

УДК [577.115.4:(546.815-168:612.79)]:57.084

Н.А. Мельник

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

ПОКАЗНИКИ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ І СТАНУ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ У ПЕЧІНЦІ ТА НИРКАХ ЩУРІВ ПРИ ДІЇ НА ЇХ ШКІРУ НАНОЧАСТИНОК PbS РІЗНОГО РОЗМІРУ

У тримісячному експерименті проведено оцінку процесів перекисного окиснення ліпідів і антиоксидантного захисту в організмі щурів при дії на їх непошкоджену шкіру наночастинок PbS розміром 12,5 і 100 нм та розчину ацетату свинцю. Виявлено, що наночастинок PbS розміром 12,5 і 100 нм здатні викликати в організмі щурів порушення в системі перекисного окиснення ліпідів і антиоксидантного захисту організму. На це вказує збільшення в гомогенатах печінки та нирок піддослідних щурів вмісту ТБК-активних продуктів та пригнічення активності ферментів – каталази і супероксиддисмутази. Характер, спектр вираженості змін біохімічних показників в органах-мішенях піддослідних щурів свідчать про те, що ефекти токсичної дії наночастинок PbS при їх тривалому впливі на непошкоджену шкіру зумовлені не тільки дозою Pb, але й розміром частинок.

Ключові слова: *наночастинок, свинець, перекисне окиснення ліпідів, антиоксидантна система, шкіра.*

Серед хімічних речовин, що забруднюють виробниче та навколишнє середовище, свинець (Pb) та його сполуки утворюють значну групу токсикантів з високим рівнем загрози для здоров'я населення [1, 2]. Потрапляючи в організм, свинець реагує з функціональними групами білкових молекул (зокрема, сульфгідрильними й карбоксильними), спричинює розвиток оксидативного стресу, а також пригнічує ряд біохімічних процесів [3]. На сучасному етапі розвитку виробництва і технологій особливу небезпеку становлять сполуки свинцю, представлені частинками нанометрового діапазону. Внаслідок надмірно малих розмірів (1–100 нм) і значної площі поверхні наночастинок Pb здатні легко проникати в живий організм, накопичуватися в значній кількості в органах-мішенях і спричинювати розвиток токсичного ефекту [4].

Слід зазначити, що серед основних шляхів надходження наночастинок Pb в живий організм провідне місце належить органам дихання, а також органам травлення, середня ефективна площа поверхні яких у дорослої людини дорівнює 220 та 140 м² відповідно [5]. Разом із цим необхідно відмітити, що в су-

часній науковій літературі не виправдано мало приділяється уваги проникненню наночастинок металу через непошкоджену шкіру, яка є складним і багатофункціональним органом, що може приймати активну участь в процесах всмоктування, метаболізму та елімінації наночастинок з організму.

У сучасній науковій літературі нами виявлено обмаль фактичних даних щодо змін, які розвиваються в системі перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) і антиоксидантного захисту (АОЗ) організму за умови впливу на нього наночастинок Pb. Відомо, що зміни цих процесів здатні відігравати провідну роль у пускових механізмах розвитку патології на клітинному і молекулярному рівнях [6, 7]. Порушення активності ПОЛ призводить до зміни ліпідних структурно-динамічних параметрів бішарів і супроводжується порушенням функцій мембранно-зв'язаних ферментів, веде до розвитку патологічних станів організму і є одним із факторів, що визначає розвиток найпоширеніших захворювань у людини [8].

У зв'язку зі сказаним актуального значення набуває вивчення стану ПОЛ і антиоксидантної системи (АОС) в органах-

© Н.А. Мельник, 2017

мішенях (печінці і нирках) живого організму при впливі наночастинок PbS на непошкоджену шкіру.

Метою роботи була оцінка показників ПОЛ і стану системи АОЗ в організмі щурів при нанесенні на непошкоджену поверхню шкіри наночастинок PbS різного розміру.

Матеріал і методи. Дослідження були проведені на білих лабораторних щурах-самцях лінії Вістар масою 130–180 г, які утримувалися в стандартних умовах віварію, згідно з рекомендаціями [9]. Усі тварини були розділені на три серії в залежності від терміну токсичної дії на них наночастинок (1, 2 та 3 місяці), в кожній з яких було по три експериментальні групи: 1-ша група – ацетат свинцю, 2-га – наночастинок PbS 12,5 нм, 3-тя – наночастинок PbS 100 нм та група контролю – інтактні щури. У кожній групі було по шість щурів. Усі дослідження на тваринах проводилися з дотриманням чинних вимог щодо їх захисту від жорсткого поводження [10].

В експериментальних дослідженнях були використані колоїди наночастинок сульфиду свинцю (PbS) з середнім розміром частинок 12,5 і 100 нм, отримані методом хімічного синтезу і стабілізовані желатином в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України (м. Київ).

Наночастинок PbS (1 мл колоїдів) щодня (5 днів на тиждень) упродовж трьох місяців наносили на 4 год на попередньо вистрижену на спині ділянку шкіри щурів площею 2 см². Концентрація Pb у розчинах була 0,01 г/л, а концентрація наночастинок PbS розміром 12,5 нм дорівнювала $0,95 \cdot 10^{13}$, а наночастинок PbS розміром 100 нм – $0,62 \cdot 10^{12}$.

Для порівняння ефектів токсичної дії наночастинок PbS використовували водний розчин ацетату свинцю (іонна форма).

Робочі розчини колоїдів готували щодня шляхом 10-кратного розведення маточних розчинів деіонізованою водою. Перед використанням колоїди наночастинок PbS стандартизували за показниками масової частки речовини (0,01 ммоль/л), а також концентрації наночастинок. З урахуванням цього концентрація нанесених на 1 см² площі поверхні шкіри щурів наночастинок PbS розміром 12,5 нм дорівнювала $0,95 \cdot 10^{13}$ і наночастинок PbS розміром 100 нм – $0,62 \cdot 10^{12}$. Контроль розміру наночастинок проведено методом динамічного розсіювання світла за допомогою приладу ZetaPALS (Zeta Potential Analyzer

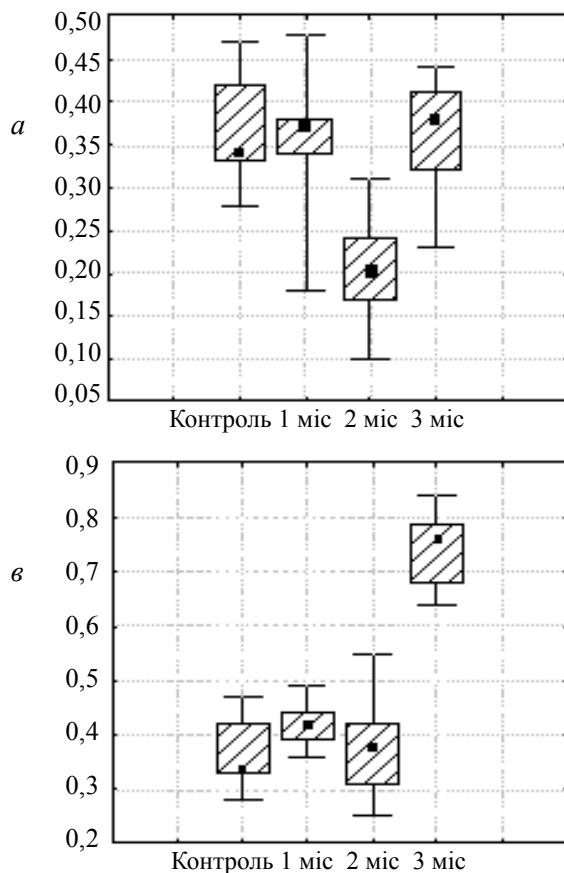
Utilizing Phase Analysis Light Scattering), а також методом растрової електронної мікроскопії (мікроскоп Tescan MIRA 3 фірми Tesla) з системою локального елементного енергодисперсійного мікроаналізу ЕЕДМ, Oxford Advanced Aztec Energy (IE350) / X- max 80).

Зміни в системі ПОЛ вивчали за біохімічним показником концентрації ТБК-активних продуктів у гомогенатах печінки та нирок щурів, а процесів АОЗ – за показниками активності ферментів каталази (КТ; КФ 1.11.1.6) і супероксиддисмутази (СОД; КФ 1.1.15.1). Для цього через 1, 2 та 3 місяці від початку експериментів щурів виводили з експерименту шляхом декапітації. Декапітацію проводили під наркозом. Для цього в черевну порожнину тварин шприцем вводили 2,5%-вий розчин 2,2,2-трибромметанолу («Aldrich») в 2-метилбутанолі (робоче розведення 1:50 в PBS) із розрахунку 300 мг/кг (протокол оптимізовано в лабораторії медико-біологічних критеріїв професійних впливів Інституту медицини праці. Після декапітації у тварин видаляли печінку та нирки, з яких готували гомогенати. Концентрацію ТБК-активних продуктів у гомогенатах органів досліджували біохімічним методом Міхага в модифікації Є.Н. Коробейникової [11], активність КТ і СОД – методом, описаним М.А. Королюк [12] і О.Ю. Дубініною [13].

Результати біохімічних досліджень обробляли методами непараметричної статистики, використовуючи програмний продукт STATISTICA 6,0 (StatSoft). Перевірку статистичних гіпотез проводили за допомогою критерію Уїлкоксона–Манна–Уїтні при рівні значущості $p_u=0,05$. Для проведення кореляційного аналізу використовували коефіцієнт Спірмена (r). Статистичні показники представляли мінімальними та максимальними значеннями, їх медіаною (Me) та міжквартильним інтервалом (Q_{25} ; Q_{75}).

Результати та їх обговорення. Результати проведених біохімічних досліджень показали, що в печінці контрольних щурів концентрація ТБК-активних продуктів коливалась в межах мінімальних і максимальних значень від 0,28 до 0,47 нмоль/мг білка, показник Me (Q_{25} ; Q_{75}) – на рівні 0,34 (0,33–0,42). Активність ферментів КТ і СОД у печінці визначалася в межах відповідно 7,44–10,55 та 12,84–13,78 нмоль/мг білка·хв⁻¹, показники Me (Q_{25} ; Q_{75}) – на рівні 8,58 (7,55; 9,55) і 13,04 (12,90; 13,70).

У динаміці хронічної дії на непошкоджену шкіру щурів ацетату свинцю показники концентрації ТБК-активних продуктів у печінці на 1-му та 3-му місяці експерименту статистично значуще не відрізнялися від контролю (рис. 1, *a-в*), а на 2-му місяці експери-



логічною дії наночастинок менших розмірів, характеризувалася змінами концентрації ТБК-активних продуктів. Тобто активація процесів ПОЛ відбувалася лише на 3-му місяці. Разом з цим, активність КТ і СОД у печінці щурів при дії на їх непошкодже-

Рис. 1. Зміни концентрації ТБК-активних продуктів (нмоль/мг білка) в печінці щурів у динаміці хронічного впливу на їх непошкоджену шкіру ацетату свинцю (*a*) та наночастинок PbS розміром 12,5 (*б*) і 100 (*в*) нм.
Me=25%–75% (min-max)

менту вони були значуще нижчими за контроль ($p_u < 0,05$). Показники активності КТ і СОД на всіх термінах експерименту були обмежені такими самими значеннями, як у контролі (рис. 2, 3, *a-в*), що свідчить про відсутність будь-яких значущих відмінностей у системі АОЗ при дії на шкіру тварин ацетату свинцю.

При нанесенні на шкіру щурів наночастинок PbS розміром 12,5 нм показники концентрації ТБК-активних продуктів у печінці щурів на 1-му та 2-му місяці експерименту були в межах контролю. Через три місяці від початку експерименту виявлялася тенденція до збільшення активності ПОЛ, що проявлялося статистично значущим ($p_u \leq 0,05$) у порівнянні з контролем збільшенням концентрації ТБК-активних продуктів.

Дія на непошкоджену шкіру щурів наночастинок PbS розміром 100 нм була ана-

ну шкіру наночастинок PbS розміром 12,5 нм визначала однаковий характер змін у системі АОЗ. Так, через один місяць від початку експерименту активність КТ і СОД статистично значуще збільшувалася порівняно з контролем ($p_u < 0,05$), а через два та три місяці зменшувалася. Такий характер змін активності КТ і СОД у печінці піддослідних щурів свідчить про те, що на ранніх термінах експерименту (один місяць) у відповідь на дію наночастинок PbS розміром 12,5 нм, які наносилися на непошкоджену шкіру, відбуваються метаболічні зміни, що вказують на розвиток адаптаційно-приспосувальних реакцій. При цьому подовження впливу на організм наночастинок PbS сприяє функціональному «виснаженню» ферментативних систем КТ і СОД, що проявляється стійким пригніченням активності цих ферментів на 3-му місяці хронічного експерименту.

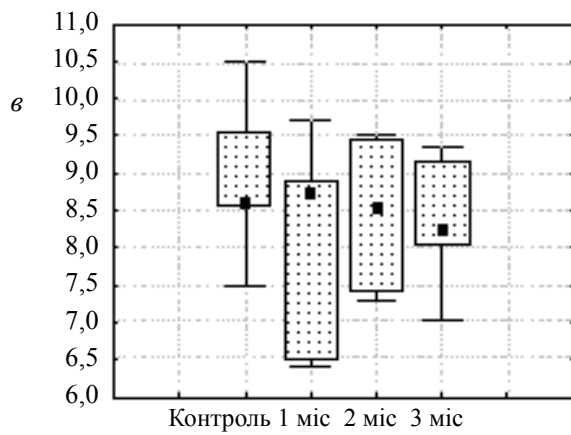
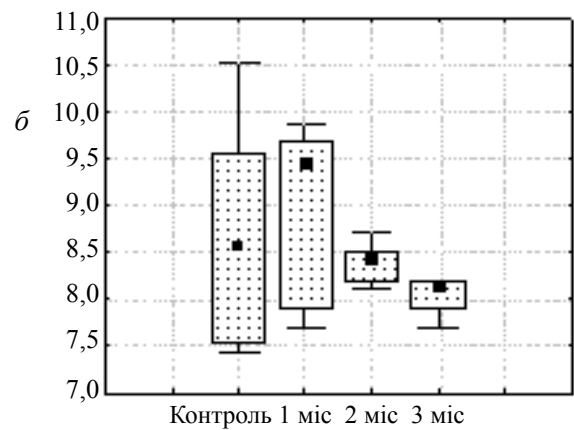
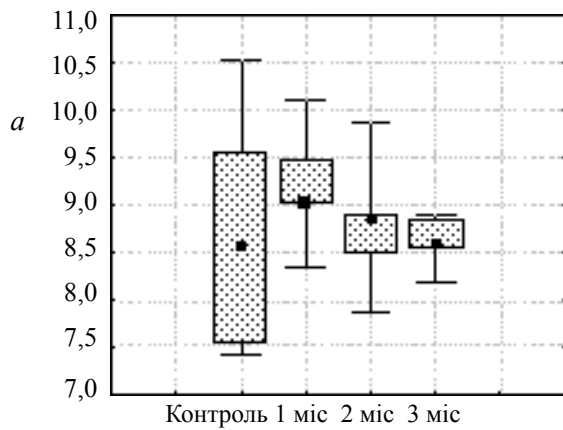


Рис. 2. Зміни активності каталази (нмоль/мг білка·хв⁻¹) в печінці щурів у динаміці хронічного впливу на їх непошкоджену шкіру ацетату свинцю (а) та наночастинок PbS розміром 12,5 (б) і 100 (в) нм. Me=25%–75% (min-max)

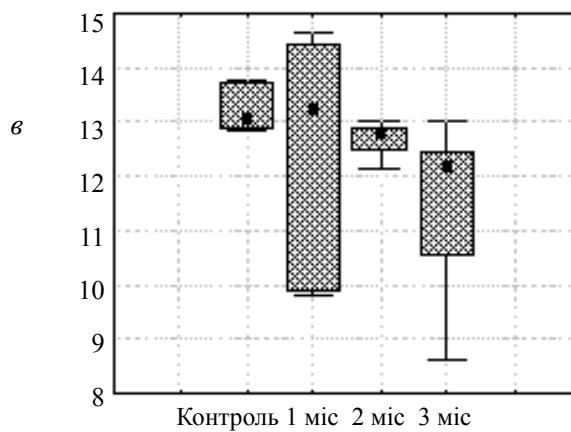
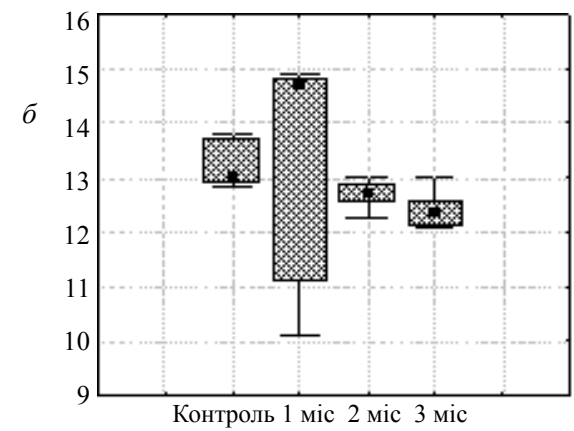
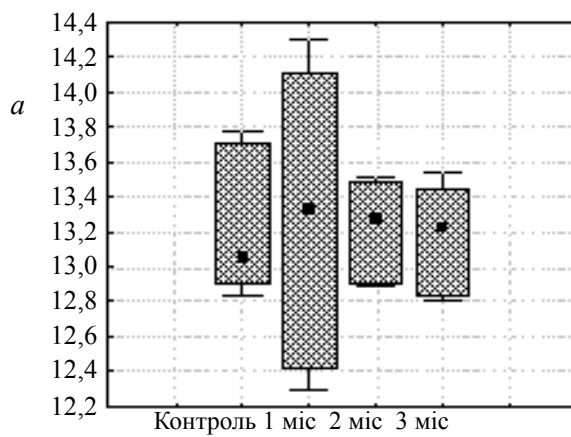


Рис. 3. Зміни активності СОД (нмоль/мг білка·хв⁻¹) в печінці щурів у динаміці хронічного впливу на їх непошкоджену шкіру ацетату свинцю (а) та наночастинок PbS розміром 12,5 (б) і 100 (в) нм. Me=25%–75% (min-max)

При дії наночастинок PbS розміром 100 нм активність ферменту КТ статистично значуще не відрзнялася від такої в контролі на всіх термінах хронічного експерименту. Активність ферменту СОД на 1-му та 2-му місяці теж була обмежена такими самими значеннями, як у контрольних щурів, і лише на 3-му місяці експерименту вона знижувалася.

Таким чином, у відповідь на тривалий вплив на непошкоджену шкіру наночастинок PbS розміром 12,5 та 100 нм у печінці щурів відбуваються функціональні перебудови в системі ПОЛ і АОЗ, які характеризуються збільшенням інтенсивності процесів ПОЛ і зниженням активності ферментів системи АОЗ організму. Разом з цим, необхідно відмітити, що за дії наночастинок PbS розміром 12,5 і 100 нм у порівнянні з впливом ацетату свинцю на всіх термінах хронічного експерименту більш виражений ефект токсичної дії за даними змін біохімічних показників проявляють виключно наночастинки PbS.

У нирках контрольних щурів концентрація ТБК-активних продуктів у межах мінімальних і максимальних значень коливалася на рівні 0,27–0,44 нмоль/мг білка·хв⁻¹, показник Ме та її міжквартильні інтервали (25 %; 75 %) були на рівні 0,36 (0,33; 0,39).

Активність ферментів КТ і СОД у нирках визначалася в межах 4,24–4,68 та 8,36–8,57 нмоль/мг білка·хв⁻¹, показники Ме (Q25; Q75) – на рівні 4,64 (4,62; 4,67) і 8,43 (8,40; 8,50) відповідно.

При нанесенні на непошкоджену шкіру щурів ацетату свинцю в динаміці експерименту зміни концентрації ТБК-активних продуктів у нирках на 1-му та 3-му місяці не відрізнялися від контрольних величин. У той же час на 2-му місяці експерименту спостерігалася тенденція до зниження концентрації ТБК-активних продуктів (рис. 4, а).

Ефект токсичної дії наночастинок PbS розміром 12,5 нм в нирках за характером змін концентрації ТБК-активних продуктів був аналогічним такому в печінці (рис. 4, б). Тобто за дії наночастинок PbS розміром 12,5 нм на 1-му та 2-му місяці експерименту показники концентрації ТБК-активних продуктів не відрізнялись від контрольних значень, а на 3-му місяці відмічалось статистично значуще збільшення цих показників порівняно з контролем ($p_u \leq 0,05$). При впливі наночастинок PbS розміром 100 нм концентрація ТБК-активних продуктів у нирках щурів на всіх термінах хронічного експерименту статистично значуще ($p_u \leq 0,05$) перевищувала конт-

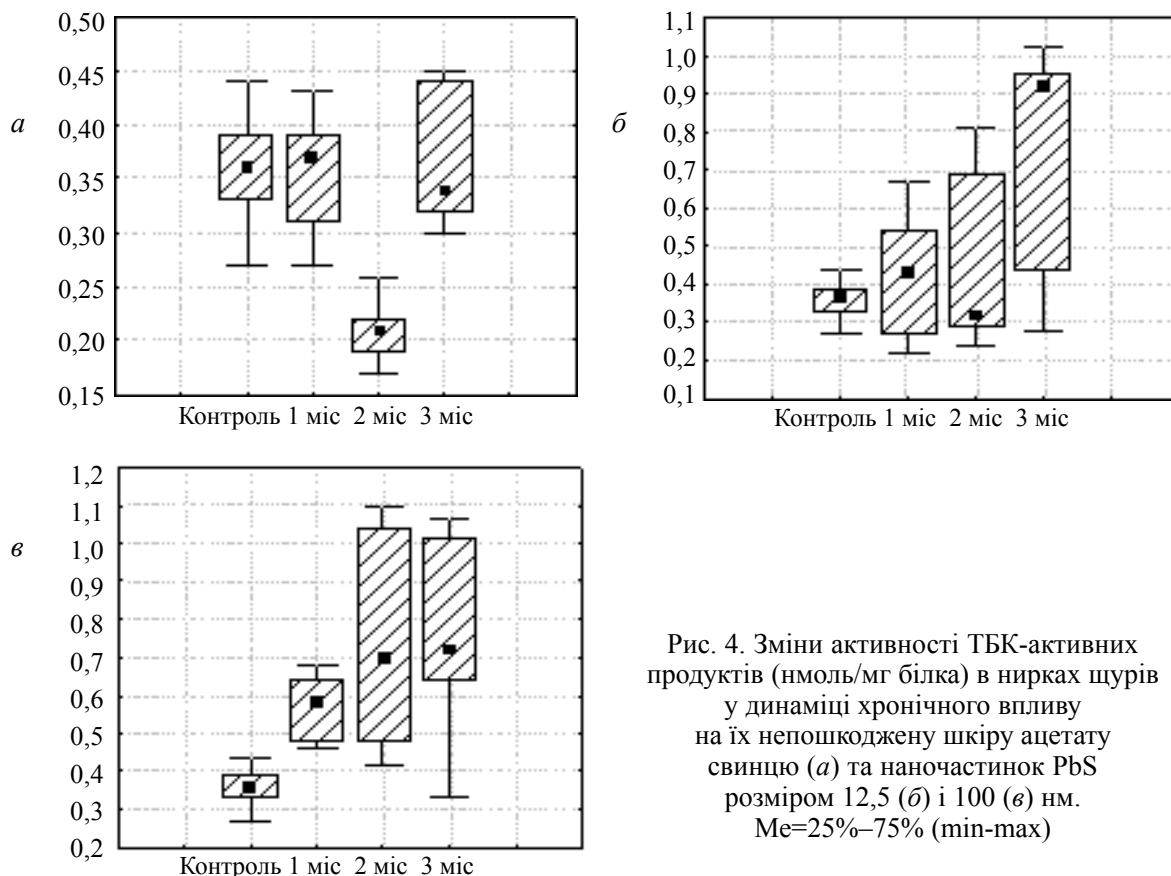


Рис. 4. Зміни активності ТБК-активних продуктів (нмоль/мг білка) в нирках щурів у динаміці хронічного впливу на їх непошкоджену шкіру ацетату свинцю (а) та наночастинок PbS розміром 12,5 (б) і 100 (в) нм. Ме=25%–75% (min-max)

роль (рис. 4, в). Відмінності дії наночастинок PbS розміром 12,5 нм від дії таких розміром 100 нм полягали в тому, що в першому випадку відмічалася статистично значуще збільшення показника концентрації ТБК-активних продуктів лише на 3-му місяці експерименту, з відсутністю будь-яких змін на 1-му та 2-му місяцях. У другому випадку показники концентрації ТБК-активних продуктів збільшувалися рівномірно починаючи з 1-го місяця експерименту (рис. 4, в).

На відміну від печінки у нирках щурів активність КТ при тривалому (три місяці) нанесенні на непошкоджену шкіру неорганічних сполук свинцю частинками нанометрового діапазону та ацетату свинцю знижувалася порівняно з контролем на всіх термінах експерименту (рис. 5, а-в). При цьому досліджені

розміром 12,5 нм спостерігалася статистично значуще зниження ($p_u \leq 0,05$) показників активності СОД в органі через два і три місяці від початку експерименту (рис. 6, б). Вплив наночастинок PbS розміром 100 нм характеризувався достовірним зниженням активності ферменту СОД ($p_u \leq 0,05$) лише на 1-му місяці експерименту, з відсутністю будь-яких змін на 2-му та 3-му місяцях (рис. 6, в).

Результати проведеного кореляційного аналізу показали, що на відміну від контролю у щурів при дії ацетату свинцю через один місяць зміни концентрації ТБК-активних продуктів у печінці корелювали зі змінами активності КТ ($r=0,810$; $p=0,008$). Через три місяці активність СОД у печінці проявляла відмінну кореляцію з активністю СОД у нирках ($r=-0,840$; $p=0,036$).

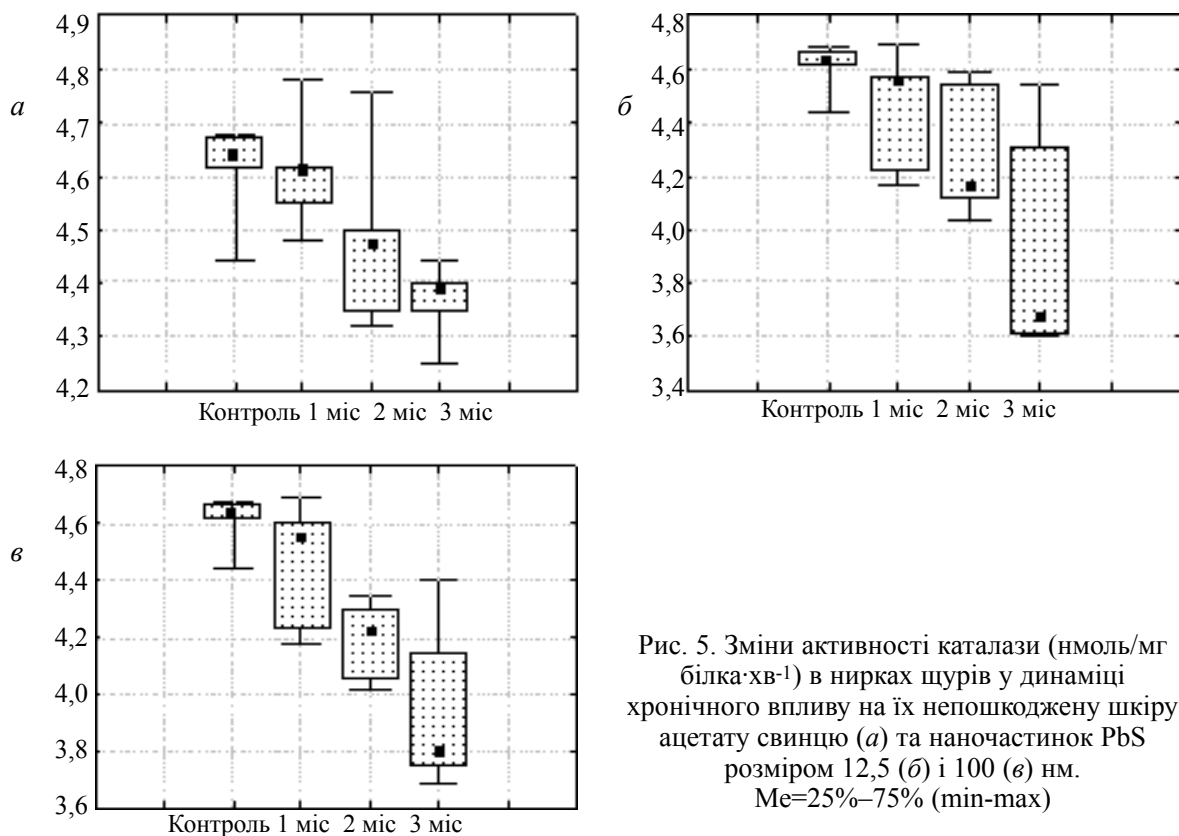


Рис. 5. Зміни активності каталази (нмоль/мг білка·хв⁻¹) в нирках щурів у динаміці хронічного впливу на їх непошкоджену шкіру ацетату свинцю (а) та наночастинок PbS розміром 12,5 (б) і 100 (в) нм. Me=25%–75% (min-max)

в динаміці хронічного експерименту показники активності КТ при дії всіх узятих в експеримент неорганічних сполук Pb мали експоненціальний характер зниження активності цього ферменту.

При дослідженні активності ферменту СОД у нирках щурів при дії на їх організм АС не було виявлено будь-яких значущих у порівнянні з контролем змін активності цього ферменту (рис. 6, а). За дії наночастинок PbS

При дії наночастинок PbS розміром 12,5 нм через три місяці зміни концентрації ТБК-активних продуктів у нирках корелювали зі змінами активності КТ в печінці ($r=0,750$; $p=0,019$) та активності СОД у печінці і нирках ($r=0,942$; $p=0,004$).

При дії наночастинок PbS розміром 100 нм найбільшу кількість статистично значущих кореляційних зв'язків між змінами біохімічних показників ПОЛ і АОЗ було виявлено на

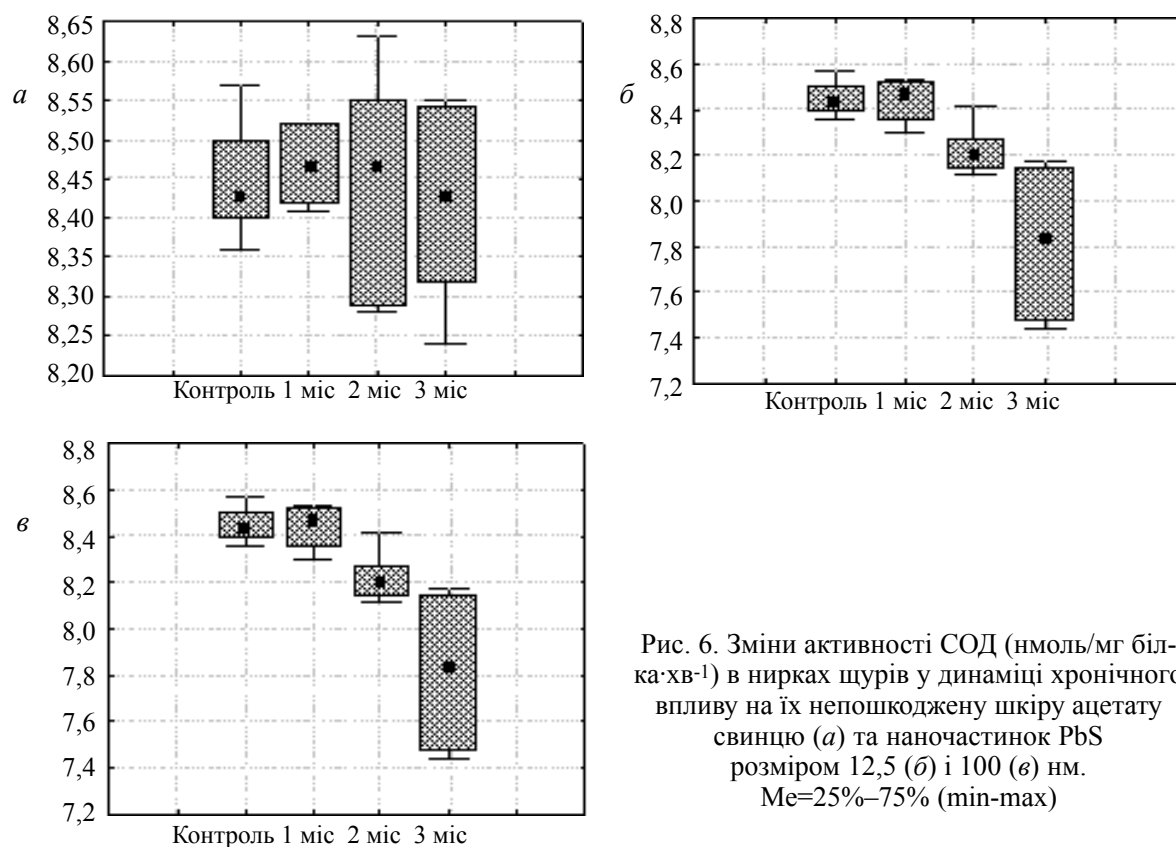


Рис. 6. Зміни активності СОД (нмоль/мг білка·хв⁻¹) в нирках щурів у динаміці хронічного впливу на їх непошкоджену шкіру ацетату свинцю (а) та наночастинок PbS розміром 12,5 (б) і 100 (в) нм. Me=25%–75% (min-max)

1-му місяці експерименту, які визначалися між змінами концентрації ТБК-активних продуктів і активністю КТ у печінці ($r=0,733$; $p=0,024$) і нирках ($r=-0,811$; $p=0,007$). Через три місяці зміни концентрації ТБК-активних продуктів у печінці корелювали з активністю СОД у нирках ($r=-0,885$; $p=0,018$).

Встановлено, що в динаміці хронічного, впродовж трьох місяців впливу на непошкоджену шкіру лабораторних щурів неорганічних сполук Pb, представлених частинками мікрота нанометрового діапазону в печінці і нирках піддослідних щурів, які є основними органами-мішенями для неорганічних сполук свинцю відбуваються зміни біохімічних показників, які переконливо свідчать про збільшення інтенсивності процесів ПОЛ і АОЗ організму. На це вказувало збільшення в печінці і нирках піддослідних щурів порівняно з контролем на 3-му місяці хронічного експерименту концентрації ТБК-активних продуктів та зменшення активності ключових ферментів системи АОЗ – каталази і супероксиддисмутази, починаючи з 2-го місяця експерименту при впливі наночастинок. Це узгоджується з даними [14, 15] про те, що екзогенний вплив свинцю на організм (інтра трахеальне та внутрішньошлункове вве-

дення) супроводжується розвитком оксидативного стресу з порушеннями процесів ПОЛ і АОЗ. Слід зазначити, що за умови хронічної дії на непошкоджену шкіру щурів наночастинок PbS розміром 12,5 і 100 нм у печінці і нирках більшою мірою активуються процеси ПОЛ і порушується АОЗ, ніж за дії ацетату свинцю.

Разом з цим, серед різних за розміром наночастинок PbS виразніший токсичний ефект проявляють наночастинки PbS менших розмірів. Можливо, це пов'язане з тим, що наночастинки PbS менших розмірів набувають певних фізико-хімічних властивостей, які забезпечують здатність їх до резорбції в організм через непошкоджену шкіру. При цьому характер, спектр вираженості змін біохімічних показників у печінці та нирках піддослідних щурів, а також особливості метаболічних перебудов у системі ПОЛ і АОЗ вказують на те, що ефекти токсичної дії наночастинок PbS при їх тривалому впливі на непошкоджену шкіру зумовлені не тільки дозою (масовою часткою) Pb, але й розміром частинок, що визначає більшу площу їх поверхні. Остання, як відомо, збільшується по мірі зменшення розміру наночастинок [16]. У той самий час дія ацетату

свинцю впродовж трьох місяців не спричинювала достовірних змін біохімічних показників.

Таким чином, встановлено, що в динаміці хронічного, впродовж трьох місяців впливу на непошкоджену шкіру лабораторних щурів неорганічних сполук Pb, представлених час-

тинками мікро- та нанометрового діапазону в печінці і нирках піддослідних щурів, які є основними органами-мішенями для неорганічних сполук свинцю, відбуваються зміни біохімічних показників, які переконливо свідчать про збільшення інтенсивності процесів ПОЛ і АОЗ організму.

Список літератури

1. Nervous system effects in rats on subacute exposure by lead containing nanoparticles via the airways / G. Oszlancz, A. Papp, A. Szabo et al. // *Inhalation Toxicology* – 2011. – Vol. 23. – P. 173–181.
2. Свинец и его действие на организм / А.И. Корбакова, Н.С. Сорокина, Н.Н. Молодкина и др. // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2001. – № 5. – С. 29–34.
3. *Ткаченко Т.А.* Біохімічні показники крові вагітних щурів за умов отруєння ацетатом свинцю / Т.А. Ткаченко, Н.М. Мельникова // *Современные проблемы токсикологии*. – 2008. – № 2. – С. 25–27.
4. *Дмитруха Н.М.* Характеристика імунотоксичної дії сполук свинцю з мікро- та наночастинками / Н.М. Дмитруха, С.П. Луговський // *Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки*. – 2014. – № 1–2. – С. 59–66.
5. *Baroli B.* Penetration of metallic nanoparticles in human full-thickness skin / B. Baroli, M.G. Ennas, F. Loffredo et al. // *J. Investigative Dermatology*. – 2007. – № 127. – P. 1701–1712.
6. Activity of superoxide dismutase and catalase in people protractedly exposed to lead compounds / S. Kasperczyk, E. Birkner, A. Kasperczyk et al. // *Ann. Agric. Environ. Med.* – 2004. – Vol. 11(2). – P. 291–296.
7. Long-term consequences of prenatal exposure to lead on brain development in rats / B.Y. Ryzhavska, O.A. Lebedko, D.S. Belolyubskaya, S.N. Baranova // *Neurosci. Behav. Physiol.* – 2008. – Vol. 38. – P. 145–148.
8. *Цудзевич Б.О.* Антиоксидантна система в тканинах щурів за умови інтоксикації важкими металами / Б.О. Цудзевич, І.В. Калінін, Н.А.Петрук // *Современные проблемы токсикологии*. – 2012. – № 2. – С. 36–39.
9. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними / Ю.М. Кожем'якін, О.С. Хромов, М.А. Філоненко, Г.А. Сайфетдінова. – К.: Авіцена, 2002. – 156 с.
10. European convention for the protection of vertebrate animal used for experimental and other scientific purposes. – Council of Europe, Strasbourg, 1986. – 53 p.
11. *Коробейникова Е.Н.* Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой / Е.Н. Коробейникова // *Лаб. дело*. – 1989. – № 7. – С. 8–9.
12. Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Е. Токарев // *Лаб. дело*. – 1988. – № 1. – С. 16–18.
13. *Дубинина Е.Е.* Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека / Е.Е. Дубинина, Л.Я. Сальникова, Л.Ф. Ефимова // *Лаб. дело*. – 1983. – № 10. – С. 30–33.
14. *Трахтенберг И.М.* Свинец и окислительный стресс / И.М. Трахтенберг, Т.К. Короленко, Н.А. Утко // *Соврем. пробл. токсикологии*. – 2001. – № 4. – С. 50–53.
15. *Першин О.І.* Оксидативний стрес в патогенезі дії ацетату свинцю / О.І. Першин // *Світ медицини та біології*. – 2014. – № 1. – С. 142–146.
16. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальні аспекти / Б. Патон, В. Москаленко, І. Чекман, Б.Мовчан // *Вісник НАН України*. – 2009. – № 6. – С. 18–26.

Н.А. Мельник

ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В ПЕЧЕНИ И ПОЧКАХ КРЫС ПРИ ДЕЙСТВИИ НА ИХ КОЖУ НАНОЧАСТИЦ PbS РАЗНОГО РАЗМЕРА

В трехмесячном эксперименте проведена оценка процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты в организме крыс при воздействии на их неповрежденную кожу наночастиц PbS размером 12,5 и 100 нм и раствора ацетата свинца. Выявлено, что наночастицы

PbS размером 12,5 и 100 нм способны вызвать в организме крыс нарушения в системе перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты организма. На это указывает увеличение в гомогенатах печени и почек подопытных крыс содержания ТБК-активных продуктов и снижение активности ферментов – каталазы и супероксиддисмутазы. Характер, спектр выраженности изменений биохимических показателей в органах-мишенях подопытных крыс свидетельствуют о том, что эффекты токсического действия наночастиц PbS при их длительном воздействии на неповрежденную кожу обусловлены не только дозой Pb, но и размером частиц.

Ключевые слова: наночастицы, свинец, перекисное окисление липидов, антиоксидантная система, кожа.

N.A. Melnyk

INDICATORS OF LIPID PEROXIDATION AND CONDITION OF ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM IN RATS' LIVER AND KIDNEYS WITH THE IMPACT OF DIFFERENT SIZED NANOPARTICLES PbS ON THE SKIN

Three months experiment estimated lipid peroxidation processes and antioxidant defense in the rats' organisms with the effect of nanoparticles PbS in size 12.5 and 100 nm and lead acetate on their unharmed skin. Nanoparticles in size 12.5 and 100 nm are found to be able to cause some damage in rats' organisms in the lipid peroxidation system and antioxidant defense. This is indicated by increase of number of TBC-active products and activity suppression of catalase and superoxide dismutase ferments in liver and kidneys homogenates of experimental rats. The character, range of severity changes of biochemical indicators in the organisms-targets of experimental rats testifies that the toxic effects of nanoparticles PbS during their long impact on unharmed skin are caused not only by the dose of Pb, and also by the size of particles.

Key words: nanoparticles, lead, peroxide oxidation of lipids, antioxidant system, skin.

Поступила 05.01.17.