

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН**

**ХОМИЧ НАТАЛІЯ ПЕТРІВНА**

**УДК 546.48:577.12:611.018.51**

**СТАН КЛІТИННОГО МЕТАБОЛІЗМУ У ТВАРИН ЗА ДІЇ  
ХРОМУ (VI) І ЗАСТОСУВАННЯ ВІТАМІНУ Е ТА СЕЛЕНУ**

**03.00.04 – біохімія**

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Львів – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Львівському національному аграрному університеті  
Міністерства освіти та науки України.

**Науковий керівник** – доктор біологічних наук, професор  
**Антоняк Галина Леонідівна,**  
Львівський національний університет імені Івана Франка,  
професор кафедри екології.

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Стапай Петро Васильович,**  
Інститут біології тварин НААН,  
головний науковий співробітник лабораторії живлення  
та біосинтезу продукції жуйних;

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Цехмістренко Світлана Іванівна,**  
Білоцерківський національний аграрний університет  
МОН України,  
завідувач кафедри органічної та біологічної хімії.

Захист відбудеться “   15   ”   березня   2016 року о 14.00 год.  
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.368.01 Інституту біології тварин  
НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. Василя Стуса, 38.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту біології тварин НААН  
за адресою: 79034, м. Львів, вул. Василя Стуса, 38.

Автореферат розісланий “   15   ”   лютого   2016 р.

**Вчений секретар**  
спеціалізованої вченої ради

**О. І. Віщур**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Хром (Cr) – перехідний метал, який у шестивалентному стані (Cr(VI)) виявляє токсичні, мутагенні та канцерогенні властивості (Fang Z. et al., 2014; Proctor D. M. et al., 2014; Saber T. M. et al., 2015). Розповсюдження сполук шестивалентного Хрому (хромати, дихромати) у компонентах природного середовища внаслідок антропогенної діяльності в індустріальних районах, невідповідного поводження з хромовмісними промисловими відходами спричиняє ризик надходження Cr(VI) в організм людини і сільськогосподарських тварин (Zhitkovich A., 2011; Saha R. et al., 2011; Sharma P. et al., 2012).

Під час контролю якості кормів, які використовують у годівлі тварин, зокрема, на територіях поблизу розташування гірничодобувних, металургійних, шкірообробних підприємств, виявлено, що концентрація Cr(VI) в них часто перевищує нормативні показники (Meluzzi A. et al., 1996; Li Y. et al., 2005; Wang J. et al., 2005; Hossain A. M. et al., 2007, 2009). Через це в деяких випадках уміст сполук Cr(VI) у скелетних м'язах і внутрішніх органах тварин, яких вирощують на тваринницьких фермах, а також у продуктах тваринництва перевищує допустимий рівень, що знижує якість продукції, шкідливо впливає на здоров'я тварин і людей (Li Y. et al., 2005; Cybulski W. et al., 2009; Tomza-Marciniak A. et al., 2011; Tariq M. et al., 2011).

Відомо, що токсичність Cr(VI) опосередковується утворенням активних форм кисню (АФК) під час його відновлення до Cr(III) за участю внутрішньоклітинних редуктантів, зокрема глутатіону (Bagchi D. et al., 2001; Wise S. et al., 2008; Yao H. et al., 2008). Однак специфіка впливу Cr(VI) на прооксидантно-антиоксидантний стан клітин і рівень акумуляції металу в тканинах за умов надходження дихромату в організм сільськогосподарських тварин з'ясована недостатньою мірою. Тому актуальні наукові дослідження метаболічних змін у внутрішніх органах, скелетному м'язі та лейкоцитах кроликів, зумовлених надходженням Cr(VI), і з'ясування можливості корекції порушень застосуванням антиоксидантів (вітамін Е та Селен).

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є фрагментом наукових досліджень кафедри екології та біології Львівського національного аграрного університету (наукова держбюджетна тема «Розробити системи моніторингу природного середовища в умовах сільськогосподарського виробництва», затверджена Міністерством аграрної політики України, № держреєстрації 0100U002334), де автор вивчала вплив Cr(VI) на метаболічні процеси в організмі тварин та можливість корекції порушень застосуванням антиоксидантів – вітаміну Е та Селену.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – з'ясувати окремі ланки механізмів впливу Cr(VI) на метаболізм та стан антиоксидантної системи у клітинах внутрішніх органів і скелетного м'яза та лейкоцитах крові кроликів і

білих щурів за умов надходження калію дихромату через травний тракт, дослідити можливість корекції метаболічних порушень в організмі кроликів та зменшення шкідливого впливу Cr(VI) на продуктивність тварин застосуванням вітаміну Е та Селену.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- дослідити вплив Cr(VI) дозою 5 мг/кг живої маси на процес пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), стан антиоксидантної системи та активність ензимів катаболізму моносахаридів у тканинах печінки, нирок, легень і лейкоцитах (лімфоцити, нейтрофільні гранулоцити) у модельному досліді на білих щурах за внутрішньошлункового уведенням  $K_2Cr_2O_7$  упродовж 21 доби;
- вивчити зміни активності ензимів енергетичного обміну, динаміку процесів ПОЛ і стан антиоксидантної системи в клітинах внутрішніх органів та скелетного м'яза кроликів за внутрішньошлункового введення Cr(VI) дозою 5,0 мг/кг живої маси у формі  $K_2Cr_2O_7$  впродовж 14 і 30 діб;
- дослідити рівень акумуляції Хрому в клітинах внутрішніх органів і скелетного м'яза кроликів за внутрішньошлункового введення Cr(VI) дозою 5,0 мг/кг живої маси у формі  $K_2Cr_2O_7$  впродовж 30 діб;
- з'ясувати коригувальний вплив Селену та вітаміну Е на процеси ПОЛ, стан антиоксидантної системи та акумуляцію Хрому в клітинах кроликів, інтоксикованих уведенням  $K_2Cr_2O_7$ , та можливість застосування цих антиоксидантів для корекції порушень в організмі тварин, зумовлених надходженням Cr(VI);
- проаналізувати вплив Cr(VI) за умов уведення  $K_2Cr_2O_7$  з питною водою впродовж 60 діб на показники продуктивності кроликів, з'ясувати вплив Селену та вітаміну Е на показники продуктивності тварин за умов щодобового надходження Cr(VI) з розрахунку 5 і 10 мг/кг живої маси.

*Об'єкт дослідження:* механізми впливу Хрому(VI) на процеси клітинного метаболізму, корекція метаболічних порушень, зумовлених надходженням та акумуляцією цього елемента в організмі тварин.

*Предмет дослідження:* показники процесів ліпопероксидації, антиоксидантної системи та енергетичного обміну в організмі тварин за умов уведення  $K_2Cr_2O_7$  через травний тракт, коригувальний вплив вітаміну Е та Селену на метаболічні процеси в клітинах і продуктивність тварин.

*Методи дослідження:* біохімічні (спектрофотометричні), цитологічні, фізичні (атомно-абсорбційний аналіз), зоотехнічні, статистичні.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше з'ясовано порушення в системі прооксиданти–антиоксиданти в лейкоцитах, легнях і скелетному м'язі тварин за умов внутрішньошлункового введення Cr(VI) у формі калію дихромату; констатовано, що за умов надходження Cr(VI) зміни в процесах ПОЛ, у стані антиоксидантної системи й активності ензимів енергетичного обміну в клітинах

крові та внутрішніх органів кроликів виразніші, ніж за надходження  $K_2Cr_2O_7$  в організм лабораторних щурів. Виявлено коригувальний вплив вітаміну Е та Селену на процеси ПОЛ і активність ензимів антиоксидантної системи й катаболізму моносахаридів у клітинах скелетного м'яза та внутрішніх органів тварин за умов надходження шестивалентного Хрому. Вперше визначено рівень акумуляції Хрому у внутрішніх органах і скелетному м'язі кроликів за тривалого надходження  $K_2Cr_2O_7$ ; уперше показано, що за введення Селену та вітаміну Е зменшується інтенсивність накопичення Хрому в клітинах тварин. З'ясовано, що надходження  $Cr(VI)$  негативно впливає на інтенсивність росту, якість м'яса і шерсті кроликів, а введення вітаміну Е та Селену послаблює шкідливий вплив  $Cr(VI)$  на показники продуктивності тварин.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати досліджень можна застосовувати під час розробки способів профілактики й корекції порушень клітинного метаболізму та імунної функції лейкоцитів крові в організмі сільськогосподарських тварин у разі споживання корму і питної води на територіях, забруднених сполуками  $Cr(VI)$  внаслідок антропогенної діяльності. Результати експериментальних досліджень щодо особливостей впливу  $Cr(VI)$  на організм тварин впроваджено в навчальний процес кафедри екології та біології Львівського національного аграрного університету і викладаються у курсах лекцій з екологічної біохімії, екології, екології людини й екологічної токсикології.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувач особисто виконала всі експериментальні дослідження, здійснила статистичне опрацювання результатів, проаналізувала наукові джерела та підготувала роботу до захисту. Планування експериментів, створення наукової концепції та аналіз отриманих результатів здійснено разом із науковим керівником. Участь співавторів у опублікованих статтях вказана в списку публікацій.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертаційної роботи були представлені на II конференції молодих учених (Варшава, 2006); міжнародних науково-практичних форумах: «Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти ефективного використання матеріально-технічної бази АПК», «Шляхи підвищення ефективності використання агроресурсного потенціалу», «Теоретичні і практичні аспекти розвитку агропромислового виробництва та сільських територій», «Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій» (Львів, 2008, 2009, 2011, 2012); міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 2012); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів «Екологічна безпека держави» (Київ, 2010); VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку» (Кіровоград, 2012); I Всеукраїнській науковій конференції студентів,

магістрантів, аспірантів та молодих учених «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, 2012); XI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і спеціалістів «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України» (Кіровоград, 2015); звітних наукових конференціях аспірантів і здобувачів Львівського національного аграрного університету (Дубляни, 2008–2011).

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи висвітлені в 16 наукових публікаціях. Зокрема, 6 статей опубліковані у наукових фахових виданнях (2 – у науковому журналі, 3 – у наукових вісниках, 1 – у науково-технічному бюлетені), решта – у збірниках тез доповідей та матеріалах наукових конференцій.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертація складається зі вступу, огляду літератури, опису методів досліджень, результатів досліджень, аналізу та узагальнення результатів досліджень, висновків і списку використаних джерел із 318 найменувань (із них 272 – латиницею) та 3 додатків. Робота викладена на 163 сторінках комп'ютерного тексту. Робота містить 20 таблиць і 10 рисунків, які займають 15 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Огляд літератури.** Проаналізовано сучасні наукові дані щодо розповсюдження та використання Хрому в промисловості, антропогенного поширення цього елемента в довкіллі, способи надходження в організм тварин і токсикологічних ефектів Cr(VI). Описано цитотоксичність, генотоксичність і канцерогенність сполук Cr(VI). Охарактеризовані вільнорадикальні реакції та компоненти антиоксидантної системи клітин.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили з використанням 30 безпородних білих щурів-самців масою 150–180 г і 65 кроликів-самців породи «шампань» дво- і тримісячного віку, яких утримували за умов віварію на стандартному раціоні з необмеженим доступом до води. Досліди та евтаназію тварин здійснювали з дотриманням вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних і наукових цілей» (Страсбург, 1986) та загальних етичних принципів експериментів на тваринах, схвалених на Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001).

Дослідження проводили у три етапи (рис. 1). На першому етапі проводили модельні експерименти з використанням лабораторних щурів, яких поділили на чотири групи: контрольну (К,  $n=15$ ) і три дослідні (Д1–Д3, по п'ять тварин у кожній). Щурам груп Д1–Д3 вводили у шлунок Cr(VI) дозою 5 мг/кг живої маси на добу у формі розчину  $K_2Cr_2O_7$  відповідно впродовж 7, 14 і 21 доби, а щурам контрольної групи – фізіологічний розчин за аналогічною схемою.

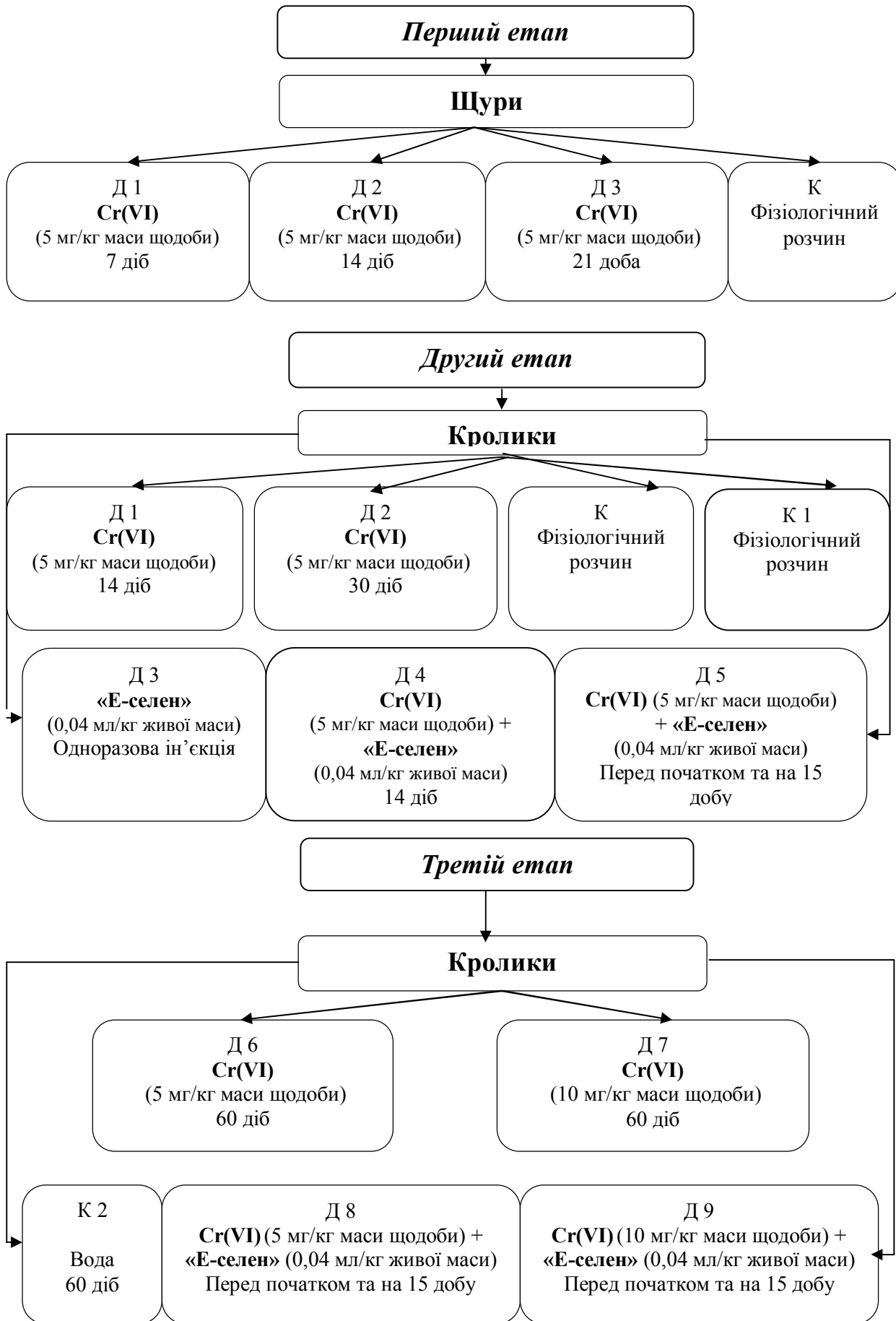


Рис. 1. Схема досліджень

На другому етапі проводили досліди з використанням семи груп кроликів породи «шампань» двомісячного віку: двох контрольних (К,  $n=10$ ), К1,  $n=5$ ) і п'яти дослідних (Д1–Д5,  $n=5$ ). Кроликам груп Д1 і Д2 вводили в шлунок розчин  $K_2Cr_2O_7$  (з розрахунку на надходження Cr(VI) дозою 5 мг/кг живої маси) щодоби відповідно впродовж 14 і 30 діб, а тваринам групи К – фізрозчин у такому самому об'ємі. Кроликам групи Д3 вводили вітамін Е і Селен у формі препарату «Е-Селен» (ЗАТ «Нита-Фарм») внутрішньом'язовою ін'єкцією рекомендованою в інструкції дозою – 0,04 мл/кг живої маси (0,02 мг Селену та 2,0 мг вітаміну Е), а групі К1 – фізіологічний розчин. Тваринам групи Д4 вводили в шлунок  $K_2Cr_2O_7$  (доза Cr(VI) – 5 мг/кг живої маси на добу) впродовж 14 діб і внутрішньом'язовою ін'єкцією – препарат «Е-Селен» (0,04 мл/кг живої маси) за 1 год. до першого введення калію дихромату. Кроликам групи Д5 вводили в шлунок  $K_2Cr_2O_7$  такою самою дозою щодоби впродовж 30 діб та внутрішньом'язово – препарат «Е-Селен» (0,04 мл/кг живої маси) двічі – перед початком введення  $K_2Cr_2O_7$  і на 15-ту добу досліду. Результати, отримані на цій стадії досліду, порівнювали з контролем (К) і даними, отриманими під час аналізу тварин груп Д1 і Д2.

На третьому етапі досліджували вплив Cr(VI) та антиоксидантів (вітамін Е та Селен) на продуктивність кроликів за умов надходження калію дихромату з питною водою. Дослід проводили впродовж 60 діб на кроликах породи «шампань» двомісячного віку, підготовчий період тривав 14 діб. У досліді використали п'ять груп кроликів: контрольну (К2) і чотири дослідні (Д6–Д9,  $n=5$ ). Тваринам груп Д6 і Д7 з питною водою давали розчин  $K_2Cr_2O_7$  із розрахунку на щодобове надходження Cr(VI) дозами відповідно 5 і 10 мкг/кг живої маси впродовж 60 діб. Кроликам групи Д8 і Д9 давали розчин  $K_2Cr_2O_7$  із питною водою дозами відповідно 5 і 10 мкг/кг живої маси впродовж 60 діб, а перед початком надходження  $K_2Cr_2O_7$  і через кожні 14 діб досліду робили ін'єкції препарату «Е-Селен» (0,04 мл/кг живої маси). Кроликам групи К2 давали питну воду без обмежень.

Як дослідний матеріал використовували кров, печінку, нирки, легені щурів та внутрішні органи, двоголовий м'яз стегна, кров і шерсть кроликів. Кров щурів отримували під час декапітації, а кроликів – пункцією вушної вени. Лімфоцити і нейтрофільні гранулоцити виділяли центрифугуванням (3 000 g, 15 хв) у градієнті густини сумішей фіколу і верографіну (Woyum A., 1968). Лізис лейкоцитів здійснювали додаванням 2,5 ммоль фосфатного буферу (рН 7,5) з подальшим триразовим заморожуванням-відтаванням суспензій клітин. Лізати центрифугували при 15 000 g упродовж 30 хв.

Органи і зразки скелетного м'яза, відібрані після евтаназії тварин, охолоджували, обмивали фізрозчином, подрібнювали й гомогенізували в 10 ммоль тріс-НСІ буфері (рН 7,5) за співвідношення між об'ємами тканини і буфера 1 : 4. Гомогенати центрифугували при 10 000 g упродовж 30 хв.



Під час третього етапу досліджень проводили забій кроликів контрольної і дослідних груп у віці 120 діб. Після забою тварин визначали масу внутрішніх органів: серця, легень, нирок, печінки, селезінки, брали проби шерсті для аналізу. Живу масу кроликів визначали зважуванням через кожні 7 діб, а в кінці досліду визначали передзабійну і забійну масу тіла.

Концентрацію продуктів ПОЛ (ТБК-реактивні продукти) визначали в реакції з 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБК) методом (Коробейников Е. Н., 1989), вміст відновленого глутатіону – за інтенсивністю утворення 5-тіо-2-нітробензойної кислоти в реакції з 5,5'-ди-тіо-біс (-2-нітробензойною) кислотою (G. L. Ellman, 1959). Активність супероксиддисмутази (СОД, КФ 1.15.1.1) з'ясовували за рівнем інгібування ензимом процесу відновлення нітросинього тетразолію за наявності NADH і феназинметасульфату (Дубинина Е. Е. и соавт., 1983), глутатіонпероксидази (КФ 1.11.1.9) – за рівнем окиснення відновленого глутатіону під час інкубації з *трет*-бутилгідропероксидом (Моин В. М., 1986), глутатіонредуктази (КФ 1.6.4.2) – за інтенсивністю відновлення глутатіону за наявності NADPH (Goldberg D. M., Spooner R. J., 1983). Каталазну активність визначали в реакції з  $H_2O_2$  (Королюк М. А. и соавт., 1988). Лактатдегідрогеназну активність (ЛДГ, КФ 1.1.1.27) визначали за інтенсивністю відновлення пірувату в реакції з NADH (Charman R. et al., 1962), глюкозо-6-фосфатдегідрогеназну (Г-6-ФДГ, КФ 1.1.1.49) – за рівнем окиснення глюкозо-6-фосфату за наявності NADP (Deutsch J., 1983). Активність ензимів перераховували на 1 мг білка. Вміст білка визначали методом (Lowry O. H. et al., 1951), вміст Хрому в клітинах скелетного м'яза і внутрішніх органів (печінка, нирки, легені, серце, селезінка) – за допомогою атомно-абсорбційної спектрофотометрії (Пупышев А. А., 2009). Статистичний аналіз результатів проводили, враховуючи критерій Стьюдента, з використанням стандартних комп'ютерних програм.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

**Вплив Хрому(VI) на прооксидантно-антиоксидантний метаболізм та окремі ланки катаболізму моносахаридів у клітинах внутрішніх органів і лейкоцитах білих щурів.** У модельному досліді з'ясовано, що введення Cr(VI) у складі  $K_2Cr_2O_7$  зумовлює накопичення кінцевих продуктів ПОЛ, впливає на стан антиоксидантної системи та ензими катаболізму моносахаридів у клітинах внутрішніх органів і лейкоцитах лабораторних щурів. Зокрема, на 21-шу добу досліджень вміст ТБК-активних продуктів підвищується в печінці, нирках й легенях відповідно на 39,2, 63,9 і 33,4% ( $p < 0,05-0,01$ ). У лімфоцитах цей показник зростає в 1,8 разу на 14-ту добу ( $p < 0,01$ ), а в нейтрофільних гранулоцитах – в 1,9 і 1,6 разу ( $p < 0,001-0,01$ ) відповідно на 14-ту і 21-шу доби експерименту.

Накопичення продуктів ПОЛ у органах щурів супроводжується збільшенням активності СОД на різних стадіях досліджень, а саме: у печінці – на

58,3 % на 14-ту добу ( $p < 0,05$ ), у нирках – на 34,7 % на 21-шу добу ( $p < 0,05$ ), а в легенях – на 14-ту і 21-шу доби відповідно на 81,1 і 64,9 % ( $p < 0,01$ ). Глутатіонпероксидаза в клітинах печінки, нирок і легень активується на 7-му та 14-ту доби досліджу (  $p < 0,05–0,001$ ), а каталазна активність у органах тварин змінюється по-різному: у печінці та нирках пригнічується на 21-шу добу ( $p < 0,01$ ), а в легенях підвищується на початковій стадії експерименту (7-ма доба,  $p < 0,001$ ). Глутатіонредуктазна активність зростає в печінці та легенях щурів, відповідно, на 14-ту і 21-шу доби досліджу ( $p < 0,001–0,05$ ).

Супероксиддисмутазна активність лімфоцитів щурів зростає на 7-му і 14-ту доби експерименту, відповідно, в 3,1 і 4,8 разу ( $p < 0,001$ ), а в нейтрофільних гранулоцитах – лише на 7-му добу (на 40 %,  $p < 0,05$ ). Каталаза активується на 7-му добу досліджу в обох популяціях лейкоцитів, а на 14-ту і 21-шу доби знижується в лімфоцитах відповідно на 42,1 і 43,9 % ( $p < 0,001$ ), а в нейтрофілах – на 32,9 і 66,3 % ( $p < 0,01–0,001$ ). Глутатіонпероксидазна активність лімфоцитів пригнічується на 14-ту добу експерименту на 31,6 % ( $p < 0,01$ ), а нейтрофілів – на 7-му та 14-ту доби відповідно на 21,8 і 37,2 % ( $p < 0,05–0,01$ ). Активність глутатіонредуктази у лімфоцитах щурів зростає на 21-шу добу введення  $K_2Cr_2O_7$  ( $p < 0,01$ ), а в нейтрофілах, навпаки, інгібується на 7-му і 14-ту доби, відповідно, на 21,8 і 37,2 % ( $p < 0,05–0,01$ ).

У тканинах печінки щурів, яким вводили  $K_2Cr_2O_7$  впродовж 7, 14 і 21 доби, відбувається активація лактатдегідрогенази відповідно в 4,9, 6,0 і 2,4 разу ( $p < 0,05–0,001$ ), а глюкозо-6-фосфатдегідрогеназна активність зростає на 7-му і 14-ту доби досліджу відповідно на 85,4 і 168,1 % ( $p < 0,001$ ). У тканинах легень активність ЛДГ зростає на 21-шу добу експерименту на 77,5 % ( $p < 0,001$ ).

Зміни активності ензимів катаболізму моносахаридів у нейтрофілах щурів дослідних груп полягають у інгібуванні Г-6-ФДГ більш ніж удвічі на 7-му і 14-ту доби досліджу ( $p < 0,001$ ) та активації лактатдегідрогенази впродовж цих діб відповідно в 2,4 і 2,5 разу ( $p < 0,001$ ). Активність Г-6-ФДГ у лімфоцитах інгібується на 34,5 % на 7-му добу ( $p < 0,01$ ), проте підвищується порівняно з контролем на 21-шу добу експерименту ( $p < 0,05$ ).

**Вплив Хрому(VI) на процес пероксидного окиснення ліпідів, антиоксидантну систему та ензими енергетичного обміну в клітинах кроликів.** Результати досліджень свідчать (табл. 1), що після 30-добового введення  $K_2Cr_2O_7$  вміст ТБК-активних продуктів у печінці, нирках й легенях кроликів зростає відповідно на 48,9, 117,3 і 58,4 % ( $p < 0,01–0,001$ ), а в скелетному м'язі – у 2,4 разу ( $p < 0,001$ ).

Стимуляція процесів ПОЛ супроводжується змінами активності ензимів-антиоксидантів, насамперед інгібуванням супероксиддисмутази у печінці, нирках і скелетному м'язі та каталази – в усіх досліджуваних тканинах кроликів після 30-добового введення  $K_2Cr_2O_7$  ( $p < 0,05–0,001$ ).

**Вплив Хрому(VI) на вміст ТБК-активних продуктів у тканинах внутрішніх органів і м'яза кроликів, нмоль/г тканини ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )**

Орган	Контроль	Уведення $K_2Cr_2O_7$	
		14 діб	30 діб
Печінка	27,12±1,76	35,34±2,47*	40,38±2,60**
Нирки	31,75±1,80	57,06±3,65**	68,95±3,92***
Легені	20,97±1,43	41,26±3,22**	33,21±2,07**
Скелетний м'яз	4,67±0,29	16,24±1,14***	11,41±0,90***

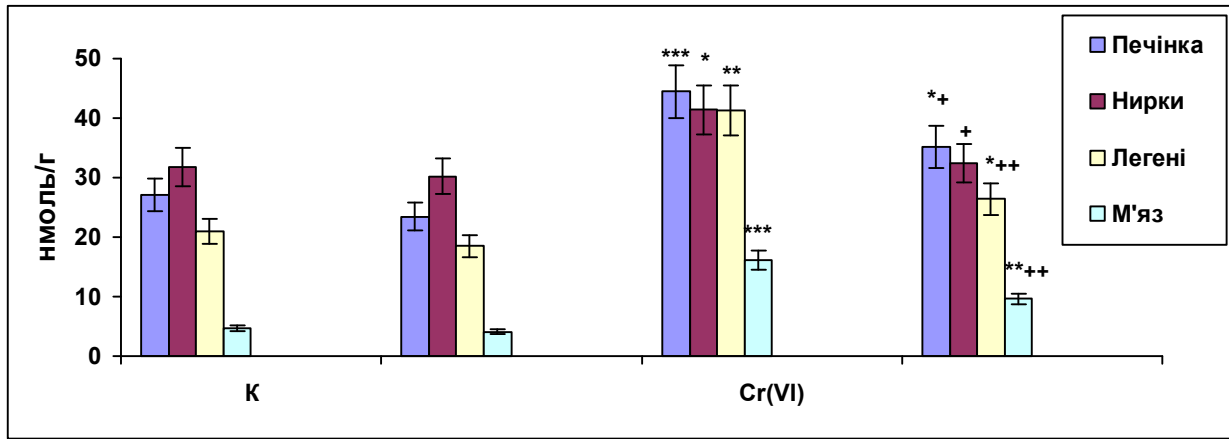
Примітка. Вірогідність різниць між контрольною та дослідними групами тварин: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Глутатіонпероксидазна активність зростає на 14-ту добу досліду в усіх досліджуваних органах із найвиразнішим підвищенням у легенях – в 3,15 разу ( $p < 0,001$ ). У тканинах нирки цей показник збільшується на 128 % ( $p < 0,001$ ), у гепатоцитах і клітинах м'яза – відповідно на 60,4 і 27,9 % ( $p < 0,05$ ). На 30-ту добу досліджень глутатіонпероксидазна активність наближається до контролю у клітинах печінки, нирки і скелетного м'яза, а в легенях і далі вища від значень, властивих тваринам контрольної групи, на 28,5 % ( $p < 0,05$ ).

Глутатіонредуктазна активність у органах кроликів дослідних груп змінюється по-різному: зростає на 14-ту добу в печінці ( $p < 0,05$ ), проте пригнічується в тканинах нирок, легень і скелетного м'яза відповідно на 65,9, 31,1 % і в 2,3 разу ( $p < 0,05-0,001$ ) на 30-ту добу експерименту водночас зі зменшенням вмісту відновленого глутатіону в цих тканинах на 20,8–29,5 % ( $p < 0,05-0,01$ ).

Уведення калію дихромату впродовж 30 діб спричиняє підвищення лактатдегідрогеназної активності в клітинах печінки, нирок і скелетного м'яза кроликів відповідно в 5,8, 3,7 і 4,5 разу ( $p < 0,001$ ), а в клітинах легень – на 42 % ( $p < 0,05$ ). За таких умов глюкозо-6-фосфатдегідрогеназна активність у гепатоцитах зростає на 139,2 % ( $p < 0,001$ ), а в клітинах легень і скелетного м'яза – зменшується відповідно на 64,7 і 33,7 % ( $p < 0,001-0,05$ ).

**Вплив вітаміну Е та Селену на прооксидантно-антиоксидантний метаболізм у клітинах кроликів за надходження Хрому(VI).** Отримані результати вказують (рис. 2), що після введення вітаміну Е та Селену в органах кроликів, які зазнавали впливу  $Cr(VI)$  впродовж 14 діб, зменшується вміст продуктів ПОЛ порівняно з рівнем, визначеним у тварин, які отримували лише  $K_2Cr_2O_7$  ( $p < 0,05-0,01$ ). Найвиразніший ефект антиоксидантів виявлений у клітинах нирок (нормалізація вмісту ТБК-активних продуктів) і в скелетному м'язі – зменшення вмісту продуктів ПОЛ на 142,2 % ( $p < 0,01$ ). Зменшення вмісту продуктів ліпопероксидації у скелетному м'язі під впливом вітаміну Е та Селену сприяє покращанню споживчої якості м'яса у тварин, які зазнають впливу  $Cr(VI)$ .



**Рис. 2. Вплив Cr(VI) та антиоксидантів на вміст ТБК-активних продуктів у клітинах внутрішніх органів і м'яза кроликів, нмоль/г тканини (M±m, n=5)**

Примітки. На цій і наступній діаграмах \*, \*\*, \*\*\* – вірогідність різниць між контрольною і дослідними групами (\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ ); +, ++ – вірогідність різниць між групою кроликів, яким вводили  $K_2Cr_2O_7$ , і тваринами, яким вводили  $K_2Cr_2O_7$  та антиоксиданти (+ –  $p < 0,05$ ; ++ –  $p < 0,01$ ).

Результати досліджень стану антиоксидантної системи м'яза кроликів, яким вводили вітамін Е та Селен на тлі щодобового надходження Cr(VI), свідчать, що антиоксиданти сприяють нормалізації активності супероксиддисмутази, а каталазна і глутатіонпероксидазна активність зростає ( $p < 0,05-0,01$ ) порівняно з клітинами кроликів, які зазнавали впливу Cr(VI). Глутатіонредуктазна активність і концентрація GSH у м'язі кроликів, які отримували  $K_2Cr_2O_7$  та антиоксиданти, збільшуються порівняно з контролем ( $p < 0,05-0,001$ ), окрім цього, вміст GSH зростає порівняно з рівнем, зафіксованим у тварин, яким вводили Хром(VI) ( $p < 0,01$ ). Водночас уведення вітаміну Е та Селену кроликам, які зазнавали впливу Cr(VI), сприяє активації глюкозо-6-фосфатдегідрогенази на 140 % ( $p < 0,001$ ) і зменшенню лактатдегідрогеназної активності в 3,2 разу ( $p < 0,001$ ) порівняно з клітинами м'яза тварин, яким вводили лише  $K_2Cr_2O_7$ .

Уведення вітаміну Е та Селену на тлі інтоксикації Хромом(VI) впливає на окремі ланки метаболізму і в лейкоцитах кроликів, сприяючи наближенню вмісту продуктів ПОЛ у лімфоцитах і нейтрофільних гранулоцитах до контрольного рівня. Такий ефект супроводжується підвищенням глутатіонпероксидазної, каталазної та глюкозо-6-фосфатдегідрогеназної активності в лейкоцитах над значеннями, зафіксованими у тварин, яким вводили  $K_2Cr_2O_7$  ( $p < 0,05-0,001$ ), та водночас нормалізацією активності каталази, Г-6-ФДГ і лактатдегідрогенази.

**Вплив калію дихромату й антиоксидантів на акумуляцію Хрому в органах кроликів та показники продуктивності тварин.** Результати досліджень вмісту Хрому в печінці, нирках, легенях, серці, селезінці та скелетному м'язі кроликів контрольної групи свідчать, що цей елемент неоднаково відкладається в органах тварин. Найвищий рівень акумуляції Хрому

спостерігали в тканинах нирок, а найменший – у тканинах легень кроликів (рис. 3). За інтенсивністю накопичення Хрому органи кроликів контрольної групи можна розташувати в такому порядку: нирки > селезінка > печінка > серце > скелетний м'яз > легені.

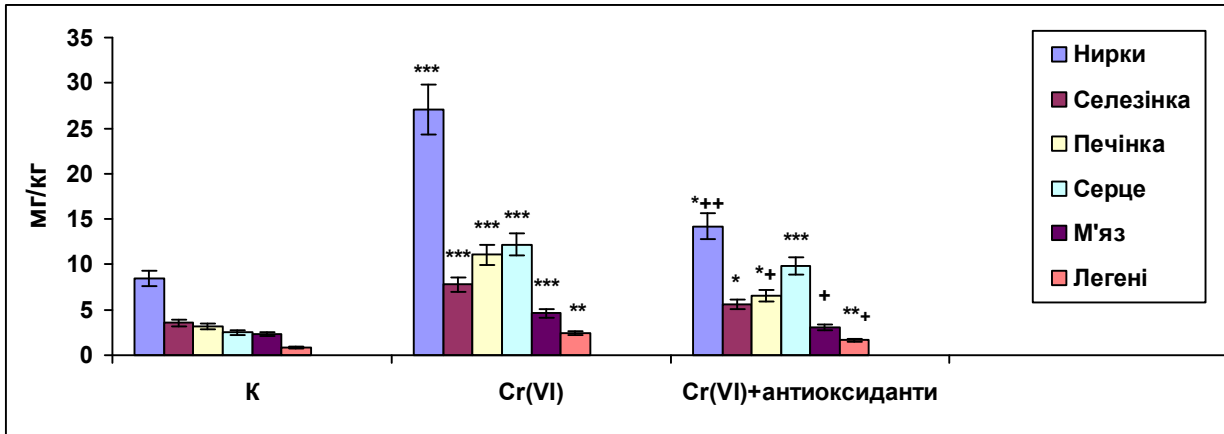


Рис. 3. Акумуляція Хрому в органах кроликів за умов уведення  $K_2Cr_2O_7$  та  $K_2Cr_2O_7$  і антиоксидантів

Після 30-добового уведення  $K_2Cr_2O_7$  вміст Хрому в органах кроликів значно зростає, зокрема, в серцевому м'язі – в 4,85 разу, печінці – в 3,46 разу, нирках – у 3,21 разу, легенях – у 2,75 разу, селезінці – в 2,2 разу, а в скелетному м'язі – в 1,99 разу ( $p < 0,01-0,001$ ). Залежно від концентрації Хрому розподіл органів у кроликів, яким упродовж 30 діб вводили Cr(VI), такий: нирки > серце > печінка > селезінка > скелетний м'яз > легені.

Застосування вітаміну Е та Селену сприяє зниженню рівня накопичення Хрому в органах кроликів за умов уведення Cr(VI). Концентрація Хрому за таких умов виявляє динаміку до нормалізації в аналізованих органах тварин, а в тканинах нирок, печінки, легень, скелетного м'яза значно зменшується порівняно з тканинами кроликів, яким вводили  $K_2Cr_2O_7$  ( $p < 0,05-0,01$ ).

За умов тривалого надходження Cr(VI) з питною водою зменшується жива маса тварин (табл. 2), змінюється маса печінки, нирок, серця, легень. Уведення вітаміну Е та Селену кроликам, які зазнавали щодобового надходження  $K_2Cr_2O_7$ , сприяє поліпшенню росту та збільшенню маси тіла порівняно з групою тварин, які отримували лише  $K_2Cr_2O_7$ .

Аналіз маси внутрішніх органів кроликів дослідних груп свідчить, що цей показник залежить від рівня надходження Cr(VI) в організм тварин. Так, 60-добове надходження Cr(VI) дозою 5 мг/кг здебільшого не впливає на масу органів, а за надходження Cr(VI) дозою 10 мг/кг збільшується маса печінки і легень відповідно на 31,8 і 52 % ( $p < 0,01-0,001$ ) та зменшується маса серця і селезінки майже на 30 % ( $p < 0,01-0,001$ ). Під впливом вітаміну Е та Селену маса печінки зменшується ( $p < 0,05$ ) порівняно з показником, зафіксованим у кроликів,

яким вводили  $K_2Cr_2O_7$ , маса легень і серця наближається до значень властивих тваринам контрольної групи, однак маса селезінки зростає порівняно з контролем на 35,7 % ( $p < 0,01$ ).

Таблиця 2

**Середня жива маса кроликів, яким вводили вітамін Е та Селен на тлі надходження Cr(VI) з питною водою**

Умови досліджень	Маса тварин, г				
	перед початком досліджу	30-та доба		60-та доба	
		маса	приріст	маса	приріст
Контроль	1200	1780	580	2350	1150
Cr(VI) 5 мг/кг маси	1050	1520	470	1940	890
Cr(VI) 5 мг/кг маси + антиоксиданти	1050	1520	470	1940	890
Cr(VI) 10 мг/кг маси	1150	1510	360	1830	730
Cr(VI) 10 мг/кг маси + антиоксиданти	1090	1620	530	2000	910

Згідно з результатами досліджень, за умов щодобового надходження Cr(VI) дозою 10 мг/кг з питною водою зменшується міцність шерсті кроликів на 12,8 % ( $p < 0,05$ ), а надходження токсиканта дозами 5 і 10 мг/кг маси призводить до зменшення тонини остьових волокон відповідно на 19,8 і 12,0 % ( $p < 0,05-0,01$ ), а пухових – відповідно на 32,3 і 18,3 % ( $p < 0,05-0,001$ ). Уведення вітаміну Е та Селену сприяє нормалізації міцності шерсті. Зокрема, збільшується значення цього показника на 27,3 % ( $p < 0,01$ ) порівняно зі значенням у тварин, яким вводили лише  $K_2Cr_2O_7$ , нормалізується тонина остьових і пухових волокон, підвищується тонина ості порівняно з показником у кроликів, які отримували Cr(VI) з розрахунку 5 мг/кг живої маси ( $p < 0,01$ ).

## ВИСНОВКИ

Досліджено вплив шестивалентного Хрому на метаболізм у тканинах печінки, нирок, легень, скелетного м'яза та в лейкоцитах тварин (кролики, білі щури) за внутрішньошлункового введення цього елемента у формі  $K_2Cr_2O_7$  дозою 5,0 мг/кг живої маси, проаналізовано показники продуктивності кроликів за надходження Cr(VI) з питною водою дозами 5 і 10 мг/кг живої маси; з'ясовано рівень акумуляції Хрому в органах кроликів та можливість корекції метаболічних порушень, зумовлених надходженням Cr(VI), покращення показників продуктивності тварин застосуванням вітаміну Е та Селену.

1. Внутрішньошлункове введення  $K_2Cr_2O_7$  кроликам і щурам упродовж відповідно 30 і 21 доби призводить до накопичення кінцевих продуктів пероксидного окиснення ліпідів та змін активності ензимів антиоксидантної

системи в тканинах печінки, нирок та легенів тварин. У нирках щурів і кроликів, яким вводили  $K_2Cr_2O_7$ , рівень процесів ліпопероксидації більший, ніж у печінці, і в обох цих органах вміст продуктів ПОЛ найвиразніше зростає наприкінці дослідного періоду. У легенях тварин вміст продуктів ПОЛ найвиразніше зростає на 14-ту добу досліджень.

2. Щодобове уведення  $K_2Cr_2O_7$  підвищує активність СОД у печінці, нирках та легенях щурів ( $p < 0,05-0,01$ ) на 14-ту і 21-шу доби досліду, але знижує активність ензиму в печінці та нирках кроликів на 30-ту добу ( $p < 0,05-0,01$ ); зумовлює активацію глутатіонпероксидази в органах кроликів і щурів ( $p < 0,05-0,001$ ) на 14-ту добу досліду. Глутатіонредуктазна активність у гепатоцитах кроликів і щурів зростає на 14-ту добу ( $p < 0,05-0,001$ ), а в нирках та легенях кроликів знижується на 21-шу добу експерименту ( $p < 0,05-0,01$ ); каталазна активність пригнічується в печінці та нирках кроликів і щурів відповідно на 30-ту і 21-шу доби досліду ( $p < 0,01-0,001$ ).

3. Щодобове надходження  $Cr(VI)$  спричиняє активацію глюкозо-6-фосфатдегідрогенази в печінці щурів із 7-ї по 14-ту доби ( $p < 0,001$ ), а кроликів – на 30-ту добу ( $p < 0,001$ ), проте зумовлює пригнічення активності Г-6-ФДГ в легенях кроликів на 30-ту добу експерименту ( $p < 0,001$ ). Активність ЛДГ в тканинах внутрішніх органів кроликів та легенях щурів зростає на кінцевій стадії досліду ( $p < 0,05-0,001$ ), а в печінці щурів – упродовж усього періоду досліджень ( $p < 0,05-0,001$ ).

4. За щодобового уведення  $K_2Cr_2O_7$  у лейкоцитах кроликів і щурів підвищується вміст ТБК-активних продуктів ( $p < 0,05-0,001$ ), причому в нейтрофільних гранулоцитах процеси ПОЛ інтенсифікуються більшою мірою, ніж у лімфоцитах. Зміни активності ензимів антиоксидантної системи лімфоцитів і нейтрофілів за умов надходження  $Cr(VI)$  характеризуються особливостями, залежно від типу метаболізму в популяціях лейкоцитів.

5. За внутрішньошлункового введення  $K_2Cr_2O_7$  відбувається стимуляція процесів ПОЛ та накопичення ТБК-активних продуктів ( $p < 0,001$ ) у скелетному м'язі кроликів, що супроводжується змінами в системі антиоксидантного захисту: активацією СОД і глутатіонпероксидази, збільшенням вмісту відновленого глутатіону ( $p < 0,05$ ), проте пригніченням каталазної активності ( $p < 0,001$ ). Водночас лактатдегідрогеназна і глюкозо-6-фосфатдегідрогеназна активність скелетного м'яза зростає ( $p < 0,05-0,001$ ).

6. Уведення Селену та вітаміну Е зменшує інтенсивність процесів ПОЛ у клітинах внутрішніх органів, скелетному м'язі та лейкоцитах кроликів, які зазнавали впливу шестивалентного Хрому ( $p < 0,05-0,01$ ). У м'язах, лімфоцитах та нейтрофілах кроликів уведення антиоксидантів зумовлює нормалізацію супероксиддисмутазної активності, підвищення глутатіонпероксидазної, глутатіонредуктазної та глюкозо-6-фосфатдегідрогеназної активності, збільшення

вмісту відновленого глутатіону та зниження лактатдегідрогеназної активності ( $p < 0,05-0,01$ ).

7. Уведення  $K_2Cr_2O_7$  впродовж 30 діб зумовлює зростання рівня акумуляції Хрому в клітинах нирок, печінки, легень, селезінки, серцевого та скелетного м'язів кроликів ( $p < 0,01-0,001$ ). Застосування вітаміну Е та Селену на тлі надходження  $Cr(VI)$  зменшує інтенсивність накопичення Хрому в усіх органах порівняно з рівнем у тварин, яким не вводили антиоксиданти.

8. Із застосуванням вітаміну Е та Селену на тлі 60-добового надходження  $Cr(VI)$  у формі  $K_2Cr_2O_7$  з питною водою дозами 5 і 10 мг/кг живої маси зменшується зумовлена введенням  $Cr(VI)$  втрата маси тіла кроликів, а також маса печінки порівняно з показниками у тварин, яким вводили  $Cr(VI)$ , нормалізується маса легень і серця кроликів.

9. Тривале введення  $K_2Cr_2O_7$  з питною водою призводить до зменшення міцності шерсті кроликів, тонини остьових та пухових волокон. Застосування вітаміну Е та Селену послаблює несприятливий вплив  $Cr(VI)$  на міцність і тонину шерсті і, таким чином, нормалізує показники її якості за умов надходження шестивалентного Хрому.

### ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою зменшення шкідливих наслідків та профілактики впливу сполук шестивалентного Хрому на організм кроликів за умов ведення кролівництва на територіях, забруднених хромовмісними викидами промислових підприємств, рекомендовано вводити тваринам вітамін Е в комплексі з Селеном через кожні 14 діб дозою 2 мг вітаміну Е та 0,02 мг Селену на 1 кг живої маси.

### СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Хомич Н. П.** Вплив Хрому(VI) на активність ферментів енергетичного метаболізму в гепатоцитах тварин / Н. П. Хомич, Н. Є. Панас, Г. Л. Антоняк // Вісник Львівського НАУ. – Львів, 2009. – № 13. – С. 411–414. *(Дисертант брала участь у постановці дослідів, виконала дослідження активності глюкозо-6-фосфатдегідрогенази та лактатдегідрогенази і статистичну обробку отриманих даних, брала участь у аналізі результатів і написанні статті).*

2. Антоняк Г. Л. Вплив катіонів хрому на активність ферментів антиоксидантної системи в нейтрофільних гранулоцитах білих щурів / Г. Л. Антоняк, **Н. П. Хомич**, Н. Є. Панас // НТБ Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. – Львів, 2010. – Вип. 11, № 2–3. – С. 15–18. *(Дисертант брала участь у постановці дослідів, виконала дослідження активності ензимів антиоксидантної системи та статистичну обробку результатів, брала участь у аналізі отриманих даних і написанні статті).*



3. **Хомич Н. П.** Зміни активності ферментів антиоксидантної системи лімфоцитів білих щурів за дії сполук хрому / Н. П. Хомич, Г. Л. Антоняк, Н. Є. Панас, О. Б. Скаб // Вісник Львівського НАУ. – Львів, 2013. – № 17 (2). – С. 418–422. *(Дисертант брала участь у постановці досліду, виконала дослідження активності ензимів антиоксидантної системи та статистичну обробку результатів, брала участь у аналізі отриманих даних і написанні статті).*

4. Антоняк Г. Л. Вплив шестивалентного Хрому на активність ензимів гліколізу та пентозофосфатного шляху в лейкоцитах крові кроликів / Г. Л. Антоняк, **Н. П. Хомич** // Біологія тварин. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 21–28. *(Дисертант брала участь у постановці досліду, виконала дослідження активності ензимів, статистичну обробку результатів, брала участь у аналізі отриманих даних і написанні статті).*

5. **Хомич Н. П.** Вплив Хрому (VI) і препарату «Е-селен» на пероксидне окиснення ліпідів, антиоксидантну систему та ензими енергетичного обміну в скелетному м'язі кроликів / Н. П. Хомич, Г. Л. Антоняк // Сільський господар. – 2015. – № 4-6, С. 13–17. *(Дисертант брала участь у постановці досліду, виконала дослідження вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активності ензимів, здійснила статистичну обробку результатів, брала участь у аналізі отриманих даних і написанні статті).*

6. **Хомич Н. П.** Вплив Хрому(VI) на процес пероксидації ліпідів і стан антиоксидантної системи в клітинах печінки, нирки та легень кроликів / Н. П. Хомич, Г. Л. Антоняк // Науковий вісник Львівського НУВМ ім. С. З. Гжицького. – Львів, 2015. – Т. 17, № 3 (63). – С. 431–436. *(Дисертант брала участь у постановці досліду, виконала дослідження вмісту продуктів ПОЛ та активності ензимів, здійснила статистичну обробку даних, брала участь у аналізі результатів і написанні статті).*

7. Zhylishchych Y. The effects of iron on the system of haematopoiesis in young animal / Y. Zhylishchych, L. Biletska, **N. Homych**, N. Panas, H. Antonyak // Materiały II Ogólnopolskiej Młodzieżowej Konferencji Naukowej «Młodzi naukowcy – Praktyce rolniczej». – Rzeszow, 2006. – S. 166. *(Дисертант брала участь у аналізі результатів і написанні статті).*

8. Скаб О. Б. Вплив шестивалентного Хрому на активність лактатдегідрогенази і глюкозо-6-фосфатдегідрогенази в еритроцитах щурів / О. Б. Скаб, **Н. П. Хомич**, Н. Є. Панас // Матеріали міжнародного науково-практичного форуму «Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти ефективного використання матеріально-технічної бази АПК». – Львів, 2008. – С. 107–109. *(Дисертант брала участь у аналізі результатів і написанні статті).*

9. **Хомич Н. П.** Вплив дихромату калію на лактатдегідрогеназну і глюкозо-6-фосфатдегідрогеназну активність в лейкоцитах білих щурів / Н. П. Хомич, Г. Л. Антоняк, Н. Є. Панас // Матеріали міжнародного науково-практичного форуму «Шляхи підвищення ефективності використання агроресурсного

потенціалу». – Львів, 2009. – С. 44–48. (*Дисертант брала участь у постановці дослідю, виконала дослідження активності ензимів і статистичну обробку результатів, брала участь у аналізі отриманих даних і написанні статті*).

10. **Хомич Н. П.** Динаміка активності деяких ферментів енергетичного обміну в окремих популяціях лейкоцитів білих щурів за умов тривалого надходження біхромату калію // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Екологічна безпека держави». – Київ, 2010. – С. 109–110. (*Дисертант виконала дослідження, проаналізувала результати і написала статтю*).

11. **Хомич Н. П.** Вплив Хрому(VI) на активність ферментів антиоксидантної системи в гепатоцитах тварин / Н. П. Хомич, Н. Є. Панас, О. Б. Скаб // Матеріали міжнародного науково-практичного форуму «Теоретичні і практичні аспекти розвитку агропромислового виробництва та сільських територій». – Львів, 2011. – С. 146–149. (*Дисертант брала участь у постановці дослідю, виконала дослідження активності ензимів і статистичну обробку результатів, брала участь у аналізі отриманих даних і написанні статті*).

12. **Хомич Н. П.** Зміни активності ферментів катаболізму моносахаридів лейкоцитів крові щурів за умов тривалого надходження калію біхромату / Н. П. Хомич, О. Б. Скаб // Матеріали 1-ї Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». – Харків, 2012. – С. 187–189. (*Дисертант брала участь у постановці дослідю, виконала дослідження активності ензимів і статистичну обробку даних, брала участь у аналізі результатів і написанні статті*).

13. Скаб О. Б. Вплив катіонів Хрому (VI) на динаміку активності ферментів енергетичного обміну в еритроцитах тварин залежно від шляху надходження токсиканта / О. Б. Скаб, Н. Є. Панас, **Н. П. Хомич** // Матеріали 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії». – Запоріжжя, 2012. – С. 292–294. (*Дисертант брала участь у аналізі отриманих даних і написанні статті*).

14. Скаб О. Б. Хром у компонентах навколишнього середовища / О. Б. Скаб, **Н. П. Хомич**, Т. Б. Багдай, Г. Л. Антоняк // Матеріали 8-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку». – Кіровоград, 2012. – С. 217–220. (*Дисертант брала участь у аналізі джерел наукової літератури та написанні статті*).

15. Антоняк Г. Л. Особливості обміну Хрому в організмі людини і тварин / Г. Л. Антоняк, О. Б. Скаб, **Н. П. Хомич**, Н. Є. Панас // Матеріали міжнародного науково-практичного форуму «Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій». – Львів, 2012. –

С. 86–91. (Дисертант брала участь у аналізі джерел наукової літератури та написанні статті).

16. Скаб О. Б. Ріст і розвиток молодняку кроликів та якість мяса за сумісної дії  $K_2Cr_2O_7$  та препарату «Е-Селен» / О. Б. Скаб, **Н. П. Хомич**, Г. Л. Антоняк // Матеріали 11-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (до 100 річниці з Дня народження О. В. Гілатова) «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України». – Кіровоград, 2015. – С. 158–160. (Дисертант брала участь у постановці досліду, виконанні досліджень впливу вітаміну Е та Селену на продуктивність тварин, брала участь у аналізі результатів і написанні статті).

## АНОТАЦІЇ

**Хомич Н. П. Стан клітинного метаболізму у тварин за дії Хрому (VI) і застосування вітаміну Е та Селену. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.04 – біохімія. – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2016.

Дисертація присвячена дослідженню біохімічних механізмів впливу Хрому(VI) на метаболізм і стан антиоксидантної системи в клітинах внутрішніх органів, скелетного м'яза та лейкоцитах кроликів і білих щурів за внутрішньошлункового введення цього елемента дозою 5 мг/кг маси у формі  $K_2Cr_2O_7$  впродовж відповідно 30- і 21-добового періоду, з'ясуванню впливу Хрому(VI) на продуктивність кроликів за щодобового надходження з питною водою (60 діб дозами 5 і 10 мг/кг маси) і корекції метаболічних порушень уведенням антиоксидантів – вітаміну Е та Селену.

З'ясовано, що надходження Хрому(VI) впливає на прооксидантно-антиоксидантний стан клітин, спричиняє накопичення продуктів ПОЛ та зміни активності антиоксидантної системи і катаболізму моносахаридів у клітинах печінки, нирок, легень, скелетного м'яза та лейкоцитах тварин. Показано, що після 30-добового введення  $K_2Cr_2O_7$  вміст Хрому зростає в серці, печінці, нирках, легенях, селезінці, скелетному м'язі кроликів, відповідно, в 4,85, 3,46, 3,21, 2,75, 2,2 і 1,99 разу. Надходження Хрому(VI) з питною водою (60 діб дозами 5 і 10 мг/кг маси) зумовлює зменшення живої маси, зміни маси внутрішніх органів, погіршує якість шерсті кроликів.

За уведення кроликам вітаміну Е та Селену на тлі надходження Хрому(VI) зменшується вміст продуктів ПОЛ, підвищується антиоксидантний статус клітин внутрішніх органів, скелетного м'яза та лейкоцитів, збільшується жива маса, поліпшується якість шерсті порівняно з показниками, групи тварин, які зазнають впливу Хрому(VI).

**Ключові слова:** Хром(VI), вітамін Е, Селен, метаболізм, антиоксидантна система, кролики, продуктивність.

**Хомич Н. П. Состояние клеточного метаболизма у животных в условиях влияния хрома(VI) и применения витамина Е и селена. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.04 – биохимия. – Институт биологии животных НААН, Львов, 2016.

Диссертация посвящена исследованиям биохимических механизмов влияния хрома(VI) на метаболизм и состояние антиоксидантной системы в клетках внутренних органов, скелетной мышцы и лейкоцитах кроликов и белых крыс при внутрижелудочном введении в дозе 5 мг/кг массы в форме  $K_2Cr_2O_7$  в течение соответственно 30- и 21-суточного периода; анализу влияния Cr(VI) на продуктивность кроликов при его поступлении с питьевой водой (60 суток в дозах 5 и 10 мг/кг массы) и коррекции метаболических нарушений введением витамина Е и селена.

Установлено, что под влиянием хрома(VI) в клетках животных происходят изменения прооксидантно-антиоксидантного состояния, которые заключаются в накоплении продуктов ПОЛ в печени, почках, легких, скелетной мышце и лейкоцитах крови. Влияние хрома(VI) на состояние антиоксидантной системы зависит от продолжительности его поступления и вида животных. У крыс введение  $K_2Cr_2O_7$  в течение 21-дневного периода обуславливает в основном активацию ферментов антиоксидантной системы, за исключением каталазы, которая ингибируется в клетках печени и почек на конечной стадии исследований. В клетках кроликов при 14-суточном введении  $K_2Cr_2O_7$  активность ферментов (супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы) повышается, а при 30-суточном периоде опыта – уменьшается. Поступление хрома(VI) приводит к изменениям в процессах катаболизма моносахаридов, вызывая активацию лактатдегидрогеназы и угнетение глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в клетках крыс и кроликов.

После 30-суточного введения  $K_2Cr_2O_7$  содержание хрома повышается в сердце, печени, почках, легких, селезенке, скелетной мышце кроликов, соответственно, в 4,85, 3,46, 3,21, 2,75, 2,2 и 1,99 раза. Поступление хрома(VI) с питьевой водой (60 суток в дозах 5 и 10 мг/кг массы) приводит к снижению живой массы кроликов и изменениям массы внутренних органов, ухудшает качество шерсти животных. Введение кроликам витамина Е и селена на фоне поступления хрома(VI) способствует уменьшению содержания продуктов ПОЛ, повышению антиоксидантного статуса клеток внутренних органов, скелетной мышцы и лейкоцитов, увеличивает живую массу, улучшает качество шерсти по сравнению

с показателями, установленными у животных, которые испытывают влияние шестивалентного хрома.

**Ключевые слова:** хром(VI), витамин E, селен, метаболизм, антиоксидантная система, кролики, продуктивность.

**Khomych N. P. Character of cellular metabolism in animals under an influence of chromium (VI) and using vitamin E and selenium. – Manuscript.**

Dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences, specialty 03.00.04 – biochemistry. – The Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, 2016.

This research focuses on clarifying the biochemical mechanisms of influence of hexavalent chromium (Cr(VI)) on metabolism and antioxidant system in the cells of internal organs, skeletal muscle and leucocytes of rabbits and white rats by means of intragastric administration of potassium dichromate (5 mg/kg) for, respectively, 30- and 21-day period; the impact of Cr (VI) on the performance of rabbits in conditions of daily intake of  $K_2Cr_2O_7$  with drinking water (60 days at doses of 5 and 10 mg/kg) and the correction of metabolic disorders by using the antioxidants – vitamin E and selenium.

It is established that Cr(VI) affects a prooxidant-antioxidant status of the cells, causing the accumulation of lipid peroxidation products and the changes in antioxidant system activity, influences the catabolism of sugars in the cells of liver, kidney, lung, skeletal muscle and in the leucocytes of animals.

It is shown that after 30-day administration of  $K_2Cr_2O_7$ , the concentration of chromium increases in heart, liver, kidney, lungs, spleen and skeletal muscle of rabbits, respectively, by 4.85, 3.46, 3.21, 2.75, 2, 2 and 1.99 times. Intake of Cr(VI) with drinking water (during 60 days at doses of 5 and 10 mg / kg) causes a decrease in body weight, weight changes of internal organs, and affects the quality of hair of the rabbits.

The administration of vitamin E and selenium simultaneously with Cr(VI) intake reduces the content of lipid peroxidation products, improves antioxidant status of the cells of internal organs, skeletal muscle and white blood cells, increases weight, improves hair quality compared with those established in animals exposed to hexavalent chromium.

**Keywords:** hexavalent chromium, vitamin E, selenium, metabolism, antioxidant system, rabbits, productivity.