

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

РОЛЬ НАТАЛІЯ ВАЛЕРІЇВНА

УДК 577.112/.115:636.92.087.7:612.015.3

**ПЕРОКСИДНЕ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ ТА ОКИСНА МОДИФІКАЦІЯ
ПРОТЕЇНІВ В ОРГАНІЗМІ КРОЛІВ У ВІКОВІЙ ДИНАМІЦІ ТА ЗА ДІЇ
КОРМОВОЇ ДОБАВКИ**

03.00.04 – біохімія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Львів – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Білоцерківському національному аграрному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор
Цехмістренко Світлана Іванівна,
Білоцерківський національний аграрний університет
МОН України, завідувач кафедри хімії

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Вудмаска Ігор Васильович,
Інститут біології тварин НААН, завідувач
лабораторії живлення та біосинтезу продукції тварин;

доктор сільськогосподарських наук, професор
Данчук Вячеслав Володимирович,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України МОН України,
заступник директора з наукової та навчальної роботи
Української лабораторії якості і безпеки АПК.

Захист відбудеться «___» _____ 2019 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.368.01 в Інституті біології тварин НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Інституту біології тварин НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38.

Автореферат розісланий «___» _____ 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О. І. Віщур

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одним із актуальних питань сучасної біохімії є вивчення регуляторних механізмів інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), активності ензимів системи антиоксидантного захисту й окисної модифікації протеїнів. Ліпідам і протеїнам належить важлива роль у формуванні механізмів адаптації організму до умов навколишнього середовища (Бандурка М. Н., 2014; Данчук В. В. зі співавт., 2016; Piskarev I. M. et al., 2017). Дослідженню обміну ліпідів у організмі різних сільськогосподарських тварин приділяється значна увага, оскільки ліпіди є основним енергетичним субстратом і входять до складу клітинних структур (Birsoy S. et al., 2013; Domoncos I., 2015; Вудмаска І. В., 2016; Боднарчук Н. О., 2016; Влізло В. В. зі співавт., 2017). Важливою проблемою, що пов'язана з інтенсивним веденням кролівництва, є відлучення кроленят і зміна типу годівлі, що спричинює розвиток оксидативного стресу (Рівіс Й. Ф., 2015; Лучин І. С., 2015). При цьому в клітинах накопичуються вільнорадикальні форми Оксигену, що активізують процеси пероксидного окиснення. У нормі активні форми Оксигену є компонентами клітинного метаболізму та виконують регуляторні функції (Зенков Н. К., 2011; Rahal A., 2014). Продукти пероксидного окиснення ліпідів спричинюють деструкцію клітинних мембран за багатьох захворювань різної етіології (Dalle-Donne I. et al., 2003; Зенков Н. К., 2009; Salvayre R. et al., 2016). Один із ранніх та найбільш інформативних індикаторів пошкодження тканин за вільнорадикальної патології – окисна модифікація протеїнів (Дубинина Е. Е. с соавт., 2010; Боев К. В. с соавт., 2014). За нормальних умов функціонування організму регуляцію вмісту активних форм Оксигену в тканинах здійснює система антиоксидантного захисту (Луццак В. І., 2015; Mancini S. et al., 2017).

На сучасному етапі розвитку кролівництва важливе значення має науково обґрунтоване використання кормових добавок у складі раціонів, що забезпечує підвищення продуктивності тварин і якості одержуваної продукції за рахунок поповнення дефіциту есенціальних речовин у організмі (Федорук Р. С., 2009; Gbore Francis A., 2016; Миронова И. И. с соавт., 2017). Велика увага приділяється дослідженню впливу вільнорадикальних процесів на клітинний метаболізм (Солдатов А. А., 2014; Кузьмак І. П., 2017; Guyon C., 2016; Tramutola A., 2017). Однак актуальною залишається проблема пошуку нових вітамінно-кормових та біологічно активних добавок для кролів, які б зменшували негативний вплив різних стрес-факторів. Саме тому актуальне та доцільне проведення експериментальних досліджень ефективності використання вітамінно-мінеральної добавки (ВМД) «Текро», яка містить вітаміни, макро- і мікроелементи, що здатні підвищувати активність ензимів системи антиоксидантного захисту й знижувати інтенсивність пероксидаційних процесів в організмі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота була частиною наукових досліджень кафедри хімії Білоцерківського національного аграрного університету відповідно до тематики «Вплив різних фізико-хімічних чинників на біохімічні процеси в організмі тварин та птиці» (№ ДР 0115U005335), у якій авторка досліджувала особливості процесів

пероксидного окиснення ліпідів та окисної модифікації протеїнів у організмі кролів новозеландської породи у віковій динаміці та за дії ВМД «Текро».

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи полягала у з'ясуванні ліпідного та протеїнового обміну й активності системи антиоксидантного захисту в тканинах мозку, серця і найдовшого м'яза спини кролів у віковій динаміці та за додавання до раціону ВМД «Текро».

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі визначено такі основні завдання:

- дослідити особливості вмісту загальних ліпідів і продуктів їх пероксидного окиснення й активність ензимів антиоксидантного захисту в органах і тканинах кролів у віковій динаміці;
- вивчити корелятивну залежність між показниками, що характеризують ліпідний обмін і систему антиоксидантного захисту в тканинах мозку, серця та найдовшого м'яза спини кролів;
- з'ясувати вікові зміни протеїнового обміну та продуктів окисної модифікації протеїнів у органах і тканинах кролів;
- проаналізувати зміни вмісту загальних ліпідів і продуктів їх пероксидного окиснення та активності системи антиоксидантного захисту за згодовування ВМД «Текро».
- визначити вплив ВМД «Текро» на протеїновий обмін та вміст продуктів окисної модифікації протеїнів у організмі кролів;
- оцінити вплив використання ВМД «Текро» на інтенсивність росту і збереженість поголів'я.

Об'єкт дослідження – ліпідний та протеїновий обмін в органах і тканинах кролів новозеландської породи у віковій динаміці та за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро».

Предмет дослідження – активність ензимів антиоксидантного захисту, вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів і окисної модифікації протеїнів у мозку, серці та найдовшому м'язі спини кролів новозеландської породи у віковій динаміці й за додавання вітамінно-мінеральної добавки «Текро».

Методи досліджень – біохімічні (спектрофотометрія – визначення показників ліпідного та протеїнового обміну й активності ензимів антиоксидантного захисту), зоотехнічні (маса тіла, середньодобові прирости маси кролів) та статистичні (обчислення середніх величин та вірогідності отриманих результатів).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено комплексні дослідження ліпідного і протеїнового обміну, зокрема, вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів, окисної модифікації протеїнів, молекул середньої маси й функціонування антиоксидантної системи в мозку, серці та найдовшому м'язі спини кролів новозеландської породи за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро». Виявлено кореляційну залежність між вмістом продуктів пероксидного окиснення ліпідів, окисної модифікації протеїнів та активністю ензимів системи антиоксидантного захисту у органах і тканинах кролів новозеландської породи.

З'ясовано вплив вітамінно-мінеральної добавки «Текро» на інтенсивність процесів вільнорадикального окиснення ліпідів і протеїнів у організмі кролів. Вперше теоретично обґрунтовано та експериментально доведено доцільність використання вітамінів та мікроелементів у формі неорганічних солей для кролів новозеландської породи. За використання зазначеної добавки за рахунок вищого вмісту вітамінів знижується інтенсивність вільнорадикальних процесів, зменшується кількість продуктів окисної модифікації протеїнів, що сприяє зменшенню проявів оксидативного стресу в умовах виробництва.

Наукову новизну дисертаційних досліджень підтверджено деклараційними патентами України на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів. Результати досліджень свідчать про ефективність використання вітамінно-мінеральної добавки «Текро» під час вирощування кролів новозеландської породи. Показано, що додавання вітамінно-мінеральної добавки «Текро» у кількості 3,5 % маси комбікорму, позитивно впливає на функціонування системи антиоксидантного захисту, знижує вміст продуктів ліпопероксидації та окисної модифікації протеїнів, підвищує збереженість молодняку кролів, збільшує їх масу тіла.

Науково-практичні результати дисертаційних досліджень використовуються в навчальному процесі закладів вищої освіти України, зокрема під час вивчення дисциплін «Біохімія у тваринництві» та «Годівля і технологія кормів» у Білоцерківському національному аграрному університеті, Житомирському національному агроекологічному університеті, Таврійському державному агротехнологічному університеті.

На основі результатів досліджень розроблено рекомендації, затверджені науково-технічною радою Міністерства аграрної політики та продовольства України (протокол № 2 від 25.12.2015 р.), які можуть бути використані в науково-дослідній роботі та у практиці промислового кролівництва.

Особистий внесок здобувача. Експериментальні дослідження, статистичну обробку даних та аналіз отриманих результатів проведено автором самостійно. Методологію і схему досліджень відпрацьовано за участі наукового керівника. Разом зі співавторами підготовлено рукописи наукових статей до публікації.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень та основні наукові положення дисертаційної роботи доповідались на міжнародних науково-практичних конференціях: «Інноваційні технології годівлі на сучасному етапі розвитку тваринництва в Україні» (Дніпро, 12–13 травня 2016), «Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи» (Кам'янець-Подільський, 26–27 травня 2016), «Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва» (Дніпро, 23 березня 2017), SmartBio (Каунас, Литва, 3–5 травня 2018), Всеукраїнських науково-практичних конференціях «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини» (Львів, 8–9 грудня 2016), «Сучасний світ як результат антропогенної діяльності» (Мелітополь, 2017); конференції молодих учених «Актуальні проблеми біохімії та біотехнології – 2016» (Київ, 26–27 травня 2016), науково-практичних конференціях професорсько-

викладацького складу та аспірантів Білоцерківського НАУ (Біла Церква, 2014–2018).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 24 наукових працях, у тому числі 8 статей (3 – у вісниках, 2 – у науково-технічному бюлетені, 3 – у збірниках), з яких 6 – у фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 2 – у наукових фахових виданнях України, 13 – матеріали і тези конференцій, 2 – патенти України на корисну модель, 1 – методичні рекомендації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу сформовано з анотації, списку наукових публікацій, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів досліджень, висновків і пропозицій виробництву, 6 додатків, списку використаних джерел, що включає 233 найменування, з яких 101 латиницею. Роботу викладено на 185 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина – 113 сторінок), ілюстровано 9 рисунками і 34 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. Проведено аналіз процесів пероксидного окиснення ліпідів і функціонування системи антиоксидантного захисту в організмі тварин. Описано значення та механізм окисної модифікації протеїнів. Охарактеризовано біологічні особливості кролів і продуктів кролівництва. Висвітлено біологічну роль та використання вітамінно-мінеральних добавок у кролівництві.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було проведено на кафедрі хімії Білоцерківського національного аграрного університету. Експериментальну частину роботи проведено в 2015 році на кролях новозеландської породи, яких утримували в ТОВ «Грегут» Фастівського району Київської області. Під час проведення науково-господарських дослідів та виробничої перевірки кролів утримували в приміщеннях з регульованими параметрами мікроклімату. Зоогігієнічні умови утримання відповідали встановленим нормативам. Для виконання поставлених завдань проведено три досліді.

Мета першого досліді – вивчення перебігу процесів пероксидного окиснення ліпідів і протеїнів, а також системи антиоксидантного захисту в організмі кролів новозеландської породи у віковому аспекті. Із добових кроленят сформували групу 50 голів. Тварини першої групи слугували контролем та моделлю для вивчення антиоксидантного статусу, процесів ліпопероксидації та окисної модифікації протеїнів у віковій динаміці. Від народження до 30-ї доби життя кроленята перебували разом з лактуючою кролицею та харчувались молоком. Починаючи з 45 доби кролі споживали стандартний комбікорм з вітамінно-мінеральною добавкою «Біоніт груп» у кількості 3,5 % маси. Матеріалом для лабораторних досліджень слугували мозок, серце та найдовший м'яз спини, які відбирали після забою тварин. Біохімічні дослідження проводили в однодобовому віці та на 15-, 30-, 45-, 60-, 75- і 90-ту добу життя, відбираючи по 5 тварин кожного віку. Свіжоотримані зразки поміщали в ємності з рідким азотом. Гомогенат отримували

розтиранням дослідних зразків у фарфоровій ступці тefлоновим товкачиком та додаванням 0,9% розчину натрій хлориду в співвідношенні 0,3 г тканини: 7 мл фізрозчину (рис. 1).

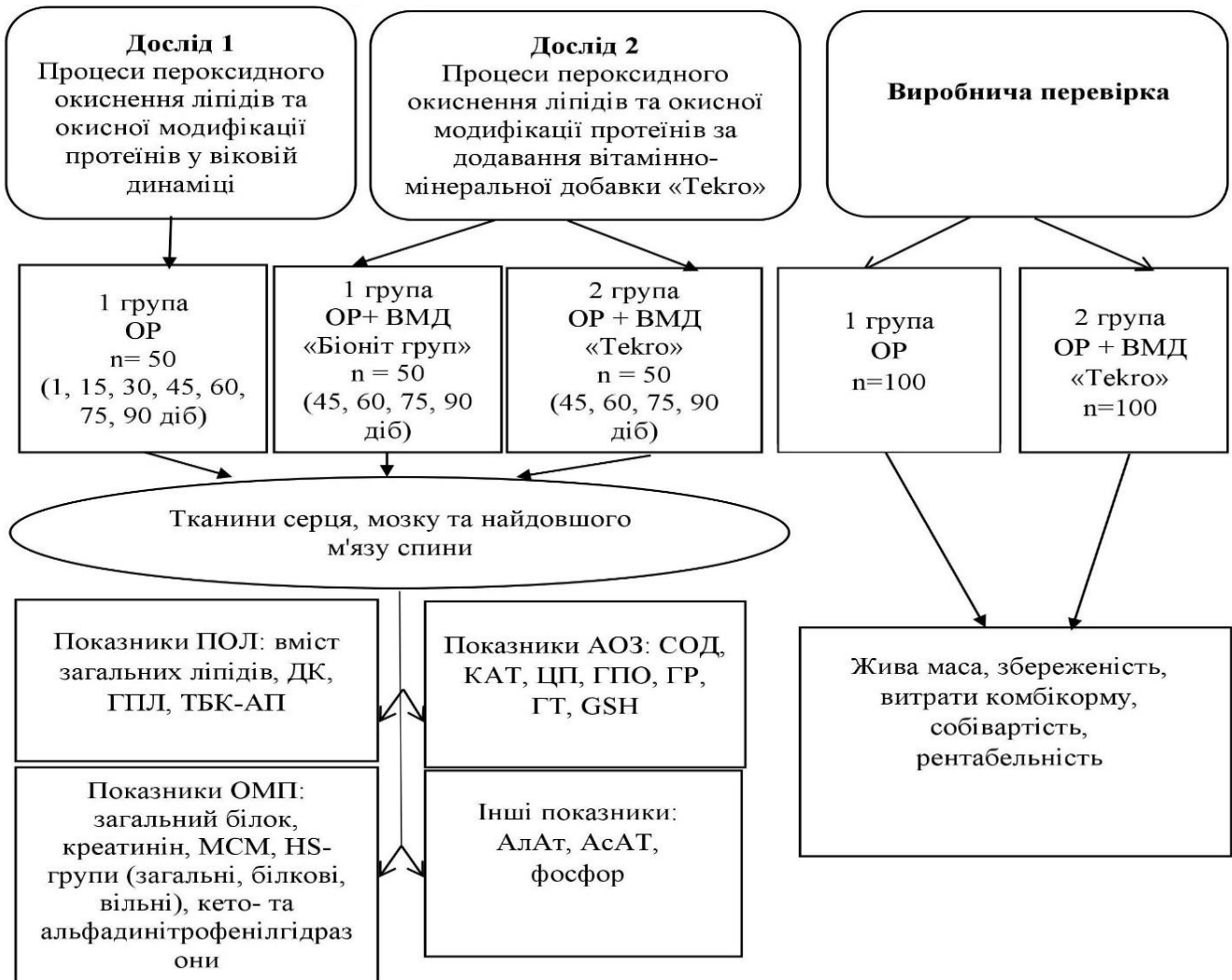


Рис. 1. Загальна схема досліджень.

Мета **другого дослідження** – вивчення впливу ВМД «Текро» на показники пероксидного окиснення ліпідів, систему антиоксидантного захисту, окисної модифікації протеїнів у тканинах мозку, серця та найдовшого м'язу спини кролів новозеландської породи. Для цього за принципом аналогів (вік, стать і жива маса) було створено дві групи кролів по 50 голів у кожній. Кролі першої групи – контрольної споживали разом з комбікормом ПК 92-1 вітамінно-мінеральну добавку ВМД «Біоніт груп», а кролям другої групи з 45-ї по 90-ту добу життя згодовували вітамінно-мінеральну добавку ВМД «Текро» у кількості 3,5 % маси комбікорму. Для введення добавки до комбікорму застосовували метод вагового дозування та багатоступеневого змішування. Кратність годівлі – двічі на день (вранці та ввечері). Біохімічні дослідження проводили на 45-, 60-, 75- і 90-ту добу життя кролів, для цього здійснювали забій по 5 голів кожної вікової групи.

Мета **виробничо-господарської перевірки** – вивчення впливу ВМД «Текро» на приріст маси тіла кролів та економічну ефективність. Для цього за принципом

аналогів створили дві групи кролів 45-добового віку по 100 голів у кожній (аналогічно другому дослідю). Визначали господарські показники: масу тіла, збереженість, витрати корму, собівартість, рентабельність від 45-ї до 90-ї доби життя кролів.

Під час досліджень дотримувалися принципів біоетики, законодавчих норм і вимог згідно з положеннями «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних і наукових цілей» (Страсбург, 1986) і «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (м. Київ, 2001).

Для оцінювання стану ліпідного обміну в тканинах мозку, серця та найдовшого м'яза спини визначали вміст загальних ліпідів (Колб В. Г., 1972) та продуктів ПОЛ: гідропероксидів ліпідів (Гаврилова В. Б. с соавт., 1983), ТБК-активних продуктів (Коробейникова Е. Н. с соавт., 1989), дієнових кон'югатів (Стальная И. Д., 1997). Активність ензимів системи антиоксидантного захисту: каталази (Королюк М. А. с соавт., 1988); супероксиддисмутази (Дубинина Е. Е. с соавт., 1983); глутатіонпероксидази (Моин В. М., 1986); глутатіонредуктази (Carlberg I. et al., 1975); глутатіон-S-трансферази (Habig W. H., 1974); вміст глутатіону відновленого (Hissin P. J. et al., 1976); церулоплазмину (Reitmann S. et al., 1957).

Показники протеїнового обміну та процес окисної модифікації протеїнів оцінювали за: вмістом розчинного білка (Lowry O. H., 1951); креатиніну (Колб В. Г., 1982); сульфгідрильних груп (Веревкина И. В. с соавт., 1977), середньомолекулярних пептидів (Габриэлян Н. И., 1985), нейтральних та основних альфа- і кетодінітрофенілгідрозонів (Мещишен І. Ф., 1998); неорганічного фосфору (Меньшиков В. В., 1997); активність аспартат- і аланінамінотрансфераз (Reitmann et al., 1957).

Для виконання біохімічних досліджень застосовували реактиви кваліфікації х.ч. або ч.д.а. та набори реактивів фірм «Felisit», «Реагент» (м. Дніпро), «Sigma» (Німеччина).

Статистично отримані експериментальні дані опрацьовували загальноприйнятими методами. Для визначення статистично значущих відмінностей і з'ясування вірогідної різниці між середніми величинами використовували критерій Стьюдента (t) за допомогою пакета прикладних програм для обробки медичної та біологічної інформації (Statistica 6.0) (StatSoft, Inc., США).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Особливості процесів пероксидного окиснення ліпідів, окисної модифікації протеїнів і активності ензимів системи антиоксидантного захисту у віковій динаміці. Пероксидне окиснення ліпідів – природний фізіологічний процес, що відбувається при відновленні ліпідних та білкових мембранних структур, при синтезі багатьох біологічно активних речовин. Продукти, що утворюються внаслідок активації ПОЛ, є нестійкими та підлягають окиснювальній деструкції й мають цитотоксичну та мутагенну дію, що призводить до порушення метаболізму

клітин, активації цитозольних та мембранних ензимів і навіть до загибелі клітин. Вміст проміжних продуктів ПОЛ – гідропероксидів ліпідів у організмі кролів зазнавав коливань (рис. 2).

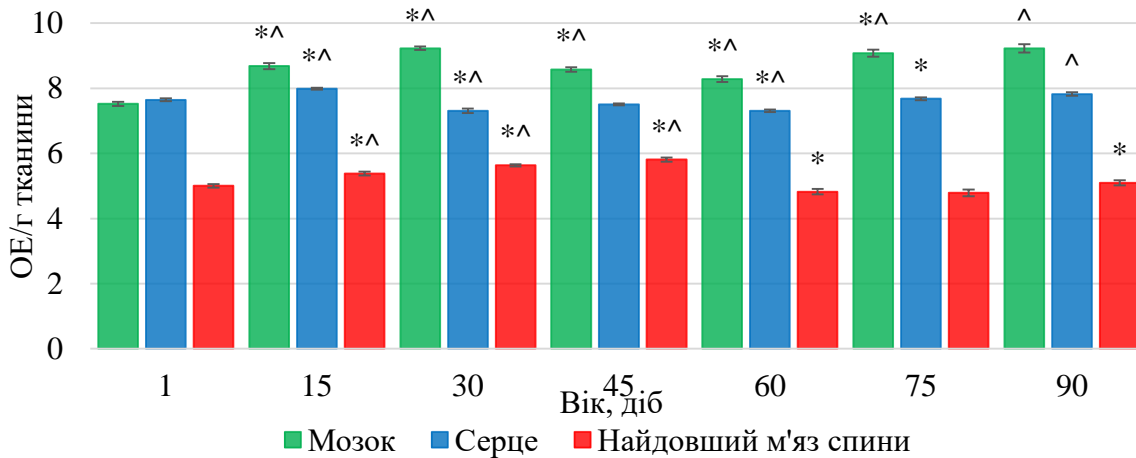


Рис. 2. Вміст гідропероксидів ліпідів у органах і тканинах кролів, ОЕ/г тканини ($M \pm m$; $n=5$)

Примітка. Тут і далі різниці вірогідні при * - $P < 0,05$ порівняно з попереднім віком; ^ – $P < 0,05$ порівняно з тваринами однодобового віку.

На 30-ту добу життя у тканинах мозку вміст гідропероксидів ліпідів (ГПЛ) вірогідно (на 22,7 %) перевищував показник однодобових кроленят. Це свідчить про посилення процесів ліпопероксидації у постнатальному періоді. Зазначимо, що вміст ТБК-активних продуктів у мозку кролів з віком зменшувався, що свідчить про активацію глутатіонової ланки системи антиоксидантного захисту (рис. 3).

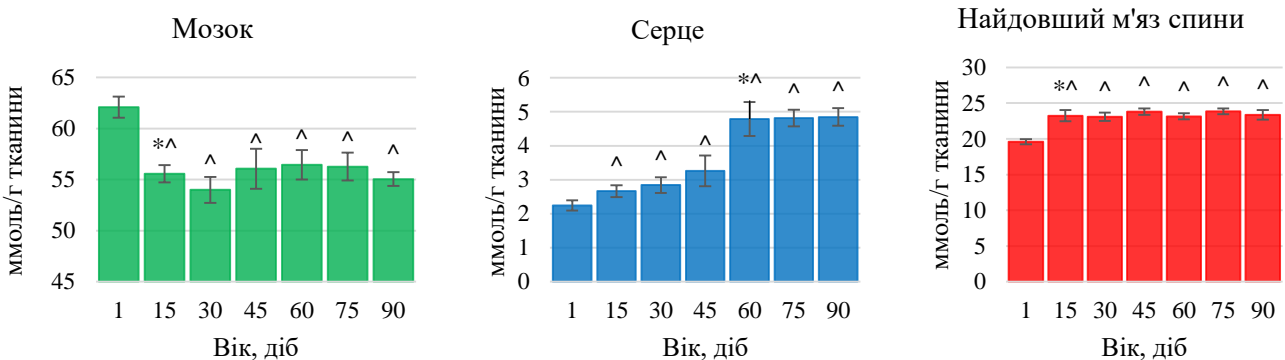


Рис. 3. Вміст ТБК-активних продуктів у органах і тканинах кролів, ммоль/г тканини ($M \pm m$; $n=5$)

У тканинах серця кролів від народження до 90-добового віку статистично значущої різниці у зміні вмісту ГПЛ не виявлено. Встановлено вірогідне ($P < 0,05$) збільшення вмісту ТБК-АП на 60-ту добу життя кролів на 46,9 % порівняно з тваринами попереднього віку. Така неузгоджена зміна вмісту ТБК-активних продуктів з гідропероксидами, ймовірно, відбувається через те, що ці продукти утворюються з ГПЛ, які можуть піддаватися повторному окисненню та знешкодженню глутатіоном і глутатіонпероксидазою.

Провідне місце в процесах пристосування організму до умов навколишнього середовища належить системі антиоксидантного захисту. Організм кролів характеризується високою активністю антиоксидантних ензимів (рис.4).

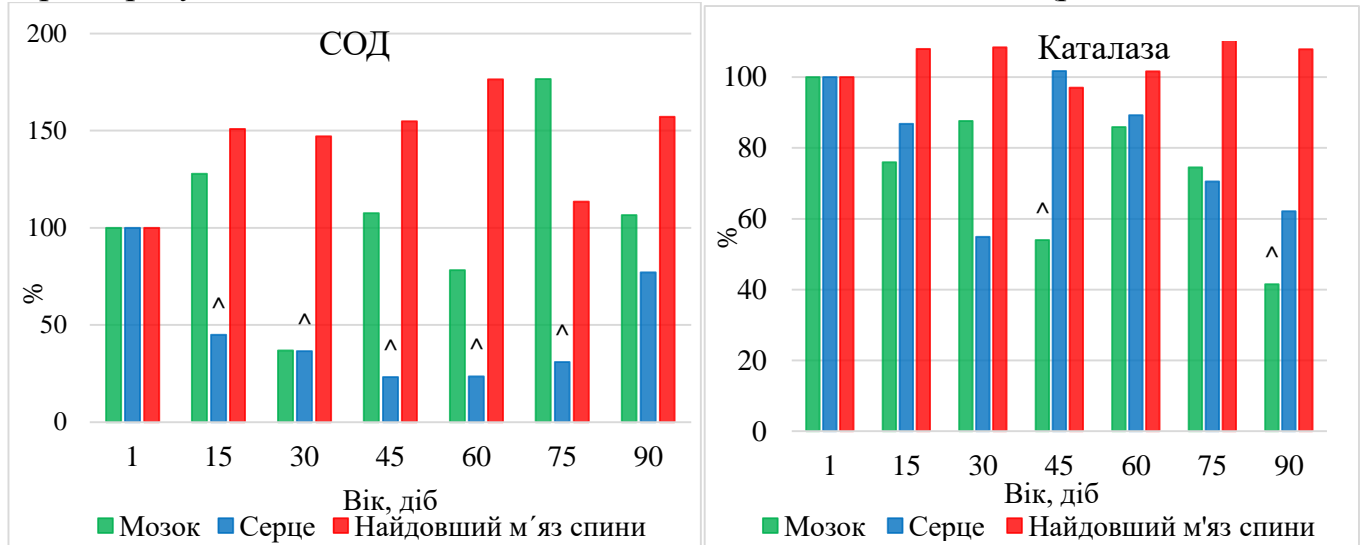


Рис. 4. Порівняльна активність антиоксидантних ензимів у органах і тканинах кролів стосовно однодобових кроленят, % ($M \pm m$; $n=5$)

У тканинах мозку тварин дослідної групи на 30-ту добу активність супероксиддисмутази (СОД) знизилася майже втричі порівняно з показником однодобових. Водночас активність каталази в мозку була високою – 87,6 % порівняно з показником однодобових кроленят. Активність каталази обернено корелює з вмістом гідропероксидів ліпідів ($r = -0,57$) та позитивно корелює з кількістю ТБК-активних продуктів. У тканинах серця найвищу активність СОД спостерігали в однодобових кроленят. Однак на 15-ту добу цей показник став нижчим у 2,2 раза ($P < 0,05$), ніж на початку дослідження, а на 45-ту добу життя кролів зафіксовано найнижчу активність СОД. Активність каталази у серці мала тенденцію до незначних коливань. Так, найвищу її активність відмічено на 45-ту добу, тоді як активність СОД була найнижчою.

Церулоплазмін виявляє супероксиддисмутазну активність, відновлює супероксидні радикали до Оксигену та води, захищаючи таким чином від ушкодження ліпідні структури мембран, та запобігає активації процесів пероксидного окиснення ліпідів.

Результати досліджень показали, що в мозку кролів 15-добового віку вміст церулоплазміну вірогідно збільшувався (на 29,0 %) порівняно з показниками однодобових кроленят. На 45-ту добу експерименту виявлено зниження вмісту церулоплазміну в 1,8 раза ($P < 0,05$) проти попереднього вікового періоду. Такі зміни, ймовірно, можна пояснити загальним зниженням вмісту Купруму в організмі тварин унаслідок відлучення кроленят від кролематки та переведенням на годівлю комбікормом, адже надалі цей показник зростає, що свідчить про поповнення запасів Купруму в організмі за рахунок повноцінної годівлі.

Глутатіонова система – важливий компонент антиоксидантного захисту, що підтримує на стаціонарному рівні інтенсивність перебігу процесів вільнорадикального окиснення (рис. 5).

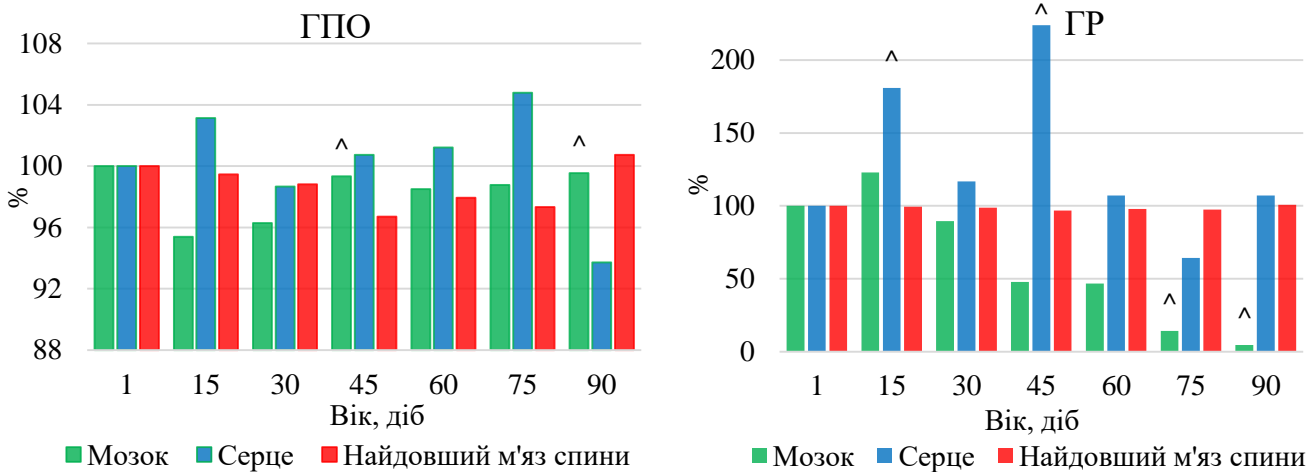


Рис. 5. Порівняльна активність глутатіонзалежних ензимів у органах і тканинах кролів стосовно однодобових кроленят, % ($M \pm m$; $n=5$)

У мозку кролів протягом дослідного періоду активність глутатіонпероксидази (ГПО) перебувала на сталому рівні та мала незначні коливання. Найвищу активність глутатіонредуктази (ГР) у мозку тварин фіксували на 15-ту добу життя, однак надалі цей показник зменшувався у 2,6 раза ($P < 0,05$) на 60-ту добу. Наприкінці дослідження активність ГР у тканинах мозку була низькою лише 4,5 % ($P < 0,05$) порівняно з однодобовими кроленятами. Визначено помірний корелятивний зв'язок ($r = 0,54$) між активністю ГПО і вмістом ТБК-активних продуктів та глутатіон-S-трансферази і вмістом гідропероксидів ліпідів у мозку кролів новозеландської породи ($r=0,61$). У тканинах серця дослідних тварин зростала активність ГПО у 60- та 75-добовому віці на 1,2 та 4,7 % відповідно. Виявлено вірогідне збільшення активності ГР на 45-ту добу експерименту у 2,2 раза порівняно з показником однодобових кроленят.

Надлишкова кількість активних форм Оксигену зумовлює розвиток окисної модифікації протеїнів (табл. 1), що може спричинити загибель клітини.

Таблиця 1

Вміст нейтральних динітрофенілгідразонів у органах і тканинах кролів, ммоль/г тканини ($M \pm m$, $n=5$)

Вік, діб	Мозок		Серце		Найдовший м'яз спини	
	КДНФГ	АДНФГ	КДНФГ	АДНФГ	КДНФГ	АДНФГ
1	60,27±0,47	45,77±0,93	55,47±0,59	46,84±0,57	42,53±0,36	34,99±0,39
15	57,72±0,52 ^{*^}	44,59±0,49	52,53±0,29 [*]	41,85±0,33 [*]	40,47±0,29 ^{*^}	32,34±0,47 ^{*^}
30	58,61±0,39 [^]	43,81±0,74	47,14±0,29 ^{*^}	40,38±0,59 [*]	37,83±0,36 ^{*^}	29,79±0,67 ^{*^}
45	57,62±0,43 [^]	43,51±0,63	44,69±0,57 ^{*^}	38,91±0,59	35,57±0,51 [^]	25,97±0,35 ^{*^}
60	57,82±0,44 [^]	42,24±0,42 [^]	41,16±0,35 ^{*^}	34,98±0,63 ^{*^}	34,59±0,45 [^]	24,59±0,36 ^{*^}
75	56,45±0,33 ^{*^}	41,94±0,33 [^]	37,83±0,28 ^{*^}	33,12±0,67 [^]	32,24±0,51 ^{*^}	22,54±0,35 ^{*^}
90	56,25±0,32 [^]	41,16±0,35 [^]	33,91±0,52 ^{*^}	29,79±0,52 ^{*^}	30,77±0,57 [^]	20,48±0,55 ^{*^}

Примітка. Тут і далі в таблицях різниця вірогідна при ^{*} – $P < 0,05$ порівняно з попереднім віком; [^] – $P < 0,05$ з однодобовими тваринами; [#] – $P < 0,05$ – з контрольною групою.

Як свідчать результати проведених досліджень, у органах і тканинах кролів виявляються продукти окисної модифікації протеїнів, що вступають у реакцію з 2,4-

динітрофенілгідрозом. Більша частина динітрофенілгідрозонів належать до альдегід (АДНФГ)- і кетодинітрофенілгідрозонів (КДНФГ) нейтрального характеру.

Коливання вмісту різних продуктів окисної модифікації протеїнів мають певні особливості, що, ймовірно, пов'язано з умовами їх виникнення. Утворення карбонільних похідних протеїнів може відбуватися як прямим окисненням амінокислотних залишків, так і в разі взаємодії з продуктами ліпопероксидації та глікооксидації (табл. 2).

Таблиця 2

**Вміст основних динітрофенілгідрозонів у органах і тканинах кролів,
ммоль/г тканини (M±m, n=5)**

Вік, діб	Мозок		Серце		Найдовший м'яз спини	
	КДНФГ	АДНФГ	КДНФГ	АДНФГ	КДНФГ	АДНФГ
1	38,71±0,59	11,17±0,39	26,56±0,42	10,19±0,48	34,31±0,64	9,98±0,53
15	37,73±0,35	9,89±0,36 ^{*^}	23,72±0,51 [*]	8,23±0,36 [*]	31,75±0,42 ^{*^}	8,92±0,42
30	36,26±0,61 ^{*^}	9,21±0,42 [^]	20,68±0,42 ^{*^}	6,96±0,33 ^{*^}	29,11±0,45 ^{*^}	7,25±0,41 ^{*^}
45	34,79±0,35 ^{*^}	8,13±0,39 [^]	18,62±0,51 ^{*^}	5,88±0,47 [^]	24,41±0,57 ^{*^}	5,09±0,39 ^{*^}
60	33,12±0,25 ^{*^}	7,06±0,33 ^{*^}	15,19±0,59 ^{*^}	4,21±0,39 ^{*^}	20,48±0,42 ^{*^}	4,61±0,45 [^]
75	32,54±0,39 [^]	6,76±0,39 [^]	13,52±0,43 ^{*^}	3,92±0,35 [^]	18,82±0,45 ^{*^}	3,82±0,27 [^]
90	31,95±0,52 [^]	6,17±0,38 [^]	11,17±0,36 ^{*^}	2,94±0,36 [^]	17,15±0,49 ^{*^}	3,14±0,37 [^]

Констатовано вірогідне зменшення вмісту нейтральних КДНФГ у найдовшому м'язі спини кролів 15- і 30-добового віку на 4,8 та 11,0 % відповідно, також вірогідне зниження вмісту основних КДНФГ упродовж усього дослідного періоду. Наприкінці досліду в тканинах м'яза спостерігали найнижчий рівень вмісту нейтральних АДНФГ – 20,48±0,55, порівняно з іншими органами.

Особливості процесів пероксидного окиснення ліпідів, окисної модифікації протеїнів, а також активності ензимів системи антиоксидантного захисту за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текго». Аналіз вмісту загальних ліпідів у органах і тканинах кролів дослідної та контрольної груп вказує на деякі зміни їх кількості. У серці кролів 45-добового віку вміст загальних ліпідів був нижчим порівняно з контролем на 9,8 % ($P < 0,05$), однак на 75-ту добу досліджень їх вміст вірогідно, перевищував контроль на 25,6 %. Під час досліджень найдовшого м'яза спини у тварин дослідної групи зі 45- до 75-добового віку вміст загальних ліпідів перевищував показники контролю, однак вірогідної різниці не виявлено. На 90-ту добу досліджень вміст загальних ліпідів зменшився на 8,5 % порівняно з початком досліду та на 3,3 % відносно контролю.

Застосування вітамінно-мінеральної добавки «Текго» сприяє зниженню інтенсивності вільнорадикальних процесів, про що свідчить зменшення кількості продуктів пероксидного окиснення ліпідів (табл. 3).

У мозку тварин дослідної групи упродовж усього періоду досліджень вірогідно зростав вміст ГПЛ. Так, на 90-ту добу вміст ГПЛ збільшився на 24,7 % порівняно з початком. Однак, зазначимо, що цей показник на 4,8 % нижчий від контролю, що свідчить про ефективність застосування вітамінно-мінеральної добавки. Вміст ТБК-активних продуктів коливався, однак у дослідних кролів 90-добового віку був на 11 % нижчим, ніж у контрольній групі. При дослідженні

тканин серця у тварин дослідної групи вміст ГПЛ суттєво не відрізнявся від контролю. Лише на 75-ту добу в дослідній групі фіксували перевищення вмісту ГПЛ на 5,2 %. Застосування вітамінно-мінеральної добавки зумовлює зсув рівноваги у реакціях вільнорадикального окиснення у тканинах серця, що виражається в зниженні вмісту ТБК-активних продуктів на 90-ту добу життя кролів у 2,9 раза ($P < 0,01$).

Таблиця 3

Вміст продуктів ПОЛ у органах і тканинах кролів за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» ($M \pm m$, $n=5$)

Вік, діб	ГПЛ, ОЕ/г тканини		ТБК-АП, ммоль/г тканини	
	контроль	дослід	контроль	дослід
Мозок				
45	8,58±0,07	7,05±0,07 [#]	40,51±10,87	51,33±13,45
60	8,28±0,09	7,93±0,11 [#]	77,29±10,71	31,98±13,08
75	9,08±0,11	8,29±0,10 [#]	41,37±16,34	66,97±8,97
90	9,23±0,13	8,79±0,08 [#]	14,59±4,23	12,98±2,63
Серце				
45	7,51±0,09	7,39±0,07	15,53±3,63	53,85±21,53
60	7,73±0,11	7,67±0,09 [#]	25,31±12,04	86,63±23,74 [#]
75	7,68±0,05	8,08±0,07 [#]	40,81±7,19	52,77±10,51
90	7,82±0,06	7,83±0,08	58,48±12,95	20,19±8,61 [#]
Найдовший м'яз спини				
45	5,81±0,07	5,17±0,07 [#]	66,47±6,53	62,58±2,24
60	4,83±0,08	4,29±0,09 [#]	51,09±26,12	45,68±6,35
75	4,79±0,1	4,14±0,08 [#]	93,15±19,42	15,89±1,90 [#]
90	5,09±0,08	4,53±0,09 [#]	30,84±4,64	60,94±3,77 [#]

У найдовшому м'язі спини тварин дослідної групи впродовж усього часу використання вітамінно-мінеральної добавки спостерігали вірогідне зменшення вмісту ГПЛ. Так, на 90-ту добу він був нижчим на 12,4 % відносно початку досліджень та на 11 % – відносно контролю. Зміни вмісту ТБК-активних продуктів у серці не мали чіткої динаміки та мали неузгоджений характер. У період з 45-ї по 75-ту добу вміст ТБК-АП поступово зменшився на 74,6 %.

У таблиці 4 наведено активність супероксиддисмутази й каталази в тканинах серця, мозку та найдовшого м'яза спини кролів дослідної і контрольної груп. У серці кролів, яким додатково згодовували вітамінно-мінеральну добавку, фіксували значний позитивний корелятивний зв'язок ($r = 0,85$) між активністю супероксиддисмутази та каталази. Крім того виявлено значний від'ємний зв'язок між активністю цих ензимів та вмістом церулоплазміну ($r = -0,97$ та $r = -0,77$). Корелятивна залежність активності СОД і каталази у найдовшому м'язі спини тварин дослідної групи була оберненою ($r = -0,85$). Встановлено значний позитивний зв'язок між активністю каталази та вмістом церулоплазміну ($r = 0,79$).

Активність ензимів антиоксидантної системи в органах кролів за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» ($M \pm m$, $n = 5$)

Вік, діб	СОД, ум. од./г тканини		Каталаза, кат/г тканини	
	контроль	дослід	контроль	дослід
	Серце			
45	2,79±0,56	4,35±0,97	5,84±0,26	4,89±0,57
60	2,83±0,14	3,53±0,74	5,13±0,15	3,85±0,49 [#]
75	3,73±0,35	3,47±0,36	4,05±0,93	4,75±0,15
90	3,61±0,98	1,72±0,19 [#]	3,57±0,81	3,19±0,54
	Мозок			
45	1,12±0,48	1,44±0,45	2,79±0,57	2,90±0,64
60	0,81±0,14	0,81±0,32	4,44±0,25	4,76±0,18
75	1,83±0,75	0,42±0,12	3,94±0,44	5,14±0,07 [#]
90	1,11±0,46	0,24±0,03	2,15±0,45	2,43±0,16
	Найдовший м'яз спини			
45	1,14±0,38	0,84±0,32	16,12±0,08	16,82±0,25 [^]
60	1,29±0,28	0,69±0,29	16,88±0,61	17,88±0,68
75	0,83±0,24	0,64±0,44	18,83±0,38	18,87±0,09
90	1,15±0,36	0,62±0,08	17,91±0,55	17,94±0,31

Дослідження показали, що згодовування кролям ВМД «Текро» сприяє зниженню вмісту молекул середньої маси (МСМ) в органах і тканинах. Так, на 90-ту добу життя кількість МСМ ($\lambda = 280$ нм) у тканинах мозку вірогідно знизилась на 5 % порівняно з контролем. У тканинах серця впродовж усього періоду згодовування вміст МСМ ($\lambda = 254$ нм) та МСМ ($\lambda = 280$ нм) також мав тенденцію до зниження. Тим часом у тканинах мозку вміст молекул середньої маси дещо більший, ніж у тканинах серця. Це свідчить про більшу інтенсивність перебігу метаболічних процесів.

Таким чином, вивчення стану про-і антиоксидантної системи, перебігу процесів ліпопероксидації та окисної модифікації протеїнів за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро», показало вірогідне зменшення кількості продуктів ПОЛ, збільшення активності ензимів антиоксидантної системи та зменшення ступеня ендогенної інтоксикації організму, що підтверджується корелятивними зв'язками.

Вплив вітамінно-мінеральної добавки «Текро» на приріст маси тіла кролів та економічну ефективність. Показники економічної ефективності застосування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» у складі повноцінного гранульованого комбікорму було розраховано на основі аналізу даних, отриманих під час впровадження результатів дисертаційної роботи в господарстві ТОВ «Грегут» Фастівського району Київської області. Для проведення порівняльного випробування сформували дві групи кролів по 100 голів у кожній. Тваринам дослідної групи згодовували ВМД «Текро» у кількості 3,5 % маси комбікорму.

Застосування ВМД «Текро» позитивно впливало на приріст маси тіла молодняку кролів (табл. 5).

Таблиця 5

Динаміка приросту маси тіла кролів за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» ($M \pm m$, $n = 5$)

Вік, діб	Середня маса тіла однієї голови, кг		Різниця до контролю		Середньодобові прирости однієї голови, г	
	контроль	дослід	у кг	у %	контроль	дослід
45	1,07±0,05	1,05±0,06	-0,02	-1,9	-	-
60	1,38±0,12	1,62±0,09	0,24	17,4	20,7	38,0
75	1,89±0,11	2,21±0,11	0,32	16,9	34,1	39,3
90	2,54±0,07	2,93±0,12 [#]	0,39	15,4	43,3	48,2

Згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» забезпечує додаткове зростання маси тіла кролів у 60-добовому віці на 0,24 кг, а у 90-добовому – на 0,39 кг. За введення до складу комбікорму добавки знижується собівартість реалізованого м'яса на 6,3 % порівняно з контрольними показниками, а також збільшується прибуток від реалізації м'яса на 16,5 % порівняно з аналогічними показниками контрольної групи.

Таким чином, введення до складу раціону вітамінно-мінеральної добавки «Текро» сприяло підвищенню рентабельності вирощування кролів на 9,0 %.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення та отримано нові експериментальні дані про перебіг процесів пероксидного окиснення ліпідів, прооксидантно-антиоксидантний баланс і процеси окисної модифікації протеїнів у організмі кролів новозеландської породи у віковій динаміці та за згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро». Експериментально обґрунтовано додаткове введення до раціону кормової добавки з метою корекції порушень рівноваги системи антиоксидантного захисту організму, зниження інтенсивності процесів пероксидного окиснення ліпідів та окисної модифікації протеїнів.

1. Загальний вміст ліпідів у мозку кролів зростає від народження до 45-добового віку, що зумовлено активацією захисних функцій організму. У найдовшому м'язі спини 45-добових кролів встановлено вірогідне ($P < 0,05-0,001$) збільшення вмісту загальних ліпідів на 8,6 % порівняно з показниками однодобових кроленят. У досліджуваних органах кролів упродовж раннього постнатального онтогенезу процеси ліпопероксидації мають різну інтенсивність. Найвищий рівень вмісту гідропероксидів ліпідів фіксували у тканинах мозку, оскільки мозок одним із перших зазнає впливу процесів вільнорадикального окиснення, зокрема, у тварин 90-добового віку їх вміст вірогідно збільшувався на 22,7 %.

2. Виявлено обернений сильний корелятивний зв'язок ($r = -0,9$) між вмістом гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів у тканинах мозку. У серці кролів відмічено обернений корелятивний зв'язок між вмістом дієнових кон'югатів,

гідропероксидів ліпідів і активністю супероксиддисмутази ($r = -0,83$ і $-0,98$ відповідно), а також вмістом загальних ліпідів та дієнових кон'югатів ($r = -0,93$).

3. Основними компонентами антиоксидантного захисту в тканинах мозку є каталаза, відновлений глутатіон та глутатіонзалежні ензими. У кролів 15-добового віку спостерігали зниження вмісту глутатіону на 11,4 % порівняно з однодобовими, що свідчить про розвиток оксидативного стресу у постнатальному періоді. Констатовано помірний корелятивний зв'язок ($r = 0,54$) між активністю глутатіонпероксидази та вмістом ТБК-активних продуктів і глутатіон-S-трансферази та вмістом гідропероксидів ліпідів у мозку кролів новозеландської породи ($r = 0,61$).

4. Вміст розчинних протеїнів у тканинах серця кролів вищий, ніж у тканинах мозку та найдовшого м'яза спини. Процеси окисної модифікації протеїнів проходять з більшою інтенсивністю у тканинах мозку, про що свідчить більший вміст нейтральних і основних динітрофенілгідразонів, а також помірна корелятивна залежність ($r = 0,68$) між вмістом ТБК-активних продуктів і основних кетодинітрофенілгідразонів.

5. Вітамінно-мінеральна добавка «Текро» позитивно впливає на антиоксидантну систему захисту організму. За додаткового її введення до раціону в тканинах мозку зростають активність каталази та глутатіонзалежних ензимів, вміст відновленого глутатіону. При цьому знижується кількість первинних і вторинних продуктів пероксидного окиснення ліпідів ($P < 0,05-0,001$).

6. Згодовування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» гальмує інтенсивність процесів окисної модифікації протеїнів, про що свідчить зниження вмісту динітрофенілгідразонів у мозку та серці кролів ($P < 0,01-0,001$). У мозку кролів дослідної групи 90-добового віку зменшився вміст нейтральних кетодинітрофенілгідразонів на 5,5 %.

7. За використання вітамінно-мінеральної добавки «Текро» підвищується збереженість молодняку кролів до 98 %, а також збільшується маса тіла кролів у 90-добовому віці в середньому на 15,4 %, що забезпечує зростання рівня рентабельності виробництва продукції кролівництва на 9,0 %.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Задля повноцінного функціонування організму кролів в умовах промислового вирощування рекомендується вводити до комбікормів вітамінно-мінеральну добавку «Текро» в кількості 3,5 % маси.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, у яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. **Роль Н. В.** Показники активності глутатіонзалежних ензимів у тканинах мозку кролів. Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць. Біла Церква, 2015. №2. С. 52–55.
2. **Цехмістренко С. І., Роль Н. В.** Активність ферментів антиоксидантної системи у серці кролів новозеландської породи. Технологія виробництва та переробки

продукції тваринництва: зб. наук. праць. Біла Церква, 2015. №1. С. 207–210. *(Дисертантка провела експериментальні дослідження, проаналізувала отримані дані, написала статтю).*

3. **Roll N., Tsehmistrenko S.** Processes of peroxidation of lipids and proteins in organs of rabbits considering the age-old aspect. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. Львів, 2016. № 73. С. 191–196. *(Дисертантка провела експериментальні дослідження, проаналізувала отримані дані, написала статтю).*

4. **Роль Н. В., Цехмістренко С. І.** Вміст відновленого глутатіону та сульфгідрильних груп в органах та тканинах кролів. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. Дніпро, 2016. Т. 4, №1. С. 223–226. *(Дисертантка здійснила забір матеріалів і провела дослідження, написала статтю).*

5. **Роль Н. В.** Вміст загальних ліпідів та продуктів пероксидного окиснення ліпідів в органах кролів за додавання вітамінно-мінеральної добавки. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. Львів, 2016. Т. 18. Ч. 3. С. 116–120.

6. **Роль Н. В., Цехмістренко С. І.** Вплив вітамінно-кормової добавки на вміст відновленого глутатіону та сульфгідрильних груп в органах та тканинах кролів. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2016. №1. С. 125–131. *(Дисертантка провела експериментальні дослідження, статистично опрацювала отримані дані, написала статтю).*

7. **Роль Н. В., Цехмістренко С. І.** Вплив вітамінно-мінеральної добавки на стан антиоксидантної системи кролів. Науково-технічний бюлетень Інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок та Інституту біології тварин НААН. Львів., 2017. №1. С. 66–70. *(Дисертантка провела експериментальні дослідження, проаналізувала отримані дані, написала статтю).*

8. **Роль Н. В.** Окисна модифікація ліпідів та протеїнів в органах кролів новозеландської породи. Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва: зб. наук. праць. Біла Церква, 2017. № 1–2. С. 81–85.

Патент України на корисну модель

9. Спосіб підвищення інтенсивності росту молодняку кролів: декл. пат. на корис. модель 126658 Україна / Цехмістренко С. І., **Роль Н. В., Федорченко М. М.** № U201801580; заявл. 19.02.2018, Бюл. № 12. *(Дисертантка брала участь у проведенні дослідів, оформленні патенту).*

10. Спосіб підвищення інтенсивності росту кролів: декл. пат. на корис. модель 115205 Україна / Цехмістренко С. І., Федорченко М. М., **Роль Н. В.** № U201610050; заявл. 03.10.2016; опубл. 10.04.2017, Бюл. № 7. *(Дисертантка брала участь у проведенні дослідів, оформленні патенту).*

Методичні рекомендації

11. Цехмістренко С. І. Рекомендації щодо застосування вітамінно-мінеральної добавки для регуляції процесів антиоксидантного захисту в організмі кролів / Цехмістренко С. І., Федорченко М. М., **Роль Н. В.** Протокол № 2 науково-технічної ради Міністерства аграрної політики та продовольства України від 25.12.2015 р. Біла Церква: ТЗОВ «Дельфін», 2016. 13 с. *(Дисертантка брала участь у аналізі літературних даних та результатів досліджень, їх інтерпретації і написанні рекомендацій).*

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

Тези та матеріали конференцій:

12. Цехмістренко С. І., Федорченко М. М., **Роль Н. В.** Активність трансаміназ у плазмі крові та органах кролів. Сучасні технології виробництва та переробки продукції тваринництва: матеріали Держ. наук.-практ. конф. (Біла Церква, 6–7 листопада 2014). Біла Церква, 2014. С. 21–22. *(Дисертантка провела експериментальні дослідження, статистичну обробку даних, написала основний текст).*
13. **Роль Н. В.** Активність антиоксидантних ензимів у тканинах серця кролів. Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: матеріали Держ. наук.-практ. конф. (Біла Церква, 14–15 трав. 2015). Біла Церква, 2015. С. 21.
14. Цехмістренко С. И., **Роль Н. В.**, Федорченко М. Н. Влияние витаминно-кормовой добавки на активность энзимов антиоксидантной системы в органах и тканях кроликов. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 2–3 июня. 2016). Горки, 2016. С. 158–163. *(Дисертантка провела дослідження ензимів антиоксидантної системи, підготувала статтю до друку).*
15. **Роль Н. В.** Стан пероксидного окиснення ліпідів в органах кролів новозеландської породи у віковій динаміці. Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: матеріали Держ. наук. практ. конф. (Біла Церква, 19–20 травня 2016). Біла Церква, 2016. С. 21–22.
16. **Роль Н. В.**, Цехмістренко С. І. Показники активності системи глутатіонзалежних ензимів у мозку кролів новозеландської породи. Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва: матеріали Держ. наук.-практ. конф. (Біла Церква, 19 листопада 2015). Біла Церква, 2015. С. 14–15. *(Дисертантка провела експериментальні дослідження, статистичну обробку даних, написала основний текст).*
17. **Роль Н. В.** Вплив вітамінно-мінеральної добавки на вміст загальних ліпідів та продуктів пероксидного окислення ліпідів в органах кролів. Актуальні проблеми біохімії та біотехнології – 2016: матеріали конф. молодих вчених (Київ, 26–27 травня 2016). Київ, 2016. С. 115.
18. **Роль Н. В.** Окисна модифікація протеїнів в органах кролів. Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини: матеріали XV Всеукр. наук. -практ. конф. (Львів, 8–9 груд. 2016). Львів, 2016. С. 178.
19. **Роль Н. В.** Стан про- та антиоксидантної системи в організмі кролів новозеландської породи. Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи: матеріали VI Міжнар. наук. практ. конф. (Кам'янець-Подільський, 26–27 травня 2016). Кам'янець-Подільський, 2016. С. 257–258.
20. **Роль Н. В.** Вплив вітамінно-кормової добавки на вміст глутатіонзалежних ензимів в організмі кролів. Інноваційні технології годівлі на сучасному етапі розвитку тваринництва в Україні: матеріали Міжнар. наук. практ. конф. (Дніпро, 12–13 травня 2016). Дніпро, 2016. С. 85–86.

21. **Роль Н. В.** Динаміка трансаміназ в органах кролів новозеландської породи за згодовування вітамінно-кормової добавки. Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва: матеріали Міжнар. наук. практ. конф. (Дніпро, 23 березня 2017). Дніпро, 2017. С. 106–108.
22. **Роль Н. В.** Вплив вітамінно-мінеральної добавки на окисну модифікацію протеїнів в органах кролів. Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: матеріали Держ. наук. практ. конф. (Біла Церква, 18 і 23 травня 2017). Біла Церква, 2017. С. 33–34.
23. **Роль Н. В.** Білковий та ліпідний обмін в органах кролів новозеландської породи. Сучасний світ як результат антропогенної діяльності: матеріали конф. (Мелітополь, 10–12 жовтня 2017). Мелітополь, 2017. С. 95–96.
24. **Rol N. V., Tshmistrenko S. I., Fedorchenko M. M.** Indicators of the antioxidant protection system in the organism of newzeal and breed rabbits: materials of international conference «SmartBio» (Каунас, Литва, 3–5 травня 2018). Каунас, 2018. С. 186. *(Дисертантка провела експериментальні дослідження, статистичну обробку даних, підготувала тези до друку).*

АНОТАЦІЇ

Роль Н. В. Пероксидне окиснення ліпідів та окисна модифікація протеїнів в організмі кролів у віковій динаміці та за дії кормової добавки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.04 – біохімія. – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2019.

Робота присвячена вивченню особливостей перебігу процесів пероксидного окиснення ліпідів, активності ензимів антиоксидантного захисту і продуктів окисної модифікації протеїнів у віковому аспекті та за дії кормової добавки.

З'ясовано, що період відлучення від кролематки і перехід на самостійне харчування супроводжується зростанням вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів та окисної модифікації протеїнів, при цьому знижується активність ензимів системи антиоксидантного захисту. Проведені дослідження свідчать, що в організмі кролів у постнатальному онтогенезі всі обмінні процеси проходять з високою інтенсивністю і спрямовані на забезпечення нормальної життєдіяльності органів та організму в цілому.

Застосування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» сприяє підвищенню активності антиоксидантних ензимів та зменшенню концентрації токсичних продуктів реакцій вільнорадикального окиснення. Введення до складу комбікорму для годівлі молодняку кролів вітамінно-мінеральної добавки сприяє зниженню собівартості реалізованого м'яса на 6,3 %, порівняно з контрольними показниками та підвищенню рентабельності вирощування кролів на 9,0 %.

Ключові слова: кролі, мозок, серце, найдовший м'яз спини, пероксидне окиснення ліпідів, окисна модифікація протеїнів, антиоксидантна система, вітамінно-мінеральна добавка.

Роль Н. В. Пероксидное окисление липидов и окислительная модификация протеинов в организме кроликов в возрастной динамике и под влиянием кормовой добавки. – Научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.04 – биохимия. – Институт биологии животных НААН, Львов, 2019.

Работа посвящена изучению особенностей процессов перекисного окисления липидов, активности энзимов антиоксидантной защиты и продуктов окислительной модификации белков в возрастном аспекте и под действием кормовой добавки.

Установлено, что период отлучки от кролематки и переход на самостоятельное питание сопровождается повышением содержания продуктов пероксидного окисления липидов и окислительной модификации протеинов, при этом снижается активность энзимов системы антиоксидантной защиты. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в организме кроликов в постнатальном онтогенезе все обменные процессы происходят с высокой интенсивностью и направлены на нормальное обеспечение жизнедеятельности органов и организма в целом.

Применение витаминно-минеральной добавки «Текро» способствует росту активности антиоксидантных энзимов и уменьшению концентрации токсичных продуктов реакций свободнорадикального окисления. Введение в состав комбикорма для молодняка кроликов витаминно-минеральной добавки способствуют снижению себестоимости реализованного мяса на 6,3 % в сравнении с контрольными показателями и повышению рентабельности выращивания кроликов на 9,0 %.

Ключевые слова: кролики, мозг, сердце, длиннейшая мышца спины, пероксидное окисление липидов, окислительная модификация белков, антиоксидантная система, витаминно-минеральная добавка.

Rol N. V. Lipid peroxidation and oxidative modification of proteins in the body of rabbits in age dynamics and under action of the feed additive. – Qualifying paper as manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences in specialty 03.00.04 – Biochemistry. – Institute of Animal Biology of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Lviv, 2019.

The paper is devoted to the study of the peculiarities of the processes of peroxide oxidation of lipids, the activity of enzymes of antioxidant protection, and the products of oxidative modification of proteins in the age aspect and the action of the feed additive.

One of the pressing problems of modern biochemistry is the problem of adaptation of animal organism to the environment and the formation of an adaptive reaction to the negative impact of production stress factors. Among such adaptive mechanisms for rabbits in the conditions of intensive rabbit meat management is the development of oxidative

stress, which causes the accumulation of reactive oxygen species in the body and the development of reactive oxygen pathology.

An important role in the mechanism of adaptation of the body belongs to lipids, because they are a structural component of cell membranes and act as energy and signaling systems in cells. Peroxide oxidation of lipids is a compensatory reaction that ensures the functioning of the organism for changes in the environment.

In dissertation the researches of processes of peroxide oxidation of lipids and oxidation of proteins in brain, heart, and the muscle longissimus dorsi of New Zealand breeds rabbits in the age dynamics and for feeding of vitamin and mineral supplements “Tekro” are presented.

The content of total lipids and peroxide oxidation products of lipids, as well as the activity of enzymes of the antioxidant defense system in rabbits from birth to 90 days of age was investigated. It has been established that the content of total lipids in brain tissues increases throughout the period of postnatal ontogenesis due to the peculiarities of the functional and metabolic activity of brain cells. The content of common lipids is closely related to the processes of lipid peroxide oxidation and the activity of enzymes of antioxidant defense. The growth in concentration of peroxide oxidation products is accompanied by a decrease in the content of total lipids in the rabbit tissues. Reduced content of TBARS in rabbit brain tissue from birth to 90-day age was noted. A moderate ($r = 0.66$) correlation between the content of lipid conjugated dienes and lipid hydroperoxides, as well as the strong correlation ($r = -0.77$) between the contents of lipid conjugated dienes and TBARS, was established. In the heart of rabbits a reversible moderate ($r = -0.62$) correlation between the content of lipid conjugated dienes and lipid hydroperoxides was noted.

During the first 15 days of life, the content of superoxide radicals in the heart and in the m. longissimus dorsi decreases due to high activity of key enzyme of the antioxidant defense system – superoxide dismutase. During this period, high concentrations of lipid conjugated dienes and lipid hydroperoxides were revealed. Decrease of catalase activity in the heart of rabbits at 75-day age is compensated by the growth of glutathione peroxidase activity. In this case, the activity of glutathione-S-transferase was significantly lowered what indicating the competition between two glutathione-dependent enzymes for reduced glutathione.

The use of the vitamin-mineral supplement “Tekro” promotes the activity of antioxidant enzymes and the reduction of concentration of toxic products of reactions of free radical oxidation. Supplementation with “Tekro” positively affected protein metabolism in rabbit body, in particular a significant increase in the content of soluble protein in brain tissues on 75 and 90-days were observed (3.1 and 3.6 times respectively).

The accumulation of middle mass molecules in cells and tissues is considered not only as a marker of endogenous intoxication but also as a factor that complicates the course of the pathological process - acquires the role of secondary toxins that cause disorders of the blood-brain barrier, the microcirculatory bed, inhibit mitochondrial oxidation, and disrupt the transport of amino acids. The decrease in the level of the middle mass molecules in tissues occurs on the background of parallel reduction of intensity of processes of lipid peroxidation and protein oxidative modifications, which testifies to the

positive effect of feeding the “Tekro”. It is proved that additional vitamin-mineral supplement “Tekro” reduces the severity of endogenous intoxication, has a detoxification and antioxidant action, which allows it to be recommended for use to rabbit.

It has established that supplementation of rabbit diet with vitamin and mineral supplements “Tekro” activates metabolic processes. Feeding the vitamin-mineral supplement over 45 days contributed to an increase of body weight by 9.0 %.

Key words: rabbits, brain, heart, m. longissimus dorsi, lipid peroxidation, protein oxidative modification, antioxidant system, vitamin and mineral additive.