



УДК 577.12:502.74

Л.В. Кліх, О.М. Тупицька, І.М. Курбатова

МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ ЗАТРИМКИ СТРОНЦІЮ В ОРГАНІЗМІ ТВАРИН*Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 19, м. Київ, Україна, 03041; e-mail: olgatup@mail.ru*

Розглянуто механізми впливу важких металів на організм тварин. Досліджено спосіб зменшення рівня переходу стронцію з кормів в організм тварин та встановлено вплив вітаміну Е на інтенсивність затримки стронцію в організмі кролів, отруєних цим металом. Введення тваринам раз на добу протягом 14 днів внутрішлунково (per os) вітаміну Е (α -токоферол ацетат) у дозі 3 мг/кг, 30 % олійного розчину зменшує перехід стронцію з кормів в організм тварин. Зниження рівня накопичення стронцію під впливом вітаміну Е у досліджуваних органах отруєних тварин до фізіологічно безпечних меж є важливим моментом при проведенні профілактичних заходів у біогеохімічних провінціях України з високим вмістом важких металів у довкіллі.

Ключові слова: солі стронцію, вітамін Е, біохімічні провінції, негативний вплив.

Л.В. Клих, О.Н. Тупицкая, И.Н. Курбатова

МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАДЕРЖКИ СТРОНЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Героев Обороны, 19, г. Киев, Украина, 03041; e-mail: olgatup@mail.ru*

Рассмотрены механизмы влияния тяжелых металлов на организм животных. Исследован способ уменьшения уровня перехода стронция из кормов в организм животных и установлено влияние витамина Е на интенсивность задержки стронция в организме кроликов, отравленных этим металлом. Введение животным раз в сутки в течение 14 суток внутрижелудочно (per os) витамина Е (α -токоферол ацетат) в дозе 3 мг/кг 30 % масляного раствора уменьшает переход стронция из кормов в организм животных. Снижение уровня накопления стронция под влиянием витамина Е в исследуемых органах отравленных животных до физиологически безопасных пределов является важным моментом при проведении профилактических мероприятий в биохимических провинциях Украины с высоким содержанием тяжелых металлов в окружающей среде.

Ключевые слова: соли стронция, витамин Е, биохимические провинции, негативное влияние.

Larisa V. Klich, Olga M. Tupytska, Inna M. Kurbatova

METHODS OF REDUCING STRONTIUM ACCUMULATION IN THE ANIMALS*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
19 Heroiv Oborony str., Kyiv-03041, Ukraine; e-mail: olgatup@mail.ru*

The mechanisms of the effects of heavy metals in the body of animals were considered. We investigated a method of reducing of the level of transition of strontium from feed to the animals and established the influence of vitamin E on the intensity of the delay of strontium in the body of rabbits poisoned with the metal. The once-per-day introduction of vitamin E (α -tocopherol acetate) at a dose of 3 mg/kg of 30 % oil solution within 14 days per os reduces the transition of strontium from feed to the animals. Reducing the accumulation of strontium under the influence of vitamin E in the studied organs of poisoned animals to physiologically safe limits is an important consideration when conducting prevention activities in biogeochemical provinces of Ukraine with a high content of heavy metals in the environment.

Key words: strontium salts, vitamin E, biochemical province, negative impact.

Відомо, що токсичність важкого металу визначається його здатністю впливати на динамічну хімічну рівновагу у системі живих організмів, що обумовлено утворенням міцних або незворотних зв'язків із хімічними компонентами клітини, головним чином з біологічними молекулами (Барабой, 2003). Накопичення важких металів призводить до розвитку ряду біохімічних змін в організмі, а період їх виділення є досить тривалим (Барабой 2003; Мельникова 2009). Розробка засобів профілактики їх впливу на стан здоров'я тварин і людини є одним з найбільш актуальних напрямків досліджень сучасної медицини.

У сучасній науковій літературі недостатньо з'ясовано питання дії вітаміну E на інтенсивність накопичення стронцію в організмі отруєних тварин. Вирішення цього завдання прискорить пошук способів виведення їх з продуктивних органів сільськогосподарських тварин, що дасть можливість знизити рівень забрудненості тваринницької продукції солями стронцію.

Сучасні уявлення про біохімічні механізми антиоксидантної дії вітаміну E склалися після встановлення будови клітинних мембран і реакцій, що лежать в основі перекисного окислення ліпідів у клітинних мембранах. Відомо, що основу клітинних мембран становить фосfolіпідний бішар, пронизаний білками. Фосfolіпіди, які формують клітинні мембрани, характеризуються високим вмістом поліненасичених жирних кислот, завдяки чому забезпечуються їх рідинні властивості. Кількість поліненасичених жирних кислот у фосfolіпідах клітинних мембран істотно впливає на їх рідинний стан і ряд інших фізико-хімічних властивостей – проникність для металів і іонів, активність мембранних ферментів та ін. Стабільність клітинних мембран і їх функціональна активність значною мірою залежить від відношень: фосfolіпіди/холестерол і поліненасичені жирні кислоти/мононенасичені і насичені жирні кислоти (Курток 2004).

Ряд патологій і дисфункцій у тварин, пов'язаних з дефіцитом вітаміну E, зумовлюються посиленням вільно радикальних процесів у їх організмі внаслідок зниження активності антиоксидантної системи. Це зумовлено тим,



що вітамін Е є найактивнішим природним антиоксидантом, який захищає клітинні мембрани від деструктивної дії вільних радикалів. Цим пояснюється деструкція мембран лізосом, мітохондрій, мікросом різних органів і тканин тварин при дефіциті вітаміну Е в їх організмі. Встановлено, що під впливом вітаміну Е, який є вловлювачем вільних радикалів, у тканинах тварин знижується інтенсивність мікросомального перекисного окиснення ліпідів, ініційованого різними прооксидантами, в тому числі і важкими металами, до яких відноситься і стронцій (Мельникова 2009).

Посилення перекисного окиснення ліпідів у мембранах клітин у скелетних м'язах шурів при дефіциті вітаміну Е в раціоні приводить до підвищення їх проникності і вивільнення ряду ферментів, внаслідок чого їх активність у м'язах різко підвищується (Мацевич 2001; Мельникова 2009).

Дослідження біохімічних механізмів дії токоферолів показали, що вони можуть діяти як донори водню, або як його переносники. Завдяки цим властивостям токоферолі здатні інгібувати процеси перекисного окиснення органічних субстратів шляхом передачі протону при взаємодії з вільними радикалами. Висока реакційна здатність токоферолів по відношенню до вільних радикалів обумовлена стереоелектронними властивостями хроматинової структури. Завдяки фізико-хімічним властивостям токоферолу одна його молекула здатна нейтралізувати два вільні радикали (Курток 2004).

Важкі метали, які відносяться до небезпечних забруднювачів навколишнього середовища, здійснюють виражений негативний вплив на організм, змінюють його імунологічну реактивність, тим самим знижують стійкість до різних захворювань, в тому числі спричиняють виникнення алергічних, онкологічних та ряду інших патологій (Мельничук 2008).

Проникаючи в тваринний організм разом з рослинною їжею, важкі метали діють на клітинні мембрани, структуру та інтенсивність функціонування внутрішньоклітинних утворень і біологічних молекул. Структури, в яких накопичення елемента є максимальним, як правило, зазнають найбільших змін. Відповідно змінюються властивості структур, що були атаковані хімічним реагентом. Відомо, що токсичність важкого металу вимірюється його спроможністю впливати на динамічну хімічну рівновагу в системі живих організмів. Вплив на таку рівновагу обумовлений утворенням міцних, або незворотних зв'язків із хімічними компонентами клітини, головним чином з біологічними молекулами (Барабай 2003; Мельникова 2009).

Важкі метали як правило, виступають у ролі інгібіторів систем метаболізму, здатні блокувати участь останніх у формуванні адаптивних перебудов тих чи інших клітин. Найбільш відчутні метаболічні порушення виникають при дії солей важких металів на маркерні ферменти лізосом і ендоплазматичного ретикулума, що є свідченням дезорганізації цих структур у клітині. Зміни в структурі і проникливості біомембран за умов токсичного

впливу важких металів також можуть бути однією із основних причин виникнення дисбалансу різних ферментних систем у клітині, що, як правило, призводить до зміни внутрішнього гомеостазу організму (Барабай 2003; Мацевич 2001; Мельникова 2009).

Виходячи з вищевикладеного, у комплексній терапії захворювань, у патогенезі яких має місце активація вільно-радикального окиснення, все більш широке застосування знаходять антиоксиданти. Антиоксидантом називають будь-яку речовину, що присутня в низьких концентраціях, порівняно з концентраціями субстрату, що окиснюється, і при цьому значно затримує його окиснення (Мельникова 2009). Основним таким субстратом у біологічних системах є ненасичені жирні кислоти клітинних мембран і ліпопротеїнів. Антиоксидантними властивостями можуть володіти такі ферменти, як каталаза, супероксиддисмутаза, глутатіонпероксидаза; сполуки, що зв'язують іони металів змінної валентності; відновники гідроперекисів, і, нарешті, перехоплювачі вільних радикалів, наприклад, α -токоферол (Курток 2004).

Проблема накопичення важких металів та їх негативного впливу на організм тварин зумовила пошук методів детоксикації їх в організмі тварин та зниження рівня затримки їх в продукції, яку одержують на забруднених важкими металами територіях.

Продовженням роботи в цьому напрямку було вивчення впливу вітаміну Е на інтенсивність затримки стронцію в організмі кролів, отруєних цим металом. Дослідженнями ставилось завдання отримання ефективного способу зменшення рівня переходу стронцію з кормів в організм тварин, які вирощуються у біогеохімічних провінціях, багатих на солі даного металу. В основі даної моделі лежать антиоксидантні та імуномодулюючими властивості вітаміну Е, які базуються на зниженні рівня перекисного окислення поліненасичених жирних кислот клітинних мембран в присутності цього вітаміну.

Мета роботи полягала у дослідженні дії вітаміну Е на інтенсивність виведення стронцію з організму отруєних щурів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досліджень використали клінічно здорових самців кролів породи «Радянська шиншила» 3-місячного та 12-місячного віку, яких утримували в віварії на стандартному раціоні.

Дослідження виконані на шести групах тварин, у кожену з яких було відібрано по 7 кролів:

- перша група – контрольна – інтактні молоді кролі;
- друга група – контрольна – інтактні старі кролі;
- третя група – молоді кролі, отруєні per os стронцію хлоридом протягом 14

днів у дозі 50 мг/кг ($1/30 LD_{50}$) з концентрацією солі в розчині 3,6 %;



•четверта група – старі кролі, отруєні per os стронцію хлоридом протягом 14 діб у дозі 50 мг/кг ($1/30 \cdot LD_{50}$) з концентрацією солі в розчині 3,6 %;

•п'ята група – молоді кролі, отруєні per os стронцію хлоридом протягом 14 діб, які паралельно раз на добу, внутрішньошлунково (per os), отримували вітамін Е (α -токоферол ацетат) у дозі 3 мг/кг, 30 % олійний розчин;

•шоста група – старі кролі, отруєні per os стронцію хлоридом протягом 14 діб, які паралельно раз на добу, внутрішньошлунково (per os), отримували вітамін Е (α -токоферол ацетат) у дозі 3 мг/кг, 30 % олійний розчин.

Для проведення біохімічних досліджень від кролів відбирали зразки печінки, нирок, серця, кісток, м'язів та крові.

Вміст стронцію в досліджуваних зразках визначали спектрохімічним методом, використовуючи режим абсорбції в повітряно-ацетиленовому полум'ї на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-30, фірми «Карл Цейс» (Німеччина). Контролем слугували стандартні зразки розчинів стронцію, виготовлені в Інституті фізичної хімії НАН України, м. Одеса (Мельничук 2007; Шнайдер 2000).

Експерименти проводили відповідно до конвенції Ради Європи щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в наукових цілях. Одержані результати обробляли статистично, з використанням комп'ютерної програми MS Excel.

Стабільний стронцій володіє високою біологічною активністю. У зв'язку з цим, питання профілактики його негативної дії на організм тварин та людини потребує досліджень ступеня токсичності і характеру викликаних ним порушень у стані здоров'я та уточнення існуючих гігієнічних нормативів гранично допустимих концентрацій їх солей в об'єктах довкілля. Реалізація таких завдань в свою чергу відкриває перспективи створення і впровадження як системи прогнозування безпосередніх і віддалених ефектів токсичної дії важких металів, так і комплексу сучасних профілактичних заходів (Мельникова 2009).

Перед дослідженнями було поставлене завдання отримання ефективного способу зменшення рівня переходу стронцію з кормів в організм тварин, які вирощуються у біогеохімічних провінціях, багатих на солі даного металу. В основі одержаної моделі лежать антиоксидантні та імуномодулюючими властивості вітаміну Е, які базуються на зниженні рівня перекисного окислення поліненасичених жирних кислот клітинних мембран в присутності цього вітаміну.

Поставлене завдання досягається тим, що тваринам, згідно умов дослідження, вводять вітамін Е (α -токоферол ацетат) per os, раз на добу, протягом 14 діб, у дозі 3 мг/кг, 30 % олійний розчин.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ефективність використання запропонованого способу зменшення переходу стронцію з кормів в організм тварин проілюстровано на рис. 1-4, з яких видно, що введення кролям вітаміну Е під час ураження стронцієм хлоридом призводить до зменшення накопичення цього металу в досліджуваних органах тварин обох вікових груп. Так, у крові молодих кролів, при застосуванні даного антиоксиданту, відмічено зниження вмісту стронцію відносно групи отруєних тварин на 50 %, у печінці – на 19 %, у нирках – на 48 %, у кістках – на 29 %.

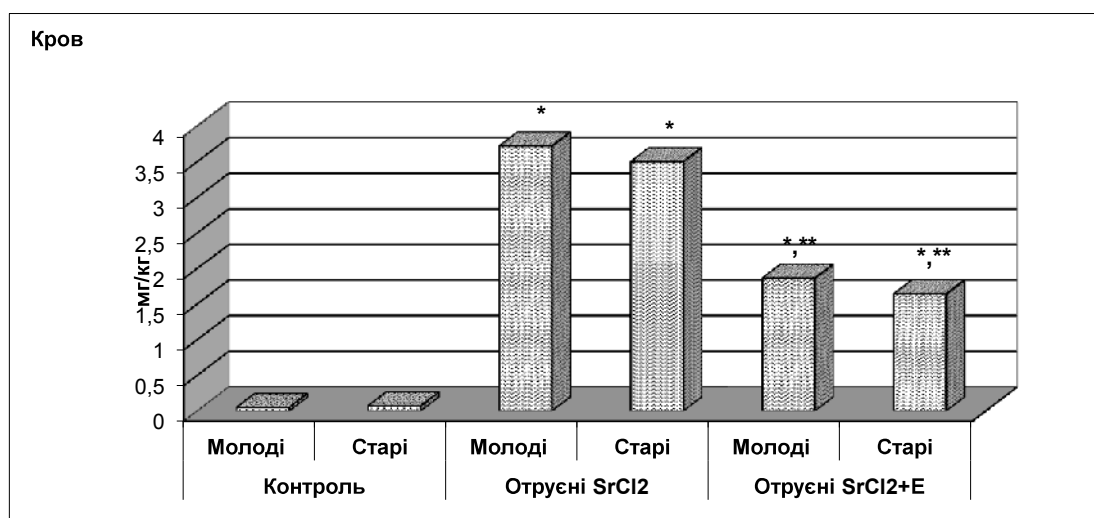


Рис. 1. Вплив вітаміну Е (α -токоферол ацетат) на інтенсивність накопичення стронцію в крові отруєних кролів, мг/кг ($M \pm m$, $n=7$). Тут і надалі: * $P < 0,05$ у порівнянні з контролем; ** $P < 0,05$ у порівнянні з групою отруєних кролів

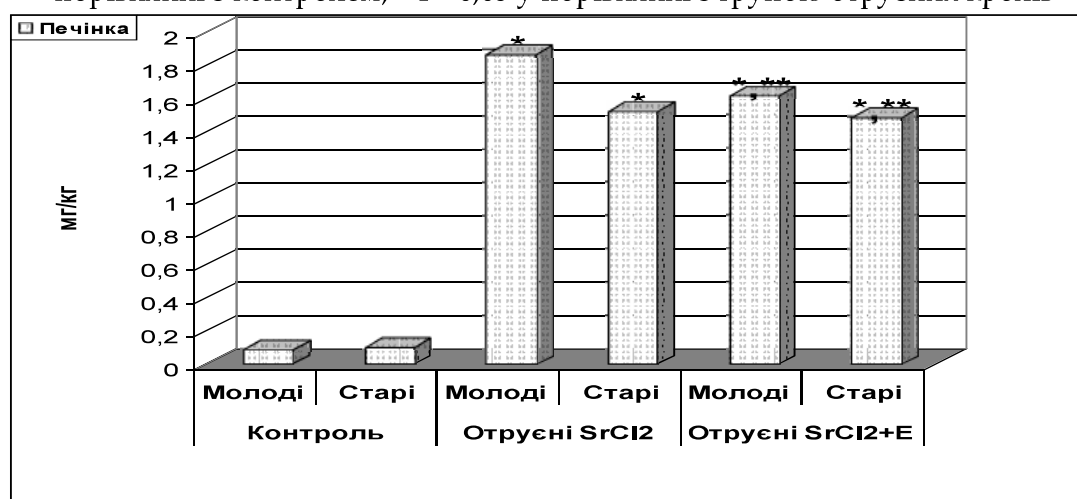


Рис. 2. Вплив вітаміну Е (α -токоферол ацетат) на інтенсивність накопичення стронцію в печінці отруєних кролів, мг/кг ($M \pm m$, $n=7$).

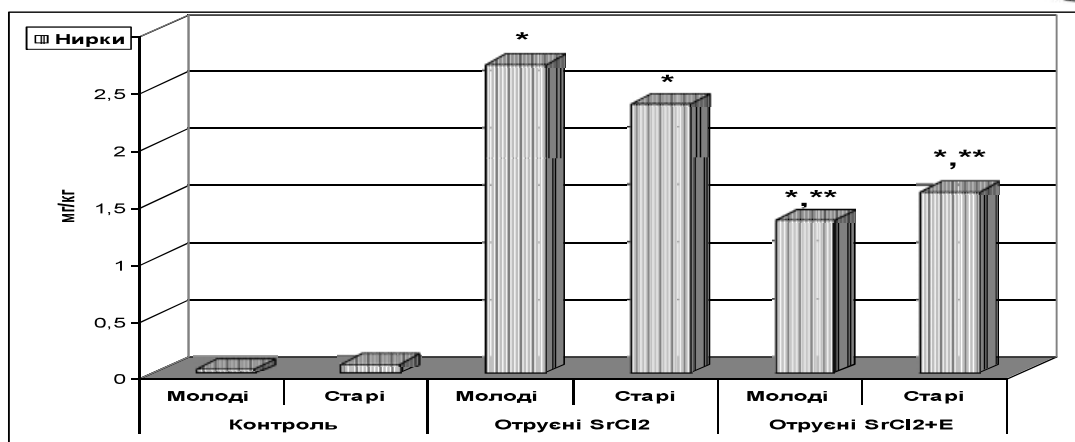


Рис. 3. Вплив вітаміну Е (α -токоферол ацетат) на інтенсивність накопичення стронцію в нирках отруєних кролів, мг/кг ($M \pm m$, $n=7$).

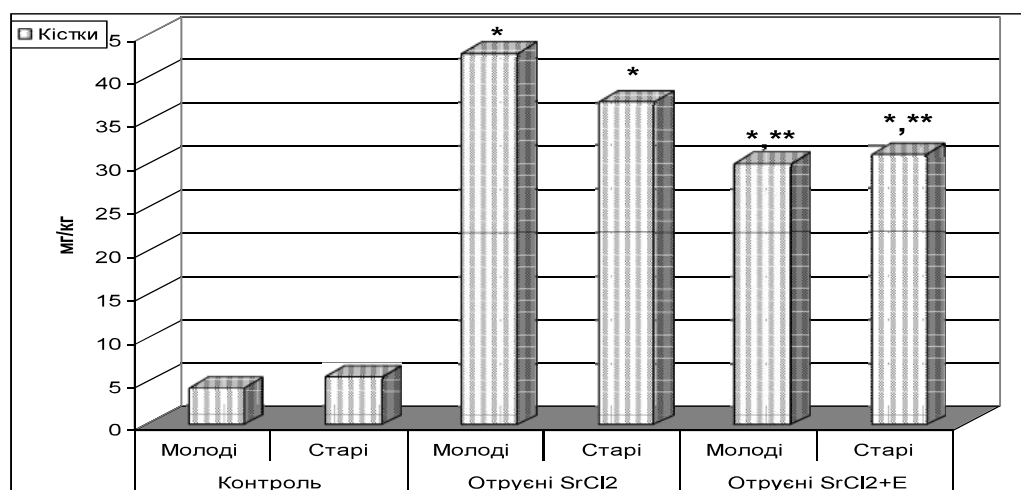


Рис. 4. Вплив вітаміну Е (α -токоферол ацетат) на інтенсивність накопичення стронцію в кістках отруєних кролів, мг/кг ($M \pm m$, $n=7$).

Слід зазначити, що накопичення стронцію в печінці кролів різного віку при введенні вітаміну Е залишається досить високим, але застосування цього антиоксиданту дає виражений позитивний ефект.

Отже у кролів, які паралельно з важким металом одержували вітамін Е, вміст стронцію в досліджуваних органах знизився у порівнянні з групою отруєних кролів.

Підсумовуючи сказане, необхідно відмітити ключове значення вітаміну Е як найбільш активного природного антиоксиданту в системі антиоксидантного захисту в організмі тварин. Його дефіцит в раціоні тварин приводить до змін

ультраструктури клітинних мембран, що забезпечується внаслідок взаємодії вітаміну Е з іншими їх компонентами, насамперед з ліпідами, до посилення деструктивної дії вільних радикалів на клітинні мембрани і органели та внутрішньоклітинні біополімери (Дехтярева 2001; Курток 2004). Стабілізуюча роль вітаміну Е у клітинних мембранах зумовлена його взаємодією з білками, фосфоліпідами і вільними жирними кислотами, які включають взаємодію як ізопренового ланцюга, так і хромати нового ядра. Порушення структури мембран лізосом у тканинах тварин при дефіциті вітаміну Е в раціоні приводить до посилення гідролітичних процесів у клітині, до розпаду білків, ліпідів і інших біополімерів, до інтоксикації організму продуктами їх розпаду внаслідок аутоімунних процесів. Ці процеси в організмі тварин при порушенні систем антиоксидантного захисту лежать в основі всіх патологій, у тому числі патологій, викликаних дефіцитом вітаміну Е. Вітамін Е відіграє важливу роль у попередженні цих порушень, а також проявляє терапевтичний ефект при цих патологіях (Дехтярева 2001; Заліпучін 2009; Курток 2004; Мельникова 2009).

ВИСНОВКИ

Таким чином, введення тваринам раз на добу протягом 14 діб, внутрішньошлунково (per os) вітаміну Е (α -токоферол ацетат) у дозі 3 мг/кг, 30 % олійний розчин, зменшує перехід стронцію з кормів в організм тварин. Зниження рівня накопичення стронцію під впливом вітаміну Е у досліджуваних органах отруєних тварин до фізіологічно безпечних меж, є важливим моментом при проведенні профілактичних заходів у біогеохімічних провінціях України з високим вмістом важких металів у довкіллі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Барабой В.А., Петрина Л.Г. (2003). Металлотионеїни: структура и механизмы действия // Укр. биохим. Журн, Т. 75, № 4, 28-34.
- Верховський В.В., Сулима В.С. (2005) Особливості метаболізму стронцію – 90 в кістковій тканині експериментальної тварини. Архів клінічної медицини. № 1 (7), 31-33.
- Гигиенические нормативы химических веществ в окружающей среде. – С. Петербург: Професионал, 2005. – 761 с.
- Гудков Д.И., Кузьменко М.И., Киреев С.И. и др. (2006) Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС для водных экосистем зоны отчуждения // Радиоэкологические исследования в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (к 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС). – Сыктывкар, Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 180, 201-223.
- Дехтярева Т.Д., Кацнельсон Б.А., Привалова Л.И. и др. (2001) Использование биологически активных веществ для предотвращения токсического действия ряда тяжелых металлов // Гиг.и сан. – 2001, № 5, 71-73.



- Жалко-Титаренко В.Ф. (1989) Водно-электролитный обмен и кислотно-основное состояние в норме и при патологии. – К.: «Здоровья», 195 с.
- Заліпукхін О.Д., Мельникова Н.М., Кліх Л.В. (2009) Корекція стронцієвого отруєння антиоксидантами. /V міжнародна конференція студентів та аспірантів Молодь і поступ біології 12-15 травня 2009 р. Збірник тез, Т.2, 38-39.
- Засекін Д.А. (2004) Стабільний стронцій у довкіллі України та способи зниження його надлишку в організмі тварин // Вет. медицина України, № 3, 20-22.
- Засекін Д. (2001) Моніторинг стронцію у довкіллі та способи зниження його надлишку в організмі тварин // Науковий вісник НАУ, Вип. 45, 137-142.
- Курток Б.М., Янович В.Г. (2004) Жиророзчинні вітаміни у ветеринарній медицині і тваринництві. – Львів, 425 с.
- Мацевич Л.Л., Лукаш Л.Л. (2001) Генетична активність важких металів в еукариотичних клітинах // Біол. і клітина, Т. 17, № 1, 5-19.
- Мельничук Д. О., Мельникова Н. М., Деркач Є. А. (2004) Вплив різних умов антиоксидантного захисту на кумуляцію кадмію та біохімічну характеристику крові білих щурів // Современные проблемы токсикологии, № 4, 9 – 11.
- Мельникова Н.М., Кліх Л.В., Заліпукхін О.Д. (2009) Накопичення стронцію в організмі кролів різних вікових груп. Конференція професорсько-викладацького складу, наукових співробітників і аспірантів НУБіП України. 12-13 березня 2009 р. Тези доповідей. Київ, 116-117.
- Мельникова Н.М., Кліх Л.В., Заліпукхін О.Д. (2009) Вплив вітаміну Е на накопичення стронцію в організмі отруєних кролів. Конференція професорсько-викладацького складу, наукових співробітників і аспірантів НУБіП України. 12-13 березня 2009 р. Тези доповідей. Київ, 116-117.
- Мельникова Н.М., Калінін І.В., Деркач Є.А., Шепельова І.А., Ворошилова Н.М., Кліх Л.В., Ткаченко Т.А. (2009) Важкі метали як фактор екологічної небезпеки (біохімічні механізми отруєння важкими металами та методи їх елімінації з організму тварин). Монографія, присвячена 110-річчю НАУ та 65-річчю з дня народження академіка Д.О. Мельничука. Київ, 194 с.
- Мельничук Д.О., Мельникова Н.М., Кліх Л.В. (2008) Забруднення довкілля стронцієм як фактор екологічної небезпеки// Здоров'я тварин і ліки. – К. – № 7-8 (80), 23-25.
- Мельничук Д.О., Мельникова Н.М., Вовкотруб М.П., Калінін І.В., та ін. (2005) Хімічні методи визначення важких металів у біологічних зразках: Метод. вказівки. Київ, 52 с.
- Мельничук Д.О., Мельникова Н.М., Тупицька О.М., Кліх Л.В. (2007) Накопичення та розподіл стабільного стронцію в організмі експериментальних тварин // Наук. вісн. НАУ. Вип. 105, 223-227.
- Мудрий І.В., Короленко Т.К. (2002) Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм (обзор литературы) // Лікарська справа, № 5-6, 6-10.

Паранько Н.М., Белицкая Э.Н., Карнаух Н.Г. и др. (2002) Тяжелые металлы внешней среды и их влияние на иммунный статус населения. – Днепропетровск: Полиграфист, 141 с.

Шнайдер Н.А. (2000) Инструментальные методы анализа тяжелых металлов в природных объектах. Мед. реабилитация, курортология, физиотерапия, № 3, 55 – 57.

REFERENCES

Baraboy, V.A., Petrina, L.G (2003). Metallothioneins: structure and mechanisms of action. Ukr. biochem. Journal, 75 (4), 28-34.

Verkhovskii, V.V., Sulima, V.S. (2005) Features metabolism of strontium - 90 in bone tissue of experimental animals. Archives of Clinical Medicine. 1 (7), 31-33.

Hygienic standards of chemicals in the environment. St. Petersburg: Professional.

Gudkov, D.I., Kuz'menko, M.I., Kireev, S.I. (2006). Radiological consequences of the Chernobyl accident on aquatic ecosystems of the exclusion zone. Radiological studies in the zone around the Chernobyl nuclear power plant (for the 20th anniversary of the Chernobyl accident). Syktyvkar, Proc. Komi Science Center, 180, 201-223.

Dehtyareva, T.D., Katznelson, B.A., Privalov, L.I. (2001). Use of biologically active substances to prevent the toxic effects of some heavy metals. Hygiene and Sanitation. 5, 71-73.

Jalco-Titarenko, V.F. (1989). Water and electrolyte metabolism and acid-base status in normal and pathological conditions. Kiev: Zdorov'ya.



- Zalipuhin, A.D., Melnikov, N.N., Klich, L.V. (2009). Correction of strontium poisoning antioxidants. V international conference of students and aspirants Youth and Progress of Biology.
- Zasekin, D.A. (2004). Stable strontium in the environment in Ukraine and ways to reduce its excess in animals. *Vet. Medicine of Ukraine*, 3, 20-22.
- Zasekin, D.A. (2001). Monitoring of strontium in the environment and ways to reduce its excess in animals. *Scientific Bulletin of National Academy*, 45, 137-142.
- Kurtoc, B.M., Janovic, V.G. (2004). Fat-soluble vitamins in veterinary medicine and animal husbandry. Lviv.
- Matsevych, L.L., Lukash, L.L. (2001). Genetic activity of heavy metals in eukaryotic cells. *Biology and Cell*, 17 (1), 5-19.
- Melnychuk, D.O., Melnikova, N.M., Derkach, E.A. (2004). Effect of different conditions on antioxidant cumulation of cadmium and biochemical characterization of the blood of white rats. *Modern problems of toxicologists*, 4, 9-11.
- Melnikova, N.N., Klich L.V., Zalipuhin, O.D. (2009a). Accumulation of strontium in the body of rabbits of different age groups. *Proceed. Conference of researchers and graduate students*. Kyiv.

- Melnikova, N.N., Klich, L.V., Zalipuhin, O.D. (2009b). Effect of vitamin E on the accumulation of strontium in the body of poisoned rabbits. Proceed. Conference of researchers and graduate students.
- Melnikova, N.N., Kalinin, I.V., Derkach, E.A., Shepelev, I.A., Voroshilov, N.M., Klich, L.V., Tkachenko, T.A. (2009). Heavy metals as a factor of environmental hazards. In: Biochemical mechanisms of heavy metal toxicity and methods of their elimination from the body of animals. Kyiv.
- Melnychuk, D.O., Melnikova, N.N., Klich, L.V. (2008). Environmental pollution strontium as a factor of environmental hazards. *Animal health and medicine*. 7-8 (80), 23-25.
- Melnychuk, D.O., Melnikova, N.N., Vovkotrub, M.P., Kalinin, I.V. (2005). Chemical methods for determination of heavy metals in biological samples: manual. Kyiv.
- Melnychuk, D.O., Melnikova, N.N., Tupytska, O.M., Klich, L.V. (2007). Accumulation and distribution of stable strontium in the body of experimental animals. *Science Bulletin of National Academy of Sc.* 105, 223-227.
- Mudriy, I.V., Korolenko, T.K. (2002). Heavy metals in the environment and their effects on the body (review). *Likarska Sprava*, 5-6, 6-10.
- Paranko, N.M., Belitskaya, E.N., Karnaukh, N.G. (2002). Heavy metal environment and their effect on the immune status of the population. Dnepropetrovsk: Poligrafist.



Schneider, N.A. (2000). Instrumental methods for analysis of heavy metals in natural objects. *Medical rehabilitation, balneology, and physiotherapy*, 3, 55-57.

Поступила в редакцію 19.10.2013

Как цитировать:

Кліх, Л.В., О.М. Тупицька, О.М., Курбатова, І.М. (2013). Методи зменшення затримки стронцію в організмі тварин. *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого*, 3 (3), 150-162. **crossref** [http://dx.doi.org/10.7905/bbmsspu.v0i3\(6\).544](http://dx.doi.org/10.7905/bbmsspu.v0i3(6).544)

© Кліх, Тупицька, Курбатова, 2013

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).