

УДК

А. М. КОРОБОВ, канд. фіз.-мат. наук, **Е. А. ГОЛОЛОБОВА**, канд. с.-х. наук,
Т. М. ОЛЕЙНИК, **А. С. ЗЕЛЕНСЬКИЙ**
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
61022 Харків, майдан Свободи, 6
valeo.elena@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЕДЕННЯ СВИНЦЮ З ОРГАНІЗМУ ЩУРІВ ПІД ДІЄЮ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВИДИМОГО ТА ІНФРАКРАСНОГО ДІАПАЗОНІВ СПЕКТРУ

Експериментальні дослідження по виведенню свинцю з організму ссавців на прикладі нелінійних білих щурів-самців показали високу ефективність використання електромагнітного випромінювання видимого та інфрачервоного діапазонів спектру. Використання на протязі чотирнадцяти діб семи сеансів фотонного випромінювання виявило найбільш дієвим жовте світло (в 2,93 разів у порівнянні з групою без опромінювання), далі за ефективністю – зелене світло (в 2,13 рази) та синє (1,82 разів). Опромінування красним світлом підвищує ефективність виведення свинцю в 1,5 разів.

Ключові слова: виведення свинцю, фотонні матриці Коробова, свинцеве обтяження, ацетат свинцю, світлодіодні джерела, інтактні тварини

Korobov A., Gololobova O., Oleinik T., Zelensky A. RESEARCH OF EFFICIENCY OF REMOVAL OF LEAD FROM THE BODY OF RATS UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF THE VISIBLE AND INFRARED RANGES OF SPECTRUM

Experimental study on the removal of lead from the body of mammals on the example of nonlinear white male rats showed high efficiency of electromagnetic radiation in the visible and infrared spectral ranges. Application within fourteen days of the seven sessions of the photon radiation to identify the most effective yellow light (2.93 times compared with the group without irradiation), followed by efficiency - Green Light (2.13 times) and blue (1.82 times). Irradiation red lead removal efficiency increases by 1.5 times.

Keywords: removal of lead, photon matrix Korobov, lead tagzania, lead acetate, led sources, the intact animals

Коробов А. М., Гололобова Е. А., Олейник Т. М., Зеленский А. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫВЕДЕНИЯ СВИНЦА ИЗ ОРГАНИЗМА КРЫС ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВИДИМОГО И ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНОВ СПЕКТРА

Экспериментальные исследования по выведению свинца из организма млекопитающих на примере нелинейных белых крыс-самцов показали высокую эффективность использования электромагнитного облучения видимого и инфракрасного диапазонов спектра. Применение в течение четырнадцати суток семи сеансов фотонного облучения выявило наиболее действенным желтый свет (в 2,93 раза в сравнении с группой без облучения), далее по эффективности – зеленый свет (в 2,13 раза) и синий (1,82 раза). Облучение красным светом повышает эффективность выведения свинца в 1,5 раза.

Ключевые слова: выведение свинца, фотонные матрицы Коробова, свинцовое отягчение, ацетат свинца, светодиодные источники, интактные животные

Вступ

Серед хімічних речовин, забруднюючих атмосферне повітря, водойми, ґрунт, харчові продукти, важкі метали і їх сполуки утворюють значну групу токсикантів, які багато в чому визначають негативний антропогенний вплив на стан навколишнього середовища і самої людини. Результати досліджень свідчать про те, що найбільш поширеними з таких речовин є солі свинцю, і

не лише у багатьох регіонах України, а також в ряді європейських країн та США [1, 4, 6, 10, 14]. В організмі дорослої людини засвоюється в середньому 10 %, в організмі дітей – 30 - 40 % свинцю. Свинець є багатofункціональним політропним токсикантом, що призводить до цілого спектру захворювань і порушень (у тому числі метаболічних та імунних) в організмі залежно від ступеня інтоксикації [5, 7].

Актуальним є пошук ефективних методів зниження концентрації важких мета-

лів в організмі людини до допустимого рівня. При цьому необхідною умовою таких методів є безпечна, але в той же час ефективна дія на організм людини і можливість регулярного профілактичного застосування. Тому в даний час проводяться дослідження ефективності дії різних факторів (фізичних навантажень, ентеросорбентів) в якості коректорів і засобів профілактики, що нівелюють шкідливі дії важких металів.

Так, Е. А. Степановою, В. Ф. Ур'яхш із співавторами [12, 13] проведено ряд досліджень в модельних умовах з вивчення сорбційної здатності свинцю при вживанні рослинних біологічно активних добавок до їжі «Біофіт». З одним із найбільш ефективних сорбентів («овес-Біофіт») проведений експеримент по сорбції та виведенню свинцю з організму ссавців на прикладі нелінійних білих щурів-самців. Спектральний аналіз свинцю в біологічному субстраті показав, що зміст його в крові і внутрішніх органах тварин, які отримують ентеросорбент, достовірно нижче (в 1,5 – 2 рази), ніж у тварин зі стандартним харчовим раціоном.

У роботі Ю. К. Василенка та Н. Ш. Кайшевої [2] показано, що введення пектину і ламінарида в умови свинцевої інтоксикації відновлює рівень глутатіону та сульфгідрильних груп у крові, блокують утворення малонового діальдегіду в мембранах еритроцитів, підвищує активність каталази крові, стійкість еритроцитів до гемолізу. Ці зміни свідчать про здатність кислих полісахаридів сповільнювати реакції вільнорадикального окислення.

Механізми розвитку структурних порушень кісткової тканини під дією фізичних навантажень на тлі екологічних чинни-

ків розглянуті в роботі В. З. Сикори і А. О. Шапелева [11], де показано, що інтенсивні динамічні навантаження на фоні малих доз опромінення та вживання солей важких металів негативно впливають на хімічний склад кісток, зменшуючи їх мінералізацію. У той же час, помірні динамічні фізичні навантаження частково корегують дію негативних факторів зовнішнього середовища.

В роботі Л. Н. Николаевич зі співавторами [8] надана оцінка генопротекторних властивостей грибною біомаси в умовах надходження солей важких металів в організм щурів. Показано, що свинець надходить в організм низької концентрації і малої дози викликає мутагенний ефект у кістковому мозку і крові тварин. Біомаса гриба рейши надходить в організм тварин з їжею, надає стимулюючу дію на проліферацію клітин кістково-мозкового кровотворення і має антимутагенні властивості знижуючи рівень мутагенезу.

Л. Е. Глаголева, Н. С. Родионова [3] на моделі свинцевого навантаження у лабораторних тварин (білих щурів) підтвердили наявність ентеросорбуючих властивостей харчових біосистем щодо іонів свинцю.

Реакції клітин і тканин на дію солей важких металів у людей і тварин однотипні, що дає можливість екстраполювати результати експериментальних досліджень, отриманих на лабораторних тваринах.

Метою роботи є дослідження дії різних ділянок електромагнітного випромінювання видимого та інфрачервоного діапазонів спектру на процеси виведення солей свинцю з організму експериментальних тварин.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проведено в лабораторії квантової біології та квантової медицини радіофізичного факультету ХНУ імені В. Н. Каразіна. Аналітичні дослідження виконано в лабораторії аналітичних досліджень екологічного факультету та в міжфакультетській науково-дослідній валеологічній лабораторії ХНУ імені В. Н. Каразіна.

Дослідження проводилися у два етапи. На першому етапі дослідження проведено на білих нелінійних щурах по 6 особин у клітці вагою 180 – 250 г за звичайних

умов віварію з вільним доступом до їжі та воді. Тварини вживали звичайну водогінну воду, мали стандартний харчовий раціон, дихали міським повітрям, яке надходило з проточно-витяжної вентиляції. У кожній експериментальній і контрольній групі було по 6 щурів. Всього у дослідженні використано 18 тварин, яких розділено на 3 групи: перша група – інтактні тварини, щури другої і третьої груп отримували сеанси фотонного випромінювання. Випромінювання проводили за допомогою фотонних матриць Коробова «Барва-Флекс/КІК» і «Барва-

Флекс/СВК» щодня протягом 28 днів з експозицією 5 хвилин. Джерелами світла видимого та інфрачервоного діапазонів спектру в фотонних матрицях Коробова «Барва-Флекс» є яскраві світлодіоди. Потужність випромінювання одного світлодіода 4 мВт. Джерелами магнітного поля є 24 кільцевих магнітів з напруженістю магнітного поля на осі кожного магніту не більше 20 мТл.

Сеанси фотонного випромінювання для щурів другої групи проводили за допомогою фотонної матриці Коробова «Барва-Флекс/СВК» з довжиною хвилі випромінювання 470 нм і 940 нм (інфрачервоне). Щури третьої групи отримували експозицію червоного (660 нм) та інфрачервоного (940 нм) випромінювання. Контроль – інтактні щури першої групи. Тварин виводили з експерименту під ефірним наркозом, препарували серце, печінку, кістки, м'язи. Вміст свинцю визначали в змішаних пробах: серце, печінка і м'язи, кістки.

В основу лікувальної дії фотонних матриць Коробова «Барва-Флекс» покладена здатність світла видимого та інфрачервоного діапазонів спектру, а також постійного магнітного поля нормалізувати роботу регуляторних систем організму людини: імунної, ендокринної та центральної нервової, відновлювати реологічні показники крові, посилювати мікроциркуляцію крові і лімфи. Зазначені властивості світла і магнітного поля обумовлюють їх високу ефективність в лікуванні та профілактиці абсолютної більшості захворювань, оскільки будь-який патологічний процес починається з неспецифічною фази – порушення мікроциркуляції крові й лімфи.

Проведена фотонна терапія дала наступні ефекти: вміст свинцю в печінці та серці тварин у другій групі щурів порівняно з інтактними тваринами знизився на 18,4%, у третій – на 28,5%. Під впливом синього випромінювання в кістках та м'язах щурів другої групи вміст свинцю знизився на 38,1%. Результати експерименту показали ефективність використання фотонного випромінювання матриць Коробова для виведення сполук свинцю з організму лабораторних тварин та необхідність проведення подальших досліджень фотонного випромінювання матриць Коробова як засобів корекції і профілактики вмісту важких металів в організмі.

На другому етапі здійснено визначення і підтвердження дієвості синього та червоного кольорів для виведення свинцю. Також було включено два нових кольори – зелений та жовтий.

Дослідження проводили на білих статевозрілих самцях щурів породи «Вістар» з вихідної масою тіла 180-200 г, в умови утримання зміни не вносилися. Тварин розділено на 6 груп по 6 тварин у кожній групі. Перша група – інтактні тварини. Друга група – контрольні тварини, яким вводили ацетат свинцю, але не проводили їх опромінення. Третя група – експериментальна група тварин, яким вводили ацетат свинцю і проводили опромінення червоним світлом видимого діапазону ($\lambda = 630$ нм) спектру. Четверта група – експериментальна група тварин, яким вводили ацетат свинцю і проводили освітлення випромінюванням жовтого кольору ($\lambda = 590$ нм) видимого діапазону спектру. П'ята група – експериментальна група тварин, яким вводили ацетат свинцю і проводили освітлення зеленим випромінюванням ($\lambda = 530$ нм) видимого діапазону спектру. Шоста група – експериментальна група тварин, що отримували ацетат свинцю і опромінювалися синім випромінюванням ($\lambda = 470$ нм) видимого діапазону спектру.

Ацетат свинцю $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ – свинцева сіль оцтової кислоти, вводився через шлунковий зонд протягом 7 днів з розрахунку 40 мг на 1 кг маси тварини. Для цього вводили 0,2 мл 4% розчину ацетату свинцю, приготованого *ex tempore*.

Після 7-денного циклу введення ацетату свинцю приступили до опромінення експериментальних груп тварин. Опромінення проводилось світлодіодними джерелами, що випромінюють в червоній, жовтій, зеленій і синій областях спектру. Потужність кожного випромінювача становить 25 мВт, апертура випромінювача 1 см². Термін опромінення тварин – 5 хвилин. Опромінення експериментальних тварин проводилось у спеціально розроблених, запатентованих модулях, які забезпечують практично безстресову фіксацію тварин у прозорій капсулі, яка розміщена над випромінювачем.

Конструкція модуля забезпечувала можливість опромінювати черевну порожнину тварини контактено з компресією, що

дозволило уникнути втрати на розсіювання на шерсті тварин.

Опромінення проводилось протягом 14 днів (через день) в ранкові години. На ніч перед черговим опроміненням тварини розміщувалися в спеціально обладнаних клітках для інтегрального збору сечі і калу від кожної групи тварин, природно, включаючи інтактних і контрольних. Сеча і кал забиралися вранці, до годівлі тварин.

Визначення концентрації свинцю у відібраних зразках проводилось методом атомно-абсорбційної спектроскопії (ААБС).

Результати дослідження

Після першого сеансу фотонної терапії при опроміненні червоним світлом концентрація свинцю в калі складала 12,33 мг / 100 г; жовтим – 18,89 мг / 100 г; зеленим світлом – 13,28 мг / 100 г, при опроміненні синім – 8,91 мг / 100 г. В контрольній групі концентрація свинцю складала 4,97 мг / 100 г (рис. 1). Вміст свинцю в інтактній групі 0,66 мг/100 г. Тобто опромінювання світлом проявило себе дуже ефективно: вміст свинцю в калі перевищував контроль для синього світла в 1,79, зеленого – 2,67, червоного – 2,28 разів та, максимально в досліді, для жовтого в 3,8 разів.

Ефективною виявилася дія трьох сеансів фотонної терапії жовтого, зеленого та синього світла: вміст свинцю в калі досліджуваних щурів перевищував в 2,7, 2,67 та в 1,79 разів відповідно контролю (рис. 2).

Фізичну основу атомно-абсорбційної спектроскопії становить поглинання резонансної частоти газоподібними атомами. При опроміненні атомів проби лінійчатим випромінюванням досліджуваного елемента, що перебуває в збудженому стані, спостерігається резонансне поглинання. Такий процес супроводжується зменшенням інтенсивності вихідного випромінювання. Фотометричний вимір різниці інтенсивності світла до і після його проходження через пробу дозволяє визначити концентрацію в ній даного елемента [9].

Слід зауважити, що вміст свинцю в калі щурів після трьох днів значно знизився: він складав соті частки від значень першої доби.

Після сьомої доби для всіх варіантів показник ще знизився майже на порядок.

При цьому визначено, що дія синього світла найбільш ефективна та перевищує показник контрольного варіанту в 1,17 разів (рис. 3). Слід зауважити, що у всіх тварин, яких ми опромінювали, кількість калу була істотно більше, ніж у контрольних та інтактних тварин.

Вміст свинцю в сечі щурів представлено на рисунках 4 – 5.

Фотонне випромінювання не було дієвим після першого сеансу; було дієвим після третього сеансу для жовтого, зеленого, синього світла, після сьомого – для червоного, жовтого, зеленого.

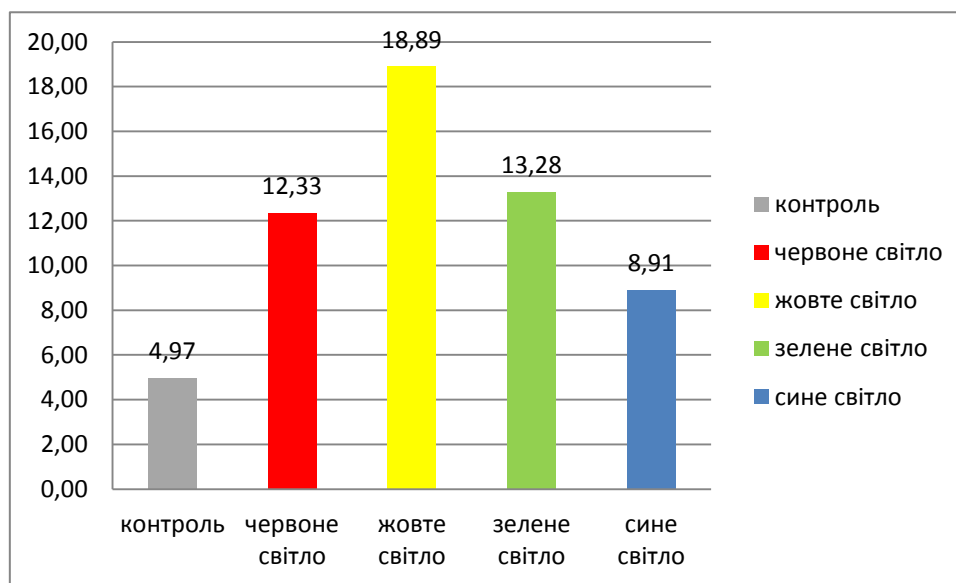


Рис. 1 – Вміст свинцю в калі щурів після першого сеансу, мг/100 г

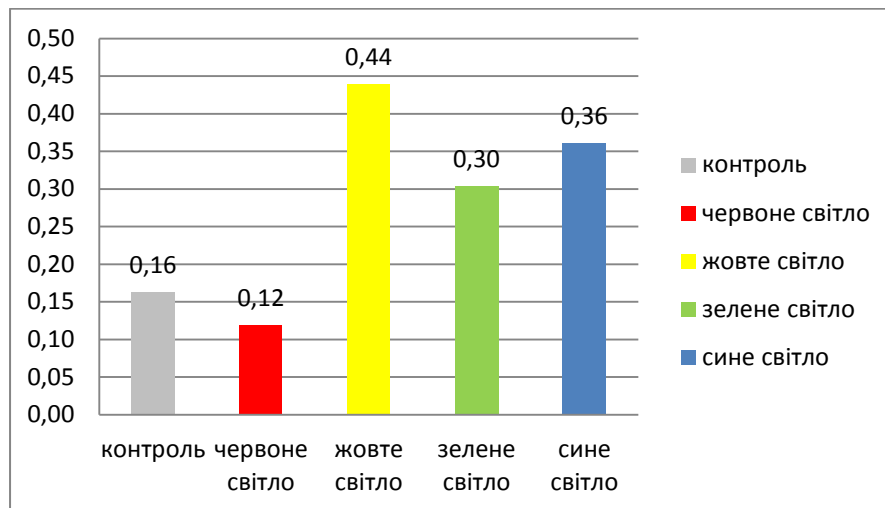


Рис. 2 – Вміст свинцю в калі щурів після третього сеансу, мг/100 г

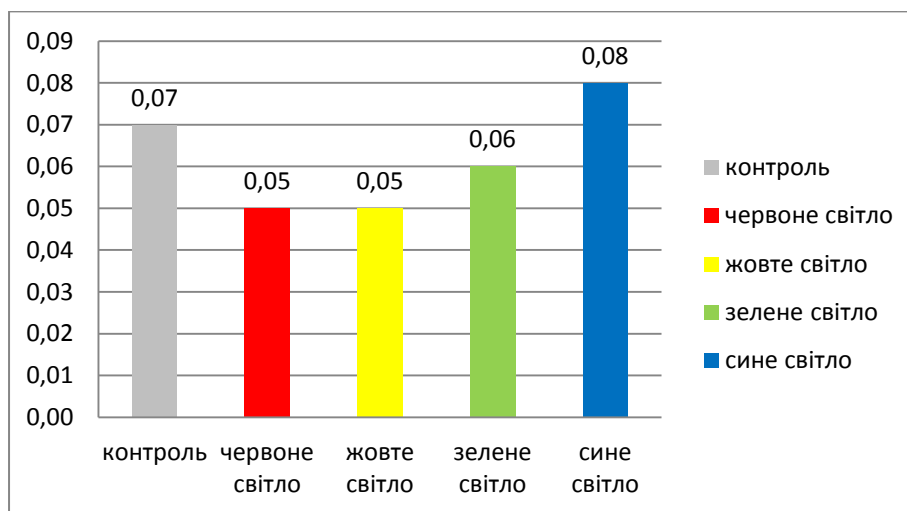


Рис. 3 – Вміст свинцю в калі щурів після сьомого сеансу, мг/100 г

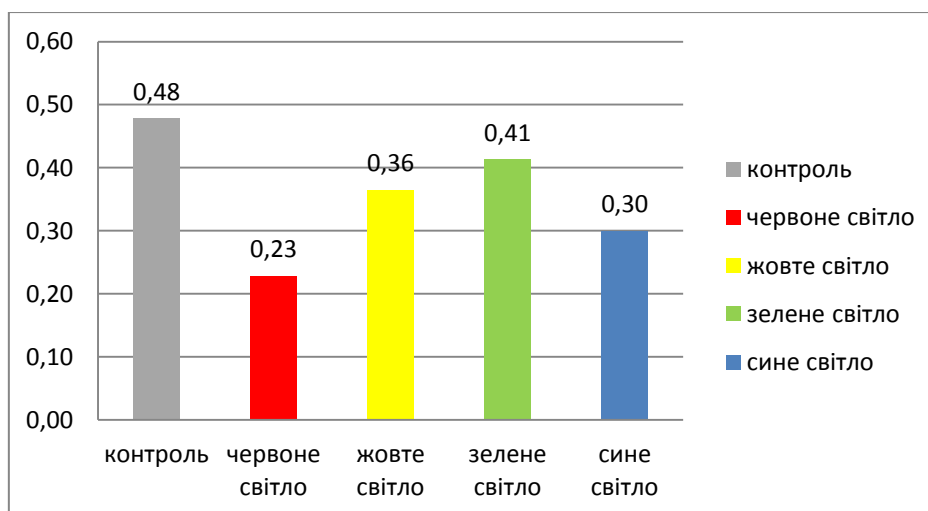


Рис. 4 – Вміст свинцю в сечі щурів після першого сеансу, мг/100 г

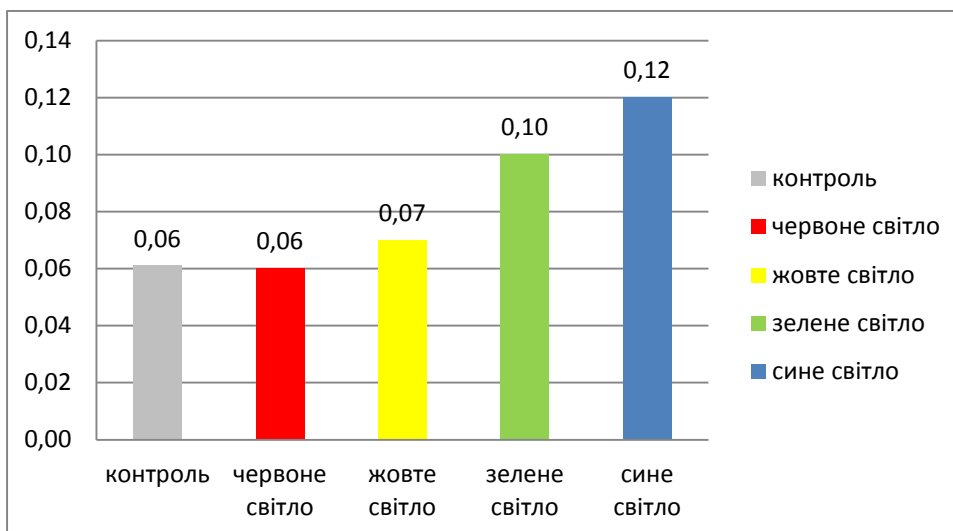


Рис. 5 – Вміст свинцю в сечі щурів після третього сеансу, мг/100 г

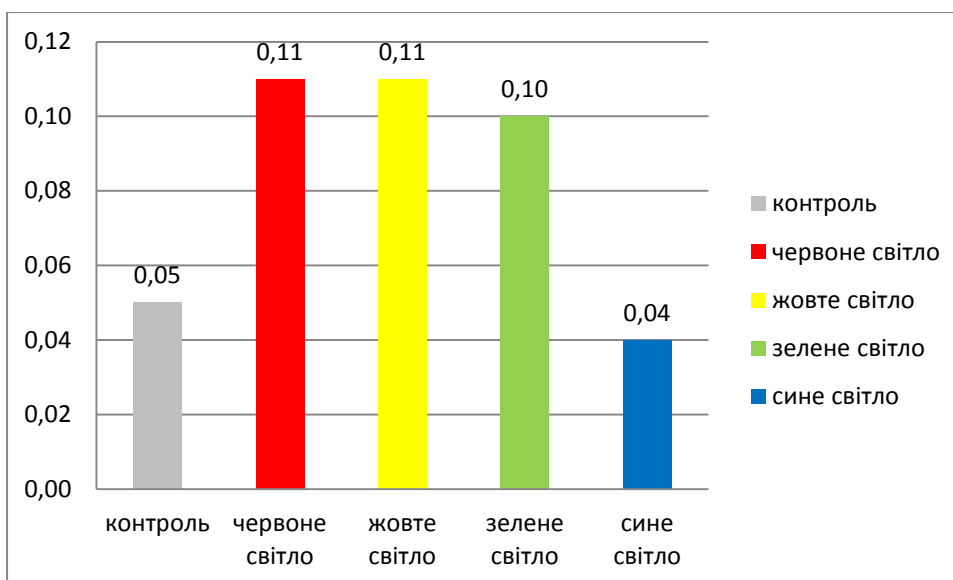


Рис. 6 – Вміст свинцю в сечі щурів після сьомого сеансу, мг/100 г

Відомо, що 90 % свинцю з організму виводиться з фекаліями [7]. Результати дослідження показують, що вміст свинцю в калі щурів значно більше ніж в сечі, тому з метою оцінки ефективності дії різних ділянок фотонного випромінювання по виведенню свинцю з організму щурів проаналізовано лінії тренда зі значимими показниками достовірності апроксимації (рис. 7) та проведено розрахунки згідно (1)–(5) для червоного, жовтого, зеленого, синього світла та контролю відповідно.

$$\int_1^7 \frac{7.9123}{x^{2.894}} dx = 4.07277 \quad (1)$$

$$\int_1^7 \frac{16.825}{x^{3.078}} dx = 7.95476 \quad (2)$$

$$\int_1^7 \frac{10.731}{x^{2.8}} dx = 5.78211 \quad (3)$$

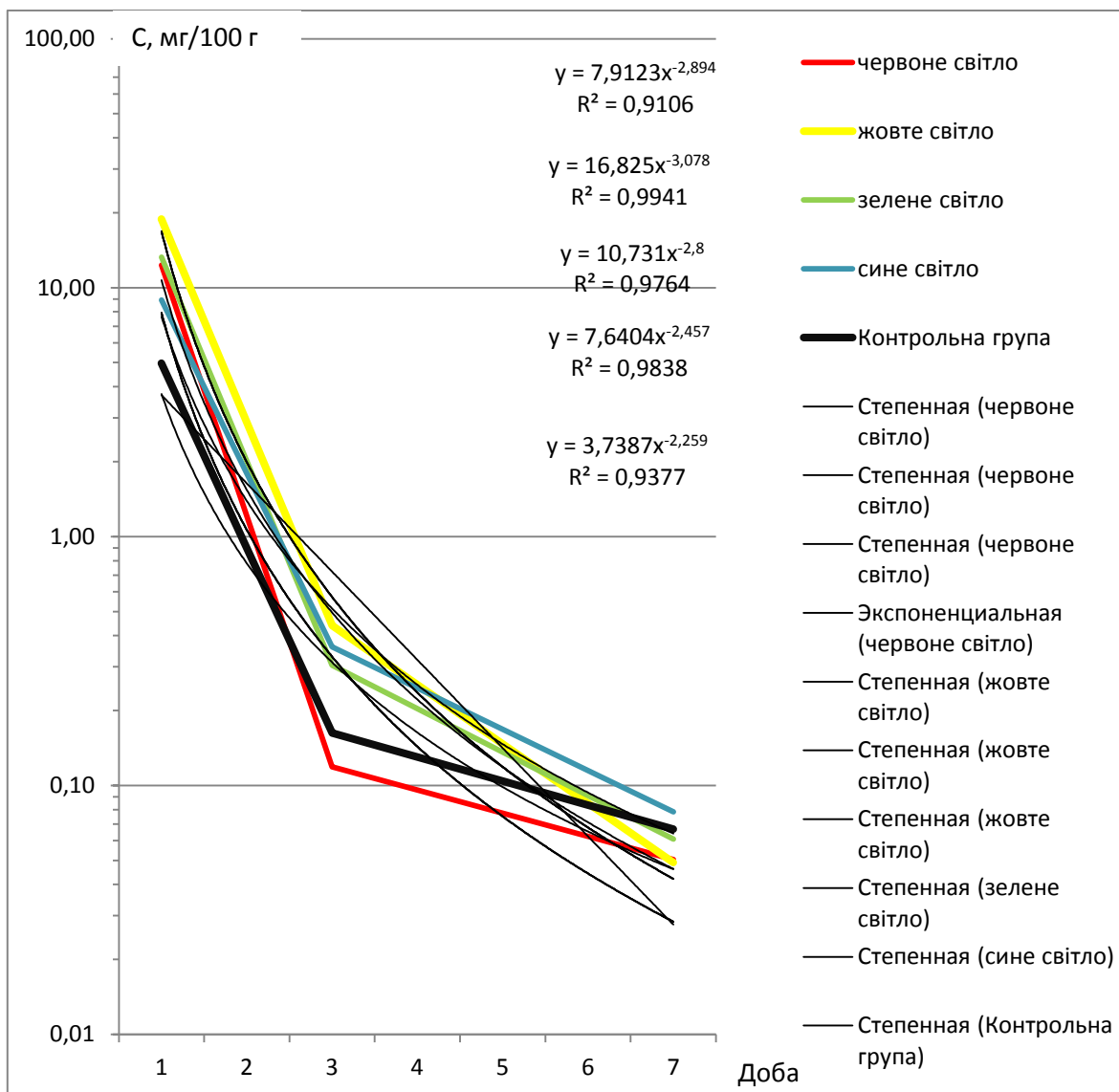


Рис. 7 – Лінії тренда для результатів експерименту

$$\int_1^7 \frac{7.6404}{x^{2.457}} dx = 4.93607 \quad (4)$$

$$\int_1^7 \frac{3.7387}{x^{2.259}} dx = 2.7133 \quad (5)$$

Результати розрахунку вказують, що сеанси фотонної терапії червоним, жовтим, зеленим та синім світлом надзвичайно ефективні при виведенні свинцю з організму

щурів. При використанні на протязі чотирнадцяти діб семи сеансів фотонного випромінювання найбільш дієвим було опромінювання жовтим світлом – в 2,93 разів в порівнянні без опромінювання, далі по ефективності зелене світло – в 2,13, потім синє – 1,82 разів. Опромінювання красним світлом підвищувало ефективність виведення свинцю в 1,5 разів.

Висновки

Сеанси фотонної терапії червоним, жовтим, зеленим та синім світлом є надзвичайно ефективні для виведення свинцю з організму щурів. Використання на протязі чотирнадцяти діб семи сеансів фотонного

випромінювання виявило найбільш дієвим жовте світло (в 2,93 разів у порівнянні з без опромінюванням), далі за ефективністю – зелене світло (в 2,13 рази) та синє (1,82 разів). Опромінювання красним світлом під-

вищує ефективність виведення свинцю в 1,5 разів.

Фотонні матриці Коробова можливо рекомендувати в якості дієвого засобу ко-

рекції та профілактики змісту свинцю та зробити припущення щодо їх можливої ефективної дії до інших природних ксенобіотиків.

Література

1. Білецька Е. М. Техногенне навантаження важкими металами та зміни глибокого кисневого статусу у вагітних в умовах інтенсивної промислової зони / Е. М. Білецька, К. В. Воронін, В. А. Потапов, Т. В. Лещева // Медичні перспективи. – 2000. – Т. 5. – № 1. – С. 83-89.

2. Василенко Ю. К. К механизму детоксицирующего действия кислых полисахаридов при свинцовой интоксикации у крыс. / Ю. К. Василенко, Н. Ш. Кайшева. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chem.folium.ru/index.php/chem/article/view/1324/1040>

3. Глаголева Л. Э. Исследование энтеросорбирующих свойств пищевых биосистем в условиях in vivo / Л. Э. Глаголева, Н. С. Родионова, О. С. Корнеева, Г. П. Шуваева. // Вестник ВГУИТ, Воронеж. – 2012. – №3. – С. 163 – 164.

4. Корбакова А. И. Свинец и его действие на организм / А. И. Корбакова, Н. С. Соркина, Н. Н. Молодкина [и др.]. // Медицина труда и пром. экол. – 2001. – № 5. – С. 29-34.

5. Кравцов А. А. Пренатальное воздействие ацетата свинца на антиоксидантную глутатионовую систему головного мозга новорожденных крыс in vivo и на нейритный рост in vitro. / А. А. Кравцов, А. Я. Шурыгин, Л. В. Шурыгина и др. // Нейрохимия. – М.: Наука, т. 26, №3, - 2009. – С. 225-231.

6. Кундиев Ю. И. Экспериментальное исследование зависимости изменения иммунных и биохимических механизмов поддержания гомеостаза от особенностей и выраженности материальной кумуляции свинца в организме / Стежка В. А., Дмитруха Н. Н. и др // Мед. труда и промышленная экология. – 2001. – №4. – С. 327 – 338.

7. Никифорова Т. Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания / Т. Е. Никифорова. – Иваново, 2007. – 132 с.

8. Николоевич Л. Н. Оценка генопротекторного действия грибной биомассы при воздействии

низких концентраций солей свинца / Л. Н. Николаевич, О. В. Чудакова, Н. В. Хохлова // Материалы 6-ой международной научной конференции «Сахаровские чтения» 2006 года: экологические проблемы XXI века». Часть 1. 18 – 19 мая 2006 г. Минск. МГЭУ им. А. Д. Сахарова. – С.242 – 244.

9. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 360 с.

10. Сиакин З. В. Загрязнение биосферы свинцом: масштабы и перспективы для России / З. В. Сиакин. // Медицина труда и промышленная экология. – 1999. – № 5. – С. 56 – 62.

11. Сикора В. З. Влияние физических нагрузок на минеральный состав длинных костей в условиях экологических факторов Сумского региона. / В. З. Сикора, А. Е. Шепелев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

12. Степанова Е. А. Исследование сорбции и выведения свинца биологически активными добавками к пище в опытах in vitro и in vivo. / Е. А. Степанова, В. Ф. Урьяш, А. А. Силкин. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gendocs.ru/docs/34/33349/conv_7/file7.pdf

13. Урьяш В. Ф. Изучение процесса сорбции свинца и кадмия рядом продуктов из растительного сырья / В. Ф. Урьяш, А. Е. Груздева, Н. Б. Плетнева, Е. А. Маслова. // Химия, технология и промышленная экология неорганических соединений. – Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 1999. Вып.12.

14. Чим небезпечний свинець. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://voda.blox.ua/2008/12/Chem_opasen_svinets.html

Надійшла до редколегії 11.12.2014