата кадмия наименее резистентными оказались штаммы *B. licheniformis* 7048, а по отношению к хлориду кадмия и ацетату кадмия *B. licheniformis* 7048 и *B. cereus* 5832, соответственно.

**Ключевые слова:** *Bacillus*, кадмий, минимальные подавляющие концентрации

## DETERMINATION OF MINIMAL SUPPRESSION CONCENTRATIONS OF CADMIUM SALTS ON THE GROWTH OF PROBIOTIC STAMMS OF *BACILLUS* OF THE GENUS *BACILLUS*

Mokina E.S., Welsh O.A., Morozova N.V.

FGBOU V Orenburg State University, Orenburg, e-mail: huinsaegyeyou@yandex.ru

The microflora of the intestine plays an important role in maintaining the health of the whole organism. In the modern world in connection with the growing pollution of the environment, the normoflora of the intestine can be inhibited by substances that enter the body with food and water. The target of the study was to evaluate the effect of some cadmium salts on the normoflora of the intestine. The article presents evidence that in the course of the research it was found that the strains of *B. licheniformis* 7048 were the least resistant against cadmium sulfate, and with regard to cadmium chloride and cadmium acetate, *B. licheniformis* 7048 and *B. cereus* 5832, respectively.

**Keywords:** *Bacillus*, cadmium, minimum inhibitory concentrations

Кадмий интенсивно используется в электрогальванике, как стабилизатор пластмасс, как пигмент в красках и в никеле-кадмиевых батареях. Как контаминат он входит в состав фосфатных удобрений и присутствует в осадках сточных вод [1].

Его концентрации в воздухе колеблются от неопределяемых количеств в непромышленных районах до 0,06 г/м<sup>3</sup> в районах с развитой промышленностью.

Его концентрации в пище определяются местом ее выращивания и видимым загрязнением почв этих районов. Согласно рекомендациям ФАО/ВОЗ, допустимая суточная доза кадмия для человека равна 0,4–0,5 мг. Благодаря относительно продолжительному сроку биологического полувыведения кадмия возможны два типа отравления острое и хроническое.

Продолжительное вдыхание кадмия при курении может привести к патологическим изменениям в легких и внести свой вклад в развитие эмфиземы. Продолжительное поступление кадмия в организм вызывает экспериментальную гипертензию у многих

видов животных. Однако, связь кадмия с гипертонией у человека все еще не подтверждена окончательно.

Относительно большие дозы вызывают геморрагию и последующий некроз, прототвратить который может профилактическое употребление селена и цинка [2].

Кадмий является, по крайней мере, одним из основных факторов, вызывающих болезнь Итай-итай. Основными свидетельствами того, что кадмий служит причиной заболевания, являются:

1) распространение заболевания ограничивалось бассейном реки Джинзу в Японии, в котором вода, почвы и выращиваемый на них рис были сильно загрязнены кадмием, свинцом и цинком;

2) больше всего случаев заболевания наблюдалось при более серьезных загрязнениях окружающей среды;

3) концентрации кадмия в моче и аутопсических пробах печени у больных итай-итай были выше, чем у контрольных субъектов. Итай-итай представляет собой вид размягчения костей (остеомалация) и полу-

чила свое название от жестоких болей, которые возникают при вызываемых ею переломах. При ней также наблюдаются не менее тяжелые почечные дисфункции [2, 3].

Кадмий токсичен почти для всех систем организма человека и животных. Гистологические изменения наблюдались в почках, печени, желудочно-кишечном тракте, сердце, яичках, поджелудочной железе, костях и кровеносных сосудах [3].

Трудно объяснить токсичность кадмия в точных биохимических терминах. Кадмий связывается с сульфидными группами, фосфолипидами, нуклеиновыми кислотами и, разоблачает процесс окислительного фосфорилирования.

Несмотря на то, что кадмий признан одним из самых токсичных веществ, он нашел применение и в медицине. Так, введенная в грудную клетку пациента, страдающего сердечной недостаточностью, никель-кадмиевая батарейка обеспечивает энергией механический стимулятор работы сердца. Удобство такого аккумулятора заключается в том, что для его подзарядки или замены больному не придется ложиться на операционный стол. Для бесперебойной службы батарейки достаточно раз в неделю надевать всего на полтора часа специальную намагниченную куртку.

Кадмий применяется в гомеопатии, экспериментальной медицине, а совсем недавно его стали использовать при создании новых противоопухолевых препаратов.

Кадмий относится к группе высокотоксичных элементов, что обуславливает изучение его влияния на микроорганизмы рода *Bacillus*, которые по своей природе относятся к группе почвенных микроорганизмов.

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, сульфаты, ацетаты и оксиды) кадмия.

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.

Методика выполнения заключается в следующем: изучаемый микроорганизм вы-

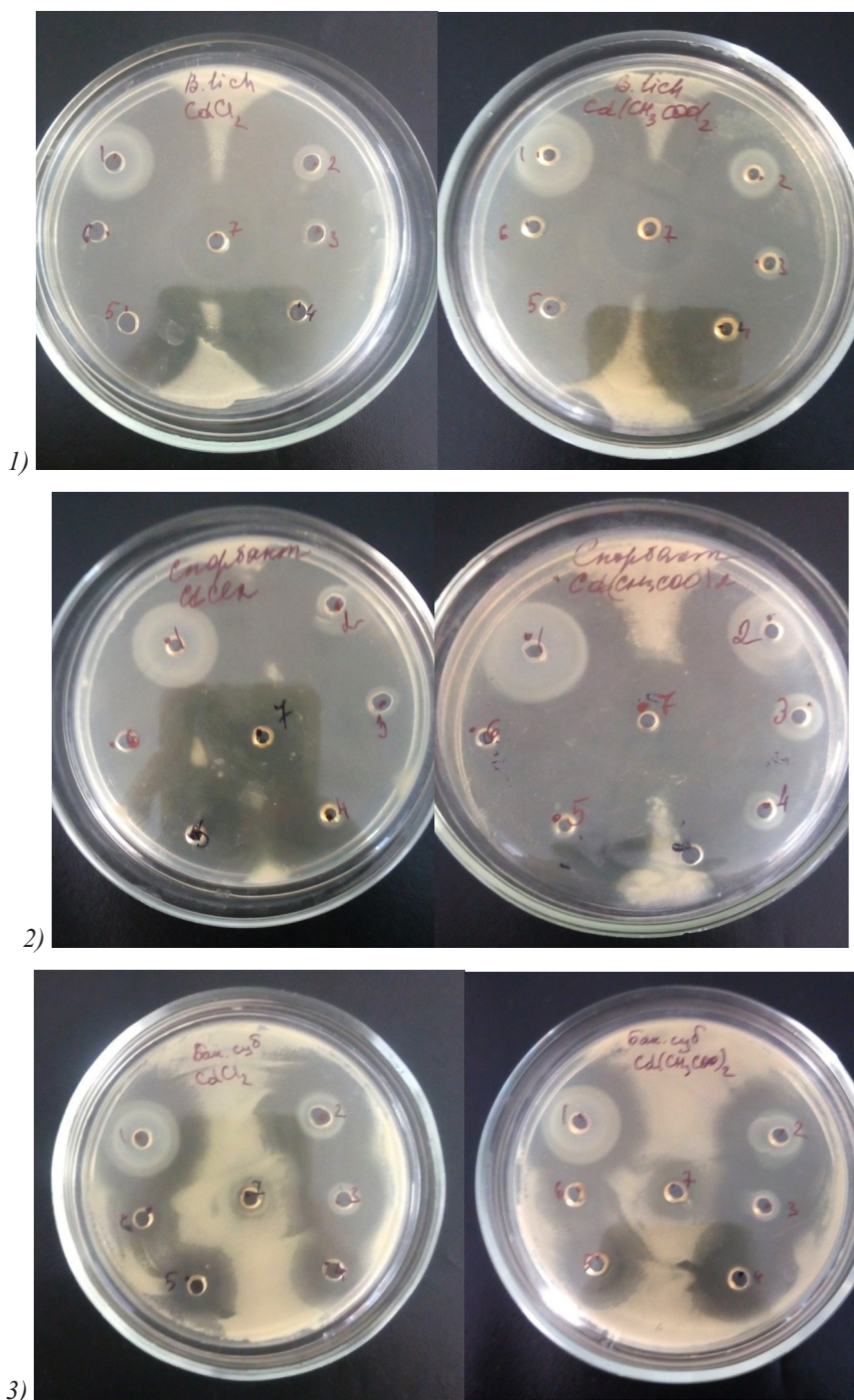
севали сплошным «газоном» на поверхность агаровой пластинки (1,5% МПА) в чашке Петри. После этого, пробочным сверлом (диаметр 5 мм) вырезали агаровые блочки, при этом на одной чашке Петри можно разместить до 7 агаровых лунок в которые в последующем вносили исследуемые концентрации веществ для оценки 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.

В ходе проведенных исследований было установлено, что, как и в случае с цинком, избыточное содержание кадмия не оказывает бактерицидного эффекта на исследуемые микроорганизмы (см. рис.) при этом по мере снижения концентрации отмечается значительное ингибирующее действие катионов на бактериальные штаммы. В ходе исследований установлено, что наиболее чувствительным штаммом является *B. subtilis* 534, при этом наиболее выраженным бактерицидным эффектом обладает хлорид кадмия. Наиболее резистентным является *B. cereus* IP 5832 как в отношении хлорида, так и в отношении ацетата кадмия.

Данные по изучению влияния кадмия на рост исследуемых микроорганизмов представлены в таблице.

Исходя из выше представленных данных следует о менее выраженном токсическом влиянии исследуемых солей кадмия по сравнению с влиянием анионных компонентов железа и цинка в отношении изучаемых пробиотических штаммов.

Следует выделить, что наиболее выраженным токсическим эффектом в отношении исследуемых микроорганизмов обладает хлорид кадмия, значения зон подавления роста, которых, превысили значения ацетата и сульфата кадмия для *B. licheniformis* 7048 на 62,1% и 39,9%, *B. cereus* 5832 на 12,5% и 32,5%, *B. subtilis* 10641 7,0% и 19,0%, соответственно.



Влияние  $CdCl_2$  и  $Cd(CH_3COO)_2$  на рост исследуемых микроорганизмов: 1 – *B. licheniformis* 7038, 2 – *B. cereus* IP 5832, 3 – *B. subtilis* 534

Оценка влияния солей кадмия на рост бактерий рода *Bacillus*

	<i>B. licheniformis</i> 7048				
	1 Моль	0,5 Моль	0,25 Моль	0,125 Моль	0,063 Моль
$CdSO_4$	29,0±0,58	27,0±1,03	18,3±3,38	10,7±0,33	6,7±0,33
$Cd(CH_3COO)_2$	18,3±1,67	14,7±2,33	10,0±0,00	–	–
$CdCl_2$	48,3±1,67	48,3±1,67	20,7±1,21	11,0±3,67	23,3±1,67

<i>B. cereus</i> 5832					
CdSO <sub>4</sub>	27,0±1,53	23,3±0,67	13,7±0,33	10,0±0,00	–
Cd(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	35,0±0,00	35,0±0,00	30,0±1,00	30,0±0,00	25,0±2,00
CdCl <sub>2</sub>	40,0±0,00	33,0±0,00	30,0±0,00	26,7±1,67	22,7±1,45
<i>B. subtilis</i> 534					
CdSO <sub>4</sub>	28,3±0,88	23,3±0,88	15,0±0,58	10,7±0,67	7,7±2,40
Cd(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	25,0±0,00	21,0±2,08	12,7±0,67	8,0±1,00	5,8±1,33
CdCl <sub>2</sub>	20,0±0,00	15,0±0,00	10,00±1,00	5,3±1,33	–
<i>B. amyloliquefaciens</i> 10642					
CdSO <sub>4</sub>	26,0±1,00	21,3±0,67	13,3±0,67	9,3±0,88	6,3±0,33
Cd(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	24,7±0,33	27,7±3,33	15,3±1,67	13,3±3,33	25,3±2,91
CdCl <sub>2</sub>	25,7±2,33	23,3±1,82	19,3±1,36	15,0±2,66	25,0±2,88
<i>B. subtilis</i> 10641					
CdSO <sub>4</sub>	26,7±0,88	22,7±0,67	11,7±0,88	9,3±0,67	6,0±1,46
Cd(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	30,7±0,67	30,0±0,00	21,7±1,67	26,7±2,33	14,0±3,02
CdCl <sub>2</sub>	33,0±1,66	30,0±0,00	28,3±1,01	22,3±1,45	21,7±1,67
<i>B. amyloliquefaciens</i> 10643					
CdSO <sub>4</sub>	28,6±0,88	22,7±1,20	13,7±0,33	10,3±0,33	6,0±0,00
Cd(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	24,0±1,00	19,0±1,00	10,0±0,00	8,3±1,67	–
CdCl <sub>2</sub>	20,0±0,00	15,0±0,00	10,0±1,00	6,0±1,00	–

В ходе выполненных исследований было установлено, что в отношении сульфата кадмия наименее резистентными оказались штаммы *B. licheniformis* 7048, а по отношению к хлориду кадмия и ацетату кадмия *B. licheniformis* 7048 и *B. cereus* 5832, соответственно.

#### Список литературы

1. Uzun, H. C. Kinetic and thermodynamic studies of the biosorption of Cr(VI) by *Pinus sylvestris* Linn / H. C. Uzun, Y. K. Bayhan, Y. Kaya // Journal of Hazardous Materials. – 2008. – V. 153. – № 1. – P. 52-59
2. Lodeiro, P. Biosorption of cadmium by biomass of brown marine macroalgae / P. Lodeiro, B. Cordero, J.L. Barriada, R. Herrero // Bioresource Technology. – 2005. – V. 96. – № 16. – P. 1796-1803.
3. Кочубеев, В. К. Жизнь микробов в присутствии тяжелых металлов, мышьяка и сурьмы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://microbes-extremal.ru>. – 29.11.13.