

ВПЛИВ ПРЕПАРАТУ «МЕВЕСЕЛ» НА ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНУ СИСТЕМУ ОРГАНІЗМУ БУГАЙЦІВ ЗА УМОВ ХРОНІЧНОГО КАДМІЄВОГО ТОКСИКОЗУ

Б. В. Гутий, д-р вет. наук, доцент

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького,
вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна

У статті наведено результати досліджень впливу хлориду кадмію на показники ензимної та неензимної ланок систем антиоксидантного захисту у молодняку великої рогатої худоби, а саме на активність каталази, супероксиддисмутази, рівень вітамінів А і Е та інтенсивність перекисного окиснення ліпідів. Встановлено, що згодовування бугайцям даного токсиканту у дозі 0,05 мг/кг маси тіла сприяє посиленню процесів перекисного окиснення ліпідів та знижує активність каталази, супероксиддисмутази, рівень вітамінів А і Е у крові дослідних тварин упродовж усього експерименту. За умов хронічного кадмієвого токсикозу, молодняку великої рогатої худоби застосовували новий комплексний препарат «Мевесел» з антиоксидантною дією, до складу якого входять селеніт натрію, вітамін Е і метіонін. Встановлено вірогідне підвищення активності каталази, супероксиддисмутази, рівня відновленого вітаміну А та вітаміну Е в крові молодняку великої рогатої худоби, яким здійснювали кадмієве навантаження. Встановлено також зниження проміжних та кінцевих продуктів перекисного окиснення ліпідів, а саме дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду.

Ключові слова: ФАРМАКОЛОГІЯ, ТОКСИКОЛОГІЯ, БУГАЙЦІ, АНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА, МЕВЕСЕЛ, ВІТАМІН Е, ВІТАМІН А, КАТАЛАЗА, СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗА, ПЕРЕКИСНЕ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ.

Хронічні та гострі токсикози є одними з найбільш розповсюджених захворювань у сільськогосподарських тварин [1]. Серед них велика увага приділяється Кадмію. Проблема забруднення навколишнього середовища Кадмієм, що є одним із наслідків інтенсифікації промислового й аграрного виробництва, останнім часом набула особливої актуальності. Зростання вмісту цього металу в ґрунтах України та інших країн упродовж останніх десятиріч супроводжується нагромадженням Cd^{2+} у сільськогосподарській продукції та кормах, збільшенням загрози здоров'ю людини і тварин [2, 3].

Токсичні ураження печінки кадмієм супроводжуються суттєвими порушеннями перебігу окиснювальних реакцій, які деякими дослідниками характеризуються як «окиснювальний стрес» [2, 4, 5]. Встановивши, що в процесі кадмієвого токсикозу настають розлади перекисного окиснення ліпідів [4], ми дійшли висновку, що за дії Кадмію, для пригнічення надмірних вільнорадикальних реакцій в організмі тварин, необхідно застосовувати препарати з вираженою антиоксидантною дією, що здатні пригнічувати процеси перекисного окиснення ліпідів. З великої кількості антиоксидантів, при кадмієвому токсикозі бугайців, ми вивчали профілактичну дію препарату «Мевесел» [4].

Метою наших досліджень було встановити вплив препарату «Мевесел» на інтенсивність перекисного окиснення ліпідів та активність системи антиоксидантного захисту організму бугайців за умов кадмієвого навантаження.

Матеріали і методи. Дослідження проводились на базі фермерського господарства с. Іванівці Жидачівського району Львівської області на 10 бугайцях шестимісячного віку,

масою тіла 160-180 кг, чорно-рябої породи, які були сформовані у 2 групи по 5 тварин у кожній:

1 група – контрольна (К), бугайцям згодовували з кормом хлорид кадмію у дозі 0,05 мг/кг маси тіла тварини один раз на добу, протягом 30 діб;

2 група – дослідна (Д), бугайцям згодовували з кормом хлорид кадмію у дозі 0,05 мг/кг маси тіла тварини разом із «Мевеселом» у дозі 0,36 г/кг корму один раз на добу, протягом 30 діб.

При проведенні досліджень дотримувалися умов, обов'язкових при виконанні зоотехнічних дослідів щодо підбору та утримання тварин-аналогів у групи, технології заготівлі, використання й обліку спожитих кормів. Раціон тварин був збалансований за поживними і мінеральними речовинами, що забезпечували їх потребу в основних елементах живлення.

Антиоксидантний препарат «Мевесел» було розроблено на кафедрі фармакології та токсикології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, який містить вітамін Е, селен та метіонін. Дослід тривав упродовж 30-ти діб. Кров для аналізу брали з яремної вени на 1, 8, 16, 24, і 30-ту добу досліду.

Активність каталази (К.Ф. 1.11.1.6) визначали за методом М. А. Королюк активність каталази — за методом [6]; активність супероксиддисмутази (СОД) (КФ 1.15.1.1) – за методом [7], вітаміни А і Е визначали за методом вискоєфективної рідинної хроматографії [8], рівень малонового діальдегіду визначали за методом С.Н. Коробейникова [9], рівень дієнових кон'югатів визначали за методом І.Д. Стальная [10].

Результати й обговорення. Супероксиддисмутаза – це один з ключових ензимів антирадикального захисту, який відноситься до антиоксидантів прямої дії. Даний ензим дисмутує супероксидрадикал до перекису водню, який є менш токсичним від попереднього. Властиво таким чином, СОД відіграє найважливішу роль в антиоксидантному захисті практично всіх типів клітин, які знаходяться у контакті з киснем.

За хронічного кадмієвого токсикозу активність супероксиддисмутази на першу добу досліду в сироватці крові бугайців контрольної групи зросла відповідно на 11% щодо початкових величин. Надалі у хворих бугайців активність ензиму почала знижуватися і відповідно на восьму добу досліду вона становила $0,53 \pm 0,011$ ум.од. / мг білка. Низькою активність згаданого вище ензиму була на двадцять четверту добу досліду, де відносно початкових величин вона знизилася на 32% (табл. 1).

Таблиця 1

Супероксиддисмутазна активність крові бугайців після згодовування препарату «Мевесел» за хронічного кадмієвого токсикозу; ($M \pm m$, $n = 5$)

Час дослідження крові (доби)	Активність супероксиддисмутази (ум.од./мг білка)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	0,62±0,012	0,63±0,011
Перша доба	0,69±0,014	0,64±0,012
Восьма доба	0,53±0,011	0,60±0,012*
Шістнадцята доба	0,45±0,011	0,61±0,010**
Двадцять четверта доба	0,42±0,010	0,62±0,011**
Тридцята доба	0,47±0,012	0,63±0,013**

Примітка: у цій та наступних таблицях: вірогідність по відношенню до контрольної групи тварин – $p < 0,05$ -*, $p < 0,001$ -**

У бугайців, яким разом із хлоридом кадмію, згодовували препарат «Мевесел», активність СОД зросла протягом усього досліду щодо величин контрольної групи тварин. На

восьму і шістнадцяту добу досліду активність ензиму в крові тварин дослідної групи була нижчою на 13 і 36 % щодо величин контрольної групи тварин. З першої доби досліду по тридцяту добу досліду активність ензиму коливалася в межах величин $0,60 \pm 0,012 - 0,64 \pm 0,012$ ум.од. / мг білка.

Каталаза відновлює перекис водню до води. До активного центру ензиму входить тривалентне залізо, протопорфірин, який взаємодіє з перекисом водню за каталазним, або за пероксидазним механізмом, залежно від концентрації субстрату. Ензим міститься у всіх тканинах, в концентрації біля 10^{-6} М. В цілому, дія каталази зводиться до зниження концентрації цитотоксичних гідроксильних радикалів. Найвища активність каталази виявлена в еритроцитах, печінці, нирках. За високої інтенсивності утворення перекису водню в організмі він знешкоджується каталазою, а за низьких — глутатіонпероксидазою.

Каталаза, таким чином, за механізмом дії системи антиоксидантного захисту відноситься до антиоксидантів із прямою дією. Активність каталази в сироватці крові бичків в умовах хронічного кадмієвого токсикозу і впливу препарату «Мевесел» наведена у таблиці 2.

За хронічного кадмієвого токсикозу встановлено зниження каталазної активності в крові тварин контрольної групи. Активність даного ензиму знижувалася на першу добу досліду на 1,2%, на восьму добу досліду — 5%, на шістнадцяту добу — на 13,5% щодо початкових величин.

На двадцять четверту добу досліду активність каталази в крові тварин, яким, згодовували з кормом хлорид кадмію була низькою і відповідно становила $5,65 \pm 0,11$ одиниць. На тридцяту добу досліду активність ферменту дещо зросла, проте залишалася на низькому рівні.

Таблиця 2

Каталазна активність в крові бичків після згодовування препарату «Мевесел» за хронічного кадмієвого токсикозу; ($M \pm m$, $n = 5$)

Час дослідження крові (доби)	Активність каталази (одиниць)	
	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	$6,53 \pm 0,12$	$6,54 \pm 0,16$
Перша доба	$6,45 \pm 0,13$	$6,52 \pm 0,15$
Восьма доба	$6,21 \pm 0,12$	$6,53 \pm 0,16^*$
Шістнадцята доба	$5,76 \pm 0,14$	$6,52 \pm 0,15^{**}$
Двадцять четверта доба	$5,65 \pm 0,11$	$6,50 \pm 0,14^{**}$
Тридцята доба	$5,99 \pm 0,12$	$6,57 \pm 0,12^*$

Застосування препарату «Мевесел» сприяло підвищенню активності каталази в крові тварин дослідної групи. На восьму добу досліду активність ензиму зросла на 5% щодо величин контрольної групи тварин. На шістнадцяту добу досліду активність каталази у дослідної групи становила відповідно $6,52 \pm 0,15$ одиниць. На двадцять четверту добу досліду в даних тварин відзначали вірогідне збільшення активності ензиму щодо величин контрольної групи тварин на 15%. На тридцяту добу досліду каталазна активність крові бугайців першої дослідної групи коливалася у межах фізіологічних величин.

Отже, застосування препарату «Мевесел» сприяло підвищенню активності, як каталази, так і супероксиддисмутази, які в організмі тварин відіграють важливу роль у процесах перекисного окиснення ліпідів.

Важливе значення в антиоксидантній системі відноситься вітаміну Е, який захищає мембрани клітин від атаки вільних радикалів та активних форм кисню. Його вміст в крові тварин за хронічного кадмієвого токсикозу наведений у таблиці 3. Згодовування вищезгаданого токсиканту сприяло зниженню вмісту рівня вітаміну Е у крові тварин

упродовж усього досліджу. Так, на восьму добу досліджу вміст вітаміну становив $3,3 \pm 0,11$ мкмоль/л, що є нижчим на 20% стосовно початкових величин. На шістнадцяту добу досліджень вміст вітаміну Е продовжував знижуватися і стосовно величин крові, взятої на початку досліджу, тобто до згодовування бугайцям хлориду кадмію, знизився на 24%, а на двадцять четверту добу досліджу вміст вітаміну Е знизився на 29%.

Таблиця 3

Вміст вітаміну Е у крові бугайців після згодовування препарату «Мевесел» за хронічного кадмієвого токсикозу, мкмоль/л ($M \pm m$, $n = 5$)

Час дослідження крові (добы)	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	$4,1 \pm 0,11$	$4,2 \pm 0,12$
Перша доба	$3,8 \pm 0,14$	$4,6 \pm 0,10^{**}$
Восьма доба	$3,3 \pm 0,11$	$4,7 \pm 0,15^{**}$
Шістнадцята доба	$3,1 \pm 0,11$	$4,6 \pm 0,12^{**}$
Двадцять четверта доба	$2,9 \pm 0,12$	$4,4 \pm 0,13^{**}$
Тридцятьа доба	$3,1 \pm 0,13$	$4,2 \pm 0,12^{**}$

Застосування препарату «Мевесел» сприяло зростанню вмісту вітаміну Е у крові тварин дослідної групи, яким згодовували токсикант. На восьму добу досліджу встановлено підвищення вмісту вітаміну Е у крові бугайців дослідної групи на 42% стосовно величин контрольної групи тварин. Вірогідне підвищення рівня вітаміну Е в крові тварин дослідної групи відзначено впродовж усього дослідного періоду, проте найнижчим цей показник у крові тварин контрольної групи був на двадцять четверту добу досліджу.

Встановлено, що за розвитку хронічного кадмієвого токсикозу в молодняку великої рогатої худоби, вміст вітаміну А у їх крові знижується. Як, видно з даних таблиці 4, вміст вітаміну А після згодовування хлориду кадмію почав знижуватися на першу добу на 4%, на восьму добу – на 12%, на шістнадцяту добу – на 16%, на двадцять четверту добу досліджу – на 27% відносно початкових величин.

Застосування тваринам дослідної групи препарату «Мевесел» сприяло зростанню вмісту вітаміну А у крові бугайців за умов кадмієвого навантаження. Починаючи з першої доби досліджу встановлено поступове зростання вмісту вітаміну А у крові тварин дослідної групи відносно показників контрольної групи тварин. На шістнадцяту і двадцять четверту добу досліджу вміст вітаміну А зріс на 28 і 40% стосовно контрольної групи тварин.

Таблиця 4

Вміст вітаміну А у крові бугайців після згодовування препарату «Мевесел» за хронічного кадмієвого токсикозу, мкмоль/л ($M \pm m$, $n = 5$)

Час дослідження крові (добы)	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	$0,81 \pm 0,030$	$0,82 \pm 0,031$
Перша доба	$0,78 \pm 0,018$	$0,82 \pm 0,035^*$
Восьма доба	$0,71 \pm 0,018$	$0,84 \pm 0,035^{**}$
Шістнадцята доба	$0,67 \pm 0,014$	$0,86 \pm 0,029^{**}$
Двадцять четверта доба	$0,59 \pm 0,014$	$0,85 \pm 0,030^{**}$
Тридцятьа доба	$0,65 \pm 0,018$	$0,84 \pm 0,025^{**}$

Отже, застосування препарату «Мевесел» бугайцям, які знаходяться в умовах кадмієвого навантаження, сприяло підвищенню вмісту антиоксидантів не ензимної ланки системи антиоксидантного захисту, а саме вітаміну А та вітаміну Е.

Вплив мевеселу на рівень проміжних продуктів перекисного окиснення ліпідів за хронічного кадмієвого токсикозу наведено у таблиці 5.

Таблиця 5

Рівень дієнових кон'югатів в сироватці крові бичків після згодовування препарату «Мевесел» за хронічного кадмієвого токсикозу, мкмоль/л ($M \pm m$, n = 5)

Час дослідження крові (добы)	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	5,74±0,16	5,79±0,15
Перша доба	6,13±0,19	5,82±0,20
Восьма доба	7,05±0,20	6,01±0,22*
Шістнадцята доба	7,39±0,30	6,21±0,20**
Двадцять четверта доба	7,61±0,24	5,91±0,19**
Тридцятьа доба	7,71±0,28	5,77±0,18**

Як видно з даних цієї таблиці рівень дієнових кон'югатів у крові бичків, яким задавали препарат «Мевесел» на першу добу досліду становив 5,82±0,20 мкмоль/л, що на 5% є нижчим за показники контрольної групи тварин. На восьму добу досліду рівень дієнових кон'югатів у крові дослідної групи тварин знизився на 15% відносно величин контрольної групи тварин, на шістнадцяту добу досліду відповідно знизився на 16%, а на двадцять четверту добу досліду рівень дієнових кон'югатів знизився на 22%. На тридцятьа добу досліду рівень проміжних продуктів перекисного окиснення становив 5,77±0,18 мкмоль/л.

Отже, застосування препарату «Мевесел» тваринам до раціону в умовах кадмієвого навантаження попереджує утворення проміжних продуктів перекисного окиснення ліпідів у крові тварин.

Другим важливим фактором є дослідження кінцевих продуктів перекисного окиснення ліпідів – малонового діальдегіду. У таблиці 6 наведено зміни даного показника у крові бичків за умов хронічного кадмієвого токсикозу та вплив препарату «Мевесел».

Таблиця 6

Рівень малонового діальдегіду в сироватці крові бичків після згодовування препарату «Мевесел» за хронічного кадмієвого токсикозу, мкмоль/л ($M \pm m$, n = 5)

Час дослідження крові (добы)	Групи тварин	
	Контрольна	Дослідна
Початкові величини	0,235±0,007	0,238±0,009
Перша доба	0,245±0,008	0,239±0,010
Восьма доба	0,271±0,010	0,250±0,010
Шістнадцята доба	0,289±0,009	0,246±0,009*
Двадцять четверта доба	0,296±0,010	0,242±0,008*
Тридцятьа доба	0,307±0,008	0,237±0,010**

Після згодовування тваринам кадмію хлориду у дозі 0,05 мг/кг маси тіла тварини встановлено зростання рівня малонового діальдегіду з першої доби досліду, де порівняно з початковими даними він зріс на 4%. На восьму добу досліду рівень малонового діальдегіду у крові даних тварин становив 0,271±0,010 мкмоль/л. На шістнадцяту добу досліду рівень продуктів перекисного окиснення ліпідів продовжував зростати і на двадцять четверту добу досліду він зріс на 26%, на тридцятьа добу – на 31% відносно початкових даних.

Застосування мевеселу бугайцям дослідної групи тварин сприяло зниженню рівня кінцевого продукту перекисного окиснення ліпідів. Після порівняння дослідної групи з контрольною, встановлено, що на восьму добу досліду рівень малонового діальдегіду знизився відповідно на 8%. На шістнадцяту добу досліду рівень малонового діальдегіду продовжував знижуватися і відносно величин контрольної групи тварин, даний показник

знизилися у тварин на 15%. На тридцять добу досліду у крові бичків дослідної групи знову відзначали зниження рівня малонового діальдегіду, де він доходив до фізіологічних величин.

Отже, вищенаведені дослідження вказують на те, що настало зниження інтенсивності перекисного окиснення ліпідів у плазмі крові бичків, яким задавали мевесел, а також про значніший інгібуючий вплив досліджуваного препарату на початковій стадії перекисного окиснення ліпідів у їхньому організмі, ніж на кінцевій.

ВИСНОВКИ

1. При згодовуванні бугайцям хлориду кадмію у дозі 0,05 мг/кг живої маси рівень показників ензимної та неензимної ланки системи антиоксидантного захисту у їхній крові упродовж усього досліду знижувався. Найнижчий рівень показників стану антиоксидантної системи встановлено на двадцять четверту добу досліду, що пов'язано із посиленою активацією процесів ліпопероксидації та порушенням рівноваги між активністю антиоксидантної системи та інтенсивністю перекисного окиснення ліпідів.

2. Препарат «Мевесел» за кадмієвого навантаження активує ензимну та неензимну ланки системи антиоксидантного захисту організму бугайців, на що вказує підвищення активності каталази, супероксиддисмутази та зростання рівня вітамінів А і Е у крові тварин.

3. Застосування мевеселу за умов розвитку хронічного кадмієвого токсикозу бичків сприяв зниженню проміжних та кінцевих продуктів перекисного окиснення ліпідів, а саме дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду;

4. Задавання у корм препарату «Мевесел» попереджає розвиток оксидативного стресу, який спричиняє перекисні пошкодження клітинних мембран і внутрішньоклітинних біополімерів.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати досліджень будуть застосовані у подальшому вивченні системи антиоксидантного захисту та процесів перекисного окиснення ліпідів у крові бугайців для розробки антидотного препарату для лікування тварин при кадмієвому токсикозі.

THE INFLUENCE OF MEVESEL ON THE ACTIVITY OF PROOXIDANT-ANTIOXIDANT SYSTEMS OF CALVES ORGANISM UNDER CONDITIONS OF CHRONIC CADMIUM TOXICOSIS

B. V. Hutiy

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyi
50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

SUMMARY

The article deals with the results of studies of the effect of cadmium chloride on the indices and non-enzymatic system of antioxidant defense in young cattle, namely on the activity of catalase, superoxide dismutase, vitamins A and E and the intensity of lipid peroxidation. It is established that feeding of calves given at a dose of toxicant 0.05 mg / kg of body weight the activity of catalase, superoxide dismutase, glutathione peroxidase, glutathione levels, vitamins A and E in the blood of experimental animals throughout the experiment was reduced. By the condition of the cadmium loading, young cattle were fed with a new integrated complex preparation with antioxidant action «Mevesel» consisting of sodium selenite, vitamin E, and methionine. In particular, the significant increase was determined in the activity of catalase, superoxide dismutase, vitamin A and vitamin E

in the blood of young cattle, which carried cadmium stress. Established reducing the intermediate and final products of lipid peroxidation, diene conjugates and malonic dialdehyde.

Keywords: PHARMACOLOGY, TOXICOLOGY, BULLS, ANTIOXIDANT SYSTEM, «MEVESEL», VITAMIN E, VITAMIN A, CATALASE, SUPEROXIDE DISMUTASE, LIPID PEROXIDATION

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «МЕВЕСЕЛ» НА ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНУЮ СИСТЕМУ ОРГАНИЗМА БЫЧКОВ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО КАДМИЕВОГО ТОКСИКОЗА

Б. В. Гутый

Львовский национальный университет ветеринарной медицины
и биотехнологий имени С. З. Гжицкого
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

А Н Н О Т А Ц И Я

В статье приведены результаты исследований влияния хлорида кадмия на показатели энзимного и неэнзимного звена системы антиоксидантной защиты у молодняка крупного рогатого скота, а именно на активность каталазы, супероксиддисмутазы, уровень витаминов А и Е и интенсивность перекисного окисления липидов. Установлено, что при скармливании бычкам данного токсиканта в дозе 0,05 мг / кг массы тела активность каталазы, супероксиддисмутазы, уровень витаминов А и Е в крови опытных животных на протяжении всего опыта снижалась. При кадмиевой нагрузке, у молодняка крупного рогатого скота применяли новый комплексный препарат с антиоксидантным действием «Мевесел», в состав которого входят селенит натрия, витамин Е и метионин. Выявлено стимулирующее влияние препарата на активность системы антиоксидантной защиты. В частности, установлено достоверное повышение активности каталазы, супероксиддисмутазы, уровня витамина А и витамина Е в крови молодняка крупного рогатого скота, которым осуществляли кадмиевые нагрузки. Установлено также снижение промежуточных и конечных продуктов перекисного окисления липидов, а именно диеновых конъюгатов и малонового диальдегида.

Ключевые слова: ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ, БЫЧКИ, АНТИОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА, МЕВЕСЕЛ, ВИТАМИНЫ Е, А, КАТАЛАЗА, СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗА, ГЛУТАТИОНПЕРОКСИДАЗА, ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. *Маслянюк Р. П.* Сучасні уявлення про патогенез токсикозу у людей і тварин раннього віку / Р. П. Маслянюк, Б. В. Гутый, М. С. Романович // Наук. вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – Львів, 2013. – Т. 15, № 3 (57), Ч. 2. – С. 239–245.

2. Вплив селену на вміст кадмію у тканинах тварин : міжвідомчий тематичний науковий збірник «Актуальні проблеми ветеринарної медицини в умовах сучасного ведення тваринництва» / Д. О. Мельничук, Н. М. Мельникова, І. В. Калінін [та ін.] // Ветеринарна медицина. — Феодосія, 2003. — № 82. — С. 393–395.

3. *Bogdan Gutij.* Wpływ dodatków paszowych Meweselu i Metifenu na poziom produktów peroksydacji lipidów w warunkach przewlekłego zatrucia kadmem / Pasze przemysłowe NR 4/2013. – st. 24–26.

4. *Гутий Б. В.* Вплив хлориду кадмію на рівень продуктів перекисного окиснення ліпідів у крові бичків / Б. В. Гутий // *Наук. вісник Луганського НАУ.* – Луганськ, 2013. – № 49. – С. 40–43.

5. *Баглай О. М.* Система антиоксидантного захисту та перекисне окиснення ліпідів організму тварин / О. М. Баглай, С. Д. Мурська, Б. В. Гутий // *Наук. вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.* – Львів, 2011. – Т. 13, № 4(50), Ч. 2. – С. 3–11.

6. *Королюк М.А.* Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Е. Токарев // *Лаб. дело.* – 1988. – №1. – С. 16-18.

7. *Дубинина Е. Е.* Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов / Е. Е. Дубинина, Л. Я. Сальникова, Л. Ф. Ефимова // *Лаб. дело.* — 1983. — № 10. — С. 30–33.

8. *Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині / Відпов. редак. В. В. Влізло.* – Львів, 2004. – 399 с.

9. *Коробейникова Е. Н.* Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой / Е. Н. Коробейникова // *Лаб. дело.* – 1989. – №7. – С. 8–9.

10. *Стальная И. Д.* Метод определения диеновой конюгации ненасыщенных жирных кислот / И. Д. Стальная // *Совр. метод. в биохим.* – М.: Медицина, 1977. – С. 63–64.

Рецензент — М. І. Жила, к. вет. н., ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок.