

УДК 579.62

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ РОДА *BACILLUS* ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ КАДМИЕМ

Сизенцов А.Н., Кван О.В., Прошка А.С.

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,  
Оренбург, e-mail: kwan111@yandex.ru

В работе представлен материал по исследованию эффективности применения пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* при лечении экспериментальной интоксикации кадмием. В исследованиях проанализирована способность бактерий рода *Bacillus* к накоплению и выведению кадмия. Исследования проводились с помощью атомно-абсорбционной спектрофотометрии, определялась концентрация кадмия в исследуемых тканях. В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее активно кадмий накапливается в костной ткани, а наименее – в шкуре. Максимум выведения кадмия из организма лабораторных животных при применении пробиотических препаратов на 7 день эксперимента. Затем происходит стабильное снижение количества выведенного кадмия и наиболее эффективно кадмий выводится из костной ткани. При этом наиболее эффективным оказался пробиотический препарат «Споробактерин», «Бактисубтил» в свою очередь эффективен при выведении кадмия всего на 6,12%, а наименее эффективен «Ветом 2».

**Ключевые слова:** кадмий, пробиотические препараты, интоксикация кадмием, бактерии рода *Bacillus*

## THE EFFICIENCY OF APPLICATION OF PROBIOTIC PREPARATIONS ON THE BASIS OF THE SORT *BACILLUS* AT TREATMENT OF EXPERIMENTAL INTOXICATION BY CADMIUM

Sizentsov A.N., Kvan O.V., Proshka A.S.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: asizen@mail.ru

In work the material, on research of efficiency of application of probiotic preparations on the basis of sort *Bacillus* bacteria is presented at treatment of experimental intoxication by cadmium. In researches ability of bacteria of the sort *Bacillus* to accumulation and cadmium removal is analysed. Researches were conducted by means of a nuclear and absorbing spektrofotometriya, concentration of cadmium in studied fabrics was defined. As a result of the conducted researches it was established that most actively cadmium collects in bone fabric, and least in a skin. Maximum of removal of cadmium from an organism of laboratory animals at application of probiotic preparations for the 7th day of experiment. Then there is a stable decrease in amount of the removed cadmium and most effectively cadmium is removed from bone fabric. Thus the probiotic's preparation «Sporobakterin» appeared the most effective, and «Baktisubtil» is in turn less effective at cadmium removal for only 6,12%, and «Vetom 2» is least effective.

**Keywords:** cadmium, probiotic preparations, intoxication cadmium, sort *Bacillus* bacteria

В статье анализируется эффективность применения пробиотических препаратов «Споробактерин», «Ветом 2», «Бактисубтил» при лечении экспериментальной интоксикации лабораторных животных (белых крыс).

Особенностью металлов по сравнению с другими элементами является их тенденция к биоаккумуляции. Способность концентрировать металлы, в том числе и тяжелые, очень широко распространена в природе среди различных организмов. Большой интерес вызывает изучение данной способности среди микроорганизмов, входящих в состав пробиотических препаратов, в частности, у бактерий рода *Bacillus*. Важным свойством является антиоксидантное действие пробиотиков, в частности проявляющееся в накоплении и активном выведении тяжелых металлов (кадмия) из организма [3, 4].

Оренбургская область является крупным многоотраслевым промышленным комплексом и занимает одно из первых мест среди

регионов России по загрязнению окружающей среды. Это наиболее распространенная проблема Оренбургской области, так как на ее территории расположено основное количество предприятий электроэнергетики, добычи и переработки минерального сырья, нефтепереработки, что приводит к загрязнению вредными веществами атмосферного воздуха, почвенного покрова, поверхностных водных объектов. Эколого-геохимические исследования выявили высокий уровень загрязнения кадмием в Тоцком, Светлинском районах. Чрезвычайно опасны загрязнения кадмием в Гайском районе.

Кадмий может попадать в организм и с пищей, и при вдыхании. Контаминация кадмием пищевых продуктов может быть результатом его накопления в почвах. Кадмий при дыхании поступает из загрязненного воздуха или табачного дыма. Некоторые исследования показали, что курение является основным источником кадмиевой нагрузки на организм [2, 3].

Содержащийся в пище кадмий может всасываться в верхних отделах тонкого кишечника. Там абсорбируется менее 5% поступающего с пищей кадмия. Количество всосавшегося из пищи кадмия может меняться в зависимости от присутствия в пище других пищевых компонентов. Вдыхаемый кадмий усваивается полностью и эффективно удерживается в организме. Слизистая оболочка выступает на пути усвоения кадмия некоторым барьером за счет связывания его внутри клеток металлотионеином или другими сульфидными группами и последующего слущивания этих клеток. Было подсчитано, что вместе с дымом каждой сигареты вдыхается приблизительно 0,1 мкг кадмия [7].

Кадмий накапливается в основном в печени, почках и двенадцатиперстной кишке. Это кумулятивный токсин, количество которого в организме увеличивается с возрастом. Было показано, что кадмий *in vitro* активирует несколько ферментов – триптофаноксигеназу,  $\delta$ -аминолевулинатдегидрогеназу и карбоксипептидазу. Все они в норме являются цинксодержащими ферментами. До сих пор не было обнаружено ферментов, которые можно с уверенностью считать кадмий-зависимыми [1].

Благодаря относительно продолжительному сроку биологического полувыведения кадмия возможны два типа отравления: острое и хроническое. Кадмий токсичен почти для всех систем организма человека и животных.

**Цель:** в связи с вышеперечисленным материалом целью нашего исследования является изучение эффективности применения пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* при лечении экспериментальной интоксикации кадмием.

Перед нами была поставлена задача – изучить способность спорообразующих бактерий рода *Bacillus* к накоплению кадмия по средству определения его концентрации в тканях лабораторных животных.

#### Материалы и методы исследования

Нами было использовано 3 пробиотических препарата: «Ветом 2» (*Bacillus subtilis* 7048, *Bacillus licheniformis* 7038, «Бактисубтил» (*Bacillus cereus* IP 5832), «Споробактерин» (*Bacillus subtilis* 534). В качестве токсиканта была использована соль тяжелого металла – сульфат кадмия.

Исследования были выполнены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Оренбургского государственного университета на модели групп-аналогов лабораторных крыс. При распределении животных на группы придерживались общепринятых принципов подбора аналогов, сходных по полу, возрасту, физиологическому состоянию, живой массе.

С целью проведения исследования эксперимента из 96 особей было сформировано восемь групп – пять контрольных и три опытных. Первая контрольная группа получала основной рацион ( $K_0$ ), вторая – основной рацион с добавлением сульфата кадмия из расчёта 150 мг/кг веса тела ( $K_1$ ), третья – основной рацион с добавлением «Споробактерина» ( $K_2$ ), четвертая – основной рацион с добавлением «Ветом 2» ( $K_3$ ), пятая – основной рацион с добавлением «Бактисубтила» ( $K_4$ ). Три опытные группы получали основной рацион с добавлением сульфата кадмия и пробиотиков – «Ветом 2» ( $O_1$ ), «Споробактерин» ( $O_2$ ), «Бактисубтил» ( $O_3$ ).

Дозировки пробиотиков соответствовали аннотациям препаратов. Подопытные животные находились в одинаковых условиях содержания. Сульфат кадмия задавался в первый день эксперимента, а пробиотики с первого по седьмой день с интервалом в 12 часов. Взятие материала проводилось с периодичностью в семь дней (фоновое исследование, седьмой, четырнадцатый и двадцать первый дни) путём убоя животных методом декапитации.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В наших исследованиях нами была проанализирована способность бактерий рода *Bacillus* к накоплению и выведению кадмия (для этого нами исследовались следующие биологические материалы: кости, мышцы и шкура лабораторных животных). Исследования проводились с помощью атомно-абсорбционной спектрофотометрии, определялась концентрация кадмия в исследуемых тканях.

В результате эксперимента было установлено, что содержание кадмия в костной ткани лабораторных животных на 7 день исследования в опытных группах ( $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ) превышало значения  $K_0$  на 61,37 и на 91% соответственно, однако уровень показателей оказался ниже значений  $K_1$  в  $O_1$  на 44%, в  $O_2$  на 20% и в  $O_3$  на 30% [2, 5].

Далее наблюдается стабильное снижение содержания кадмия к 14 и 21 дню эксперимента, при этом на 14 день эксперимента показатели опытных групп ниже показателей 7 дня в  $O_1$  на 8%, в  $O_2$  на 7% и в  $O_3$  на 45%, а также данные показатели остаются выше при сравнении с  $K_1$ , а именно  $K_1$  превышает  $O_1$  (14 день) на 43%,  $O_2$  (14 день) на 38% и  $O_3$  (14 день) на 65%.

К 21 дню эксперимента снижение показателей содержания кадмия происходит по отношению к 14 дню уже заметно в малых количествах, чем в предыдущие дни, а именно на 6 и 11% соответственно.

Аналогичная зависимость была рассчитана для шкуры и мышечной ткани.

Количество кадмия в мышечной ткани лабораторных животных на 7 день исследования в опытных группах ( $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ) превышало значения  $K_0$  на 89, 61 и на 84%

соответственно, однако уровень показателей оказался ниже значений К1 в О1 на 17%, в О2 на 10% и в О3 на 7%.

После 14 дня эксперимента содержание кадмия уменьшилось по сравнению с опытными группами 21 дня в О1 на 25%, в О2 на 6% и в О3 на 11% соответственно. Как и при выведении кадмия из костной ткани к 21 дню эксперимента наблюдается уменьшение количества выведенного кадмия из мышечной ткани, при этом на 21 день эксперимента по сравнению с 14 днем содержание кадмия уменьшилось в опытных группах на 6,7 и 7% соответственно. К 21 дню К1 превышает показатели опытных групп на 40% для О1, на 43% для О2 и на 20% для О3.

Содержание кадмия в шкуре лабораторных животных на 7 день эксперимента превышало значения К0 в группе О1 на 27%,

Содержание кадмия к 7 дню эксперимента в тканях лабораторных животных (21 день)

Препарат	Бактисубтил			Споробактерин			Ветом 2		
	кости	мышцы	шкура	кости	мышцы	шкура	кости	мышцы	шкура
Исследуемая ткань									
Кол-во выведенного кадмия	46,4	34,9	39,4	44,5	30,2	35,4	30,2	29,3	64,6
Итого:	48,3			42,2			37,2		

**Выводы**

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее активно кадмий накапливается в костной ткани, а наименее – в шкуре. Максимум выведения кадмия из организма лабораторных животных при применении пробиотических препаратов на 7 день эксперимента. Затем происходит стабильное снижение количества выведенного кадмия и наиболее эффективно кадмий выводится из костной ткани. При этом наиболее эффективным оказался пробиотический препарат «Споробактерин», «Бактисубтил» в свою очередь эффективен при выведении кадмия всего на 6,12%, а наименее эффективен «Ветом 2».

**Список литературы**

1. Кван, О.В. Эндогенные потери минеральных веществ из организма животных под действием *Bifidobacterium longum* // Микроэлементы в медицине. – 2008. – Т. 09. – № 1–2. – С. 18.
2. Мирошников, С.А. Роль нормальной микрофлоры в минеральном обмене животных / С.А. Мирошников, О.В. Кван, Б.С. Нуржанов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 6 (112). – С. 81–83.
3. Нестеров, Д.В. Возрастная динамика накопления микро- и макроэлементов в большеберцовой кости кур / Д.В. Нестеров, С.В. Лебедев, О.Ю. Сипайлова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 2. – С. 39–44.
4. Сизенцов А.Н. Эффективность применения пробиотических препаратов при интоксикации цинком / А. Н. Сизенцов // Вестник ветеринарии. – 2013. – № 2. – С. 34–36.
5. Сизенцов А.Н. Экологические аспекты аккумуляции свинца и цинка пробиотическими препаратами на основе бактерий рода *Bacillus* / А. Н. Сизенцов, А. И. Вишняков, А. Е. Новикова // Вестник ОГУ. – 2011. – № 4. – С. 7.

в О2 на 42% и в О3 на 41%, при этом данные показатели оставались ниже, чем К1 на 25, 24 и 18% соответственно [6].

Значения опытных групп 14 дня эксперимента ниже от 7 дня на 8, 12 и 15%, а разница между К1 и опытными группами увеличилась на 5, 11 и 6% соответственно.

К 21 дню эксперимента также наблюдался снижение выведения количества кадмия; показатели опытных групп 21 дня отличаются от 14 дня для группы О1 на 3%, для группы О2 на 12% и для группы О3 на 18%. К 21 дню эксперимента показатели К1 превышали значения содержания кадмия в опытных группах на 44, 53 и 50% соответственно.

В таблице представлены значения содержания кадмия в тканях лабораторных животных к 7 дню эксперимента при применении пробиотических препаратов «Бактисубтил», «Ветом 2» и «Споробактерин».

6. Оберлис Д. Биологическая роль макроэлементов и микроэлементов / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. – СПб.: Наука, 2008. – С. 542.

7. Шендеров Б.А. Пробиотики, пребиотики и синбиотики. Общие и избранные разделы проблемы / Б.А. Шендеров // Пшешевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 2. – С. 23–26.

**References**

1. Kvan O.V. Jendogennye poteri mineral'nyh veshhestv iz organizma zhyvotnyh pod dejstviem *Bifidobacterium longum* // Mikrojelementy v medicine. 2008. T. 09. no. 1–2. pp. 18.
2. Miroshnikov S.A. Rol' normal'noj mikroflory v mineral'nom obmene zhyvotnyh / S.A. Miroshnikov, O.V. Kvan, B.S. Nurzhanov // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2010. no. 6 (112). pp. 81–83.
3. Nesterov D.V. Vozrastnaja dinamika nakoplenija mikro- i makrojelementov v bol'shebercовой kosti kur / D.V. Nesterov, S.V. Lebedev, O.Ju. Sipajlova // Problemy biologii produktivnyh zhyvotnyh. 2011. no. 2. pp. 39–44.
4. Sizencov A.N. Jеffektivnost' primeneniya probioticheskikh preparatov pri intoksikacii cинkom / A.N. Sizencov // Vestnik veterinarii. 2013. no. 2. pp. 34–36.
5. Sizencov A. N. Jekologicheskie aspekty akumuljaccii svinca i cинka probioticheskimi preparatami na osnove bakterij roda *Bacillus* / A.N. Sizencov, A.I. Vishnjakov, A.E. Novikova // Vestnik OGU. 2011. no. 4. pp. 7.
6. Oberlis D. Biologicheskaja rol' makrojelementov i mikrojelementov / D. Oberlis, B. Harland, A. Skal'nyj // SPb. : Nauka. 2008. pp. 542.
7. Shenderov B.A. Probiotiki, prebiotiki i sinbiotiki. Obshhie i izbrannye razdely problemy / B.A. Shenderov // Pishеvye ингредиенты. Syr'e i dobavki. 2005. no. 2. pp. 23–26.

**Рецензенты:**

Барышева Е.С., д.м.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Мирошников С.А., д.б.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 31.01.2014.