

ЕКОЛОГІЯ

УДК 577.121.9:546.3

І. В. КАЛІНІН

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова
вул. Пирогова, 9, Київ, 01601

НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ТКАНИНАХ ЩУРІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ

Сучасне загострення антропогенного забруднення є однією з найважливіших проблем, що обумовлює необхідність вивчення механізмів адаптації організмів до важких металів, як найнебезпечніших забруднювачів. У статті показано розподіл і взаємодію важких металів (Купруму, Цинку, Кадмію і Плюмбуму) в тканинах крові, печінки та нирок щурів після експериментальної інтоксикації.

Ключові слова: Купрум, Цинк, Кадмій, Плюмбум, кров, печінка, нирки, щури

Підвищення рівня антропогенного забруднення навколишнього середовища важкими металами, які токсичні для всіх живих організмів є однією з важливих проблем сучасності. Метали не можуть перетворюватися, внаслідок цього, потрапляючи в навколишнє середовище, мігрують і накопичуються в організмі учасників харчових ланцюгів [1-2].

У високих концентраціях важкі метали порушують метаболічні шляхи в організмі, що призводить до виникнення різних патологічних процесів і, в кінцевому результаті, можуть впливати на здоров'я людини [3-4].

Здатність організму накопичувати важкі метали реалізується на різних рівнях: клітинному, тканинному і органному, що пов'язано, насамперед, зі здатністю накопичувати метали в різних тканинах і органах, а також з існуванням захисних механізмів, що обмежують міграцію важких металів [5].

Потрапляючи у клітини, важкі метали реагують з функціональними групами білків (утворення металотіонінів та інших сполук), що може бути пов'язано з механізмами детоксикації, але разом з тим призводить до численних порушень метаболізму і лежить в основі їх високої токсичності [6]. Міцність зв'язування іонів важких металів з функціональними групами біополімерів може відрізнятися, що може бути однією з причин різної токсичності важких металів. З іншого боку, взаємодія самих металів між собою може призводити до антагонізму, синергізму і також впливати на вміст певного металу в тканинах. В літературі це питання не розкрито належним чином, тому зазначена проблема є вельми актуальною. Метою нашого дослідження було з'ясування взаємозв'язку між різними важкими металами (Купруму, Цинку, Кадмію і Плюмбуму) в тканинах щурів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися на білих нелінійних щурах-самцях одного віку масою 180-200 г., яких утримували в звичайних умовах віварію. Досліджено п'ять груп тварин: перша – інтактні (контроль), друга – тваринам перорально вводили розчин Купруму сульфат в дозі 3 мг/кг, що становить 1/10 від ЛД₅₀, третя – щурам перорально вводили розчин Цинку сульфат в дозі 2 мг/кг, що становить 1/20 від ЛД₅₀, четверта – тваринам перорально вводили розчин Кадмію

сульфат в дозі 1,5 мг/кг, що становить 1/30 від ЛД₅₀, п'ята – тваринам перорально вводили розчин Плюмбуму нітрат в дозі 1,7 мг/кг, що становить 1/50 від ЛД₅₀. Інтотоксикація тривала впродовж 14 діб [7-8]. Після закінчення експерименту щурів декапітували під ефірним наркозом і відбирали кров, печінку і нирки для подальших досліджень.

Робота проводилася відповідно до конвенції Ради Європи про захист тварин, яких використовують в наукових цілях (European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes). Вміст важких металів в крові, печінці та нирках визначали спектрометричним методом [9] на атомно-абсорбційному спектрометрі SpectrAA-55B фірми «VARIAN» (США).

Як контрольні використовували стандартні розчини солей зазначених металів. Результати досліджень піддавали статистичному аналізу. Достовірність результатів визначали, використовуючи критерій Ст'юдента. Статистичні розрахунки проводили з використанням програми «Microsoft Excel 2007» [10].

Результати досліджень та їх обговорення

В результаті проведених досліджень нами встановлено, що в крові інтоксикованих Купруму сульфатом щурів достовірно збільшився вміст Цинку в 1,7 рази та Кадмію в 9,6 рази. В печінці інтоксикованих іонами Купруму щурів вміст Цинку збільшився – в 1,8 рази, Кадмію – в 7,8 і Плюмбуму – в 1,4 рази щодо інтактних тварин. В нирках також встановлено збільшення вмісту: Цинку і Плюмбуму – в 1,5 рази, Кадмію – в 2,2 порівняно з інтактною групою (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст важких металів у тканинах щурів, інтоксикованих Купруму сульфатом, мг/кг, (M±m, n=8)

| Метали | Інтактні щурі | Інтотоксиковані щурі |
|---------|---------------|----------------------|
| Кров | | |
| Цинк | 2,37±0,71 | 4,21±1,12* |
| Кадмій | 0,03±0,001 | 0,29±0,02* |
| Плюмбум | 0,37±0,02 | 0,42±0,03 |
| Печінка | | |
| Цинк | 18,72±2,34 | 34,23±3,17* |
| Кадмій | 0,12±0,01 | 0,94±0,04* |
| Плюмбум | 0,28±0,02 | 0,39±0,02* |
| Нирки | | |
| Цинк | 12,72±1,82 | 19,23±2,71* |
| Кадмій | 0,51±0,01 | 1,14±0,05* |
| Плюмбум | 0,42±0,02 | 0,63±0,03* |

Примітка: тут і далі в таблицях 2–4 * – P<0,05 щодо показників у інтактних щурів

Таблиця 2

Вміст важких металів у тканинах щурів, інтоксикованих Цинку сульфатом, мг/кг, (M±m, n=8)

| Метали | Інтактні щурі | Інтотоксиковані щурі |
|---------|---------------|----------------------|
| Кров | | |
| Купрум | 1,12±0,05 | 1,31±0,06 |
| Кадмій | 0,03±0,001 | 0,22±0,02* |
| Плюмбум | 0,37±0,02 | 0,39±0,02 |
| Печінка | | |
| Купрум | 2,81±0,08 | 3,27±0,09 |
| Кадмій | 0,12±0,009 | 0,89±0,05* |
| Плюмбум | 0,28±0,02 | 0,37±0,02* |
| Нирки | | |
| Купрум | 3,72±0,09 | 4,63±0,10* |
| Кадмій | 0,51±0,01 | 1,23±0,06* |
| Плюмбум | 0,42±0,02 | 0,71±0,04* |

Інтоксикація щурів Цинку сульфатом впливає на вміст важких металів у всіх досліджуваних тканинах, про що свідчать наведені в таблиці 2 дані. У крові інтоксикованих щурів збільшився в 7,3 рази вміст Кадмію, у тканинах печінки збільшився в 7,4 рази вміст Кадмію та в 1,3 вміст Плюмбуму, у нирках збільшився вміст: Купруму – в 1,2 рази, Кадмію – в 2,4 та Плюмбуму – в 1,7 рази.

Порівнюючи дані при інтоксикації кадмієм (табл. 3) видно, що в цьому випадку зміна вмісту важких металів була більшою, порівняно з такою при інтоксикації іонами Купруму та Цинку. Встановлено збільшення: у крові Купруму та Цинку – в 1,6 рази і Плюмбуму – в 1,4 рази; у печінці Купруму – в 1,5 рази, Цинку – в 1,8 та Плюмбуму – в 1,2 рази; у нирках Купруму – в 4,9 рази, Цинку – в 1,6 і Кадмію в 2,6 рази порівняно з інтактними щурами.

У печінці 80% Кадмію зв'язується ендogenousним металотіонеїном, але надлишкового його накопичення у цьому органі не виникає. Більша частина Кадмію, який абсорбується у кров, згодом локалізується не в печінці, а в інших органах і тканинах. Висловлено думку, що кадмій зменшує відкладення Феруму в печінці [11].

Таблиця 3

Вміст важких металів у тканинах щурів, інтоксикованих Кадмію сульфатом, мг/кг, (M±m, n=8)

| Метали | Інтактні щурі | Інтоксиковані щурі |
|---------|---------------|--------------------|
| Кров | | |
| Купрум | 1,12±0,05 | 1,78±0,09* |
| Цинк | 2,37±0,71 | 3,86±0,93* |
| Плюмбум | 0,37±0,02 | 0,51±0,03* |
| Печінка | | |
| Купрум | 2,81±0,08 | 4,23±0,09* |
| Цинк | 18,72±2,34 | 32,81±3,67* |
| Плюмбум | 0,28±0,02 | 0,34±0,02 |
| Нирки | | |
| Купрум | 3,72±0,09 | 19,51±0,09* |
| Цинк | 12,72±1,82 | 23,24±1,91* |
| Плюмбум | 0,42±0,02 | 0,73±0,04* |

Отримані дані за інтоксикації Плюмбумом (табл. 4) свідчать про суттєві зміни вмісту важких металів в тканинах щурів. В крові встановлено збільшення вмісту Купруму – в 1,4 рази, Цинку – в 1,6 і Кадмію – в 16 разів порівняно з інтактними тваринами. У печінці збільшився вміст Купруму – в 1,3 рази, Цинку – в 1,6 і Кадмію – в 8,6 рази порівняно з контролем. У тканинах нирок збільшився вміст всіх досліджуваних металів: Купруму – в 4,9, Цинку – в 1,6 і Кадмію – в 2,6 рази щодо інтактних тварин.

Таблиця 4

Вміст важких металів у тканинах щурів, інтоксикованих Плюмбуму нітратом, мг/кг, (M±m, n=8)

| Метали | Інтактні щурі | Інтоксиковані щурі |
|---------|---------------|--------------------|
| Кров | | |
| Купрум | 1,12±0,05 | 1,52±0,03* |
| Цинк | 2,37±0,71 | 3,44±0,83* |
| Кадмій | 0,03±0,001 | 0,48±0,03* |
| Печінка | | |
| Купрум | 2,81±0,08 | 3,76±0,91* |
| Цинк | 18,72±2,34 | 29,17±3,21* |
| Кадмій | 0,12±0,009 | 1,03±0,05* |
| Нирки | | |
| Купрум | 3,72±0,09 | 18,24±2,82* |
| Цинк | 12,72±1,82 | 21,06±1,95* |
| Кадмій | 0,51±0,01 | 1,32±0,06* |

При отруєнні Плюмбумом пригнічується метаболізм кальцію, інтенсивність перебігу процесів дихання і окиснювального фосфорилування у мітохондріях нирок, серця, мозку. Як і Кадмій, Плюмбум токсично діє на нирки, зокрема в процесі реабсорбції у них. Проте при одночасному навантаженні організму обома металами їх патологічна дія на ниркові каналці суттєво знижується [12].

Висновки

Встановлений характер змін вмісту важких металів зумовлений тим, що, відбувається певна взаємодія серед досліджуваних металів та їх роль у змінах метаболічних процесів. На це суттєво впливає вміст окремо взятого елемента в тканинах та його співвідношення з іншими металами, які прискорюють чи гальмують абсорбцію між тканинами організму.

Метаболічні перетворення в організмі тварин завжди є складним біокінетичним процесом і у багатьох випадках він залежить від шляхів біотрансформації токсикантів в органах і тканинах та швидкості елімінації з них.

1. *Трахтенберг И. М.* Тяжелые металлы во внешней среде: современные гигиенические и токсикологические аспекты. / И.М. Трахтенберг, В.С. Колесник, В.П. Луковенко. — Минск : Наука и техника, 1994. — 258 с.
2. *Цудзевич Б. О.* Ксенобиотики: накопичення, детоксикація та виведення з живих організмів: монографія / Б.О. Цудзевич, О.Б. Столяр, І.В. Калінін, В.Г. Юкало. — Тернопіль: Вид-во ТНТУ ім. І. Пулюя, 2012. — 384 с.
3. *Скальный А. В.* Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И. А. Рудаков. — М. : Изд. дом «Оникс 21 век»: Мир, 2004. — 272 с.
4. *Скальный А. В.* Химические элементы в физиологии и экологии человека/ А.В. Скальный. — М.: Оникс 21 век, 2004. — 216 с.
5. *Райс Р. Х.* Биологические эффекты токсических соединений / Р.Х. Райс, Л.Ф. Гуляева. — Новосибирск, 2003. — 208 с.
6. *Селезнева Е. С.* Биологическая активность ксенобиотиков, их строение и физико—химические свойства / Е.С. Селезнева. — Самара: Универс групп, 2009. — 182 с.
7. *Трахтенберг И. М.* Методы изучения хронического действия химических и биологических загрязнителей / И. М. Трахтенберг, Л. А. Тимофиевская, И. Я. Квятковская. — Рига : Зинатне, 1987. — 172 с.
8. *Проблема нормы в токсикологии (современные представления и методические подходы, основные параметры и константы) / И.М. Трахтенберг, Р.Е. Сова, В.О. Шефтель и др.; под ред. И.М. Трахтенберга.* — М. : Медицина, 1991. — 208 с.
9. *Хавезов И.* Атомно–абсорбционный анализ. / И. Хавезов, Д. Цалев. — Л. : Химия, 1983. — 144 с.
10. *Кучеренко М. Є.* Сучасні методи біохімічних досліджень / М.Є. Кучеренко, Ю.Д. Бабенюк, В.М. Войціцький. — К. : Фітосоціоцентр, 2001. — 412 с.
11. *Смоляр В. И.* Гипо- и гипермикрорезлементозы. — К. : Здоров'я, 1989. — 152 с.
12. *Garcia A. T., Corredor L.* Biochemical changes in the kidneys after perinatal intoxication with lead and/or cadmium and their antagonistic effects when coadministered / Garcia A. T., Corredor L. // *Ecotoxicology and Environmental Safety* — 2004. — Vol. 57 (2). — P. 184—189.

И. В. Калинин

Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Современное обострение антропогенного загрязнения является одной из важнейших проблем, обуславливает необходимость изучения механизмов адаптации организмов к тяжелым металлам, как опасных загрязнителей. В статье показано распределение и взаимодействие тяжелых металлов (меди, Цинка, кадмия и свинца) в тканях крови, печени и почек крыс после экспериментальной интоксикации. Данные, представленные в настоящей статье, свидетельствуют, что характер изменений содержания тяжелых металлов в тканях обусловлен тем, что, при данных условиях опыта, происходит определенное взаимодействие среди исследуемых металлов, а также их роль в изменениях метаболических процессов.

Ключевые слова: медь, цинк, кадмий, свинец, кровь, печень, почки, крысы

I. V. Kalinin

National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

HEAVY METALS IN TISSUE OF RATS AFTER EXPERIMENTAL INTOXICATION

The current aggravation of anthropogenic pollution is a major problem, necessitates the study of the mechanisms of adaptation of organisms to heavy metals as hazardous pollutants. The article presents the distribution, and interaction of heavy metals (copper, zinc, cadmium and lead) in the tissues of the blood, liver and kidney of rats after experimental intoxication.

As a result, our research found that when copper sulfate toxicity: zinc content significantly increased in the blood of rats in the 1.7 times and 9.6 times of cadmium; It increased the zinc content in the liver of rats - 1.8 times, cadmium - 7.8 and Pb - 1.4 times; also found in kidneys increase in content: Zn and Pb - 1.5 times, cadmium - 2.2 as compared to control animals.

Intoxication zinc sulfate in rats affect the content of heavy metals in all investigated tissues. Under the influence of zinc: increased 7.3 times the cadmium content in blood of rats; in the liver increased in 7.4 times and the content of cadmium in lead content of 1.3; kidney: increased content of copper - 1.2 times, cadmium - 2.4 and Pb - 1.7 times, relative to control rats.

Comparing the data in cadmium intoxication shows that in this case the change in the content of heavy metals was higher compared to those of intoxication with copper ions and zinc. The increase: blood zinc and copper - by 1.6 times and lead - 1.4 times; hepatic copper - 1.5 times, zinc - lead and 1.8 - 1.2 times; kidney copper - 4.9 times, zinc - 1.6 Cd and 2.6 times in comparison with intact animals.

The data obtained in lead poisoning indicate a significant change in the content of heavy metals in the tissues of rats: Blood found increased content of copper - 1.4 times, zinc - 1.6, and cadmium - 16 times; increased liver copper content - 1.3 times, zinc - and cadmium in 1.6 - 8.6 times; in renal tissue has increased contents of all investigated crystals metal: copper - 4.9, zinc - 1.6, and cadmium - 2.6 times, with respect to intact animals.

The data presented in this article suggest that the nature of the heavy metal content in the tissue changes due to the fact that, under the experimental conditions, a certain interaction occurs among the metals investigated, as well as their role in metabolic processes.

Key words: copper, zinc, cadmium, lead, blood, liver, kidney, rat

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 09.03.2017

УДК 595.789

Я. І. КАПЕЛЮХ

Природний заповідник "Медобори"

вул. Міцкевича, 21, смт. Гримаїлів, Гусятинський район, Тернопільська область, 48210

ДЕННІ ЛУСКОКРИЛІ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА "МЕДОБОРИ"

У статті наведено короткі відомості про особливості денних лускокрилих, їх біологічні особливості та поширення. Подані короткі відомості про екологічні умови існування денних метеликів на території природного заповідника «Медобори», вказано на найбільш цікаві їх екологічні групи. Збір та монтування комах проводили упродовж 16 років за загальноприйнятими в ентомології методиками. Нині в ентомологічній колекції заповідника зберігається 596 особин 101 виду метеликів, які відносяться до денних лускокрилих за способом життя та особливостями будови. У статті наведено їх систематичний перелік з